Разработка организационно-экономических механизмов внедрения циркулярных моделей в промышленном комплексе региона: отраслевые особенности и инструменты поддержки

Скряпкин Сергей Александрович
магистрант, СПБПУ имени Петра Великого, rojelect4@gmail.com

Лямин Борис Михайлович
к.э.н., доцент Высшей школы сервиса и торговли, СПБПУ имени Петра Великого, lyamin_bm@spbstu.ru

Предмет статьи составляют организационно-экономические механизмы внедрения циркулярных моделей в промышленном комплексе региона с учетом отраслевой структуры производства, ресурсных связей предприятий, условий межорганизационной кооперации. Актуальность исследования обусловлена зависимостью замыкания производственных циклов от технологической совместимости ресурсных потоков, инфраструктурной обеспеченности, институциональной среды, устойчивости межфирменных взаимодействий. Цель исследования состоит в разработке организационно-экономического механизма, связывающего региональные условия циркуляризации с выбором форм кооперации, инструментов поддержки циркулярных проектов. Применены анализ научных публикаций, сравнительный анализ, классификация, логико-аналитический анализ, обобщение, синтез. Источниковую основу составили российские исследования 2022–2026 гг., посвященные циркулярным бизнес-моделям, промышленному симбиозу, промышленным экосистемам, цифровой координации, региональной диагностике, институциональному обеспечению. Научная новизна заключается в функциональном согласовании диагностики регионального потенциала, отраслевой дифференциации циркулярных решений, организации кооперации, адресного подбора инструментов поддержки. Полученные положения применимы при проектировании региональных программ циркулярной трансформации промышленности.

Ключевые слова: циркулярная экономика, промышленный комплекс региона, промышленный симбиоз, циркулярные бизнес-модели, промышленная экосистема, ресурсные потоки, цифровая платформа, государственная поддержка, межотраслевая кооперация, циркуляризация.

Введение

Циркулярная трансформация промышленного комплекса региона предполагает перестройку ресурсных связей предприятий, способов использования побочных продуктов производства, инфраструктурного обеспечения обмена вторичными ресурсами, механизмов межфирменной координации. Региональный уровень концентрирует предприятия различных отраслей, перерабатывающую инфраструктуру, промышленные кластеры, экотехнопарки, научно-образовательные организации, органы управления, поэтому эффективность замыкания производственных циклов определяется совместимостью технологических процессов и способностью участников образовывать устойчивые хозяйственные связи.

Отраслевая структура промышленности задает различия в характере циркулярных потоков, продолжительности жизненного цикла продукции, требованиях к качеству вторичных ресурсов, составе участников кооперации. Экономическая реализуемость соответствующих связей зависит от затрат на подготовку ресурса, логистику, технологическую адаптацию, организацию обмена.

Цель исследования состоит в разработке организационно-экономического механизма внедрения циркулярных моделей в промышленном комплексе региона с учетом отраслевых особенностей, инструментов поддержки. Для достижения цели систематизированы факторы региональной готовности к циркуляризации промышленности, установлена связь между отраслевыми характеристиками производства и формой межфирменной кооперации, структурированы организационные, экономические, институциональные, инфраструктурные, цифровые инструменты сопровождения циркулярных проектов.

Научная новизна состоит в функциональном построении регионального механизма, где показатели циркуляризации и потенциала промышленного симбиоза используются для диагностики исходных условий, отраслевые характеристики определяют объект кооперации, выявленные ограничения задают состав инструментов поддержки. Такое построение связывает региональную промышленную политику с параметрами конкретных циркулярных цепочек и создает основу для адресного распределения организационных, инфраструктурных, экономических ресурсов.

Материалы и методы

Материалы исследования представлены современными российскими работами, раскрывающими различные уровни циркулярной трансформации промышленности. Платформенный организационно-экономический механизм управления промышленной интеграцией разработан в работе А.А. Гераськиной [1], где цифровая платформа включена в процессы диагностики, программирования, реализации, мониторинга взаимодействия предприятий. Для Арктической зоны РФ в исследовании Т.А. Головиной, И.Л. Авдеевой [2] рассмотрено развитие циркулярной экономики в сфере обращения с отходами через экотехнопарки, государственную поддержку, партнерство органов власти с бизнесом. Отраслевые возможности циркулярных бизнес-моделей, их экономические эффекты, переходные издержки систематизированы В.П. Золотаревой, Е.А. Ивковой, С.Д. Савиной, А.К. Тятенко [3]. Нормативное измерение промышленного симбиоза раскрыто в работе Р.Ю. Колобова [4] через анализ влияния соответствующей концепции на институциональное регулирование экономической деятельности. Эмпирическая проверка инноваций, инвестиций, цифровизации, экосистемной организации, институциональных условий как факторов циркуляризации проведена Н.А. Косолаповой, Л.Г. Матвеевой, А.Ю. Никитаевой, О.А. Черновой [5]. В модели Д.Ю. Мироновой, И.В. Баранова, В.М. Шеина [6] зона промышленного симбиоза организуется с участием университета как координатора проектов, цифровая платформа обеспечивает взаимодействие субъектов топливно-энергетического комплекса. Возможности формирования симбиотических цепочек между предприятиями агропромышленного комплекса, деревообработки, производства пластика в Псковской области рассмотрены Д.Ю. Мироновой, И.В. Тимахович, Е.Е. Помазковой, Ю.В. Жарковой [7]. Структура промышленной экосистемы раскрыта Л.А. Мочаловой, О.С. Еремеевой, В.Н. Подкорытовым [8] через сочетание кластерного ядра, цифровой платформы, коммуникационно-логистической сети, инновационной инфраструктуры. Региональный уровень циркуляризации оценен А.Ю. Никитаевой, О.С. Шестопаловой [9] по показателям образования и использования отходов, энергоемкости, водоемкости, экологически ориентированных инвестиций. Инструментарий оценки потенциала промышленного симбиоза и типологизации территорий разработан О.А. Черновой [10].

Методический аппарат включал анализ научных публикаций для выделения элементов региональной циркулярной системы, сравнительный анализ организационных моделей кооперации, классификацию инстру-

ментов по объекту воздействия, логико-аналитический анализ зависимости формы циркулярного взаимодействия от отраслевых параметров, обобщение региональных условий реализации проектов, синтез элементов организационно-экономического механизма.

Результаты

Организационно-экономический механизм региональной циркуляризации формируется вокруг движения конкретного ресурса между экономическими субъектами, поэтому единицей управления выступает циркулярная цепочка, объединяющая источник ресурса, технологически совместимого потребителя, инфраструктуру подготовки или перемещения, координирующий элемент. Исследование циркулярных бизнес-моделей связывает выбор способа создания стоимости с отраслевыми условиями, величиной переходных издержек [3], экосистемный подход дополняет уровень предприятия кластерными связями, цифровой платформой, коммуникационно-логистической инфраструктурой [8]. Соединение этих положений переносит анализ с внутренней ресурсной эффективности отдельного предприятия на устойчивость межорганизационного оборота ресурсов.

Первый этап формирования механизма составляет диагностика территории по двум группам характеристик. Подход А.Ю. Никитаевой, О.С. Шестопаловой охватывает фактически сложившиеся параметры циркуляризации через образование и использование отходов, энергоемкость, водоемкость, экологически ориентированные инвестиции [9]. Инструментарий О.А. Черновой ориентирован на потенциал промышленного симбиоза и условия возникновения новых связей между предприятиями [10]. Дополнительное основание для интерпретации этих показателей дают результаты Н.А. Косолаповой, Л.Г. Матвеевой, А.Ю. Никитаевой, О.А. Черновой, где влияние инноваций, инвестиций, цифровизации, экосистемных форм организации, институциональных условий получило неоднозначную эмпирическую оценку вследствие сложности измерения циркулярных процессов, латентного характера части факторов [5]. Региональная диагностика вследствие этого должна объединять показатели текущего использования ресурсов с оценкой возможностей формирования конкретных межфирменных связей [5; 9; 10].

Отраслевая дифференциация механизма определяется свойствами циркулярного ресурса и организационной сложностью его повторного включения в хозяйственный оборот. Исследование В.П. Золотаревой, Е.А. Ивковой, С.Д. Савиной, А.К. Тятенко фиксирует различия отраслевых возможностей циркулярных бизнес-моделей, величины переходных издержек [3]. На материале Псковской области Д.Ю. Миронова, И.В. Тимахович, Е.Е. Помазкова, Ю.В. Жаркова рассматривают симбиотические связи между агропромышленным комплексом, деревообработкой, производством пластика, где ядро кооперации формирует совместимость материальных потоков [7]. В проектах топливно-энергетического комплекса, исследованных Д.Ю. Мироновой, И.В. Барановым, В.М. Шеиным, организационная схема включает университет, предприятие, муниципальное образование, индустриальных партнеров, цифровую инфраструктуру [6]. Эти результаты связывают выбор механизма с технологическими характеристиками потока, количеством взаимозависимых участников, потребностью в исследовательском сопровождении.

Для материальных потоков с установленной технологической совместимостью центральным объектом управления становится стабильность ресурсного обмена, включающая объем, характеристики вторичного сырья, параметры подготовки, логистику. Технологически сложные проекты требуют участия субъекта, обладающего исследовательскими компетенциями, поскольку ресурсная совместимость формируется через разработку решения и адаптацию производственного процесса [6]. Циркулярные бизнес-модели, ориентированные на жизненный цикл продукции, связывают кооперацию с изменением способа создания и сохранения стоимости [3]. Различия между этими конфигурациями определяют состав участников проекта, структуру затрат, требования к региональной поддержке [3; 6; 7].

Организационная форма циркулярной цепочки зависит от числа участников и характера совместно используемых ресурсов. В модели промышленной экосистемы производственную основу образует кластер, информационный обмен поддерживает цифровая платформа, движение ресурсов обслуживает коммуникационно-логистическая сеть, инновационные решения получают инфраструктурное сопровождение [8]. Зона промышленного симбиоза, описанная применительно к топливно-энергетическим проектам, вводит университет в позицию координатора, способного соединять технологические компетенции с интересами предприятий, территориальных субъектов [6]. Региональная модель экотехнопарков, рассмотренная Т.А. Головиной, И.Л. Авдеевой, связывает циркуляризацию с инфраструктурой обращения с отходами, государственной поддержкой, партнерством власти с бизнесом [2]. Материалы Псковской области показывают еще одну конфигурацию, где межотраслевое взаимодействие формируется вокруг ресурсной комплементарности предприятий [7]. Совокупность работ подтверждает функциональное разнообразие организационных форм при общей задаче закрепления устойчивого обмена ресурсами [2; 6; 7; 8].

Цифровая платформа выполняет координационную функцию после определения состава участников и параметров циркулярной связи. В платформенном механизме А.А. Гераськиной она включена в последовательность стратегического целеполагания, диагностики, программирования, реализации, мониторинга, корректировки взаимодействия предприятий [1]. В промышленной экосистеме Л.А. Мочаловой, О.С. Еремеевой, В.Н. Подкорытова платформа составляет один из элементов общей организационной архитектуры наряду с производственным ядром, логистической сетью, инновационной инфраструктурой [8]. Эмпирические результаты исследования драйверов циркулярной экономики усиливают требование к содержательной привязке цифровизации к реальным хозяйственным процессам, поскольку уровень цифрового развития сам по себе дает ограниченное основание для оценки циркулярной готовности территории [5]. Для регионального механизма цифровой контур вследствие этого связан с учетом потоков, поиском ресурсных соответствий, обменом параметрами ресурса, сопровождением проектов, накоплением данных о результатах кооперации [1; 5; 8].

Экономические инструменты поддержки определяются структурой издержек циркулярной цепочки. Исследование циркулярных бизнес-моделей выделяет переходные издержки как фактор, влияющий на практическое применение соответствующих решений [3]. Опыт развития циркулярной экономики в Арктической зоне связывает реализацию проектов с экотехнопарками, государственной поддержкой, взаимодействием органов власти с предпринимательскими структурами [2]. Адресность поддержки определяется источником затрат, препятствующим формированию конкретного циркулярного обмена [1; 2; 3].

Институциональное обеспечение закрепляет правила взаимодействия участников и условия включения вторичных ресурсов в хозяйственные связи. Анализ Р.Ю. Колобова связывает развитие промышленного симбиоза с формированием нормативно-правовой базы экономической деятельности [4]. В исследовании Т.А. Головиной, И.Л. Авдеевой нормативно-законодательные мероприятия рассматриваются вместе с инфраструктурой, государственной поддержкой, партнерством участников [2]. Для региональной системы эти положения определяют несколько функций институционального контура, охватывающих распределение ролей в циркулярной цепочке, процедуры подключения предприятий к инфраструктуре, порядок информационного обмена, сопровождение совместных проектов [2; 4].

Синтез рассмотренных подходов формирует последовательный механизм внедрения циркулярных моделей. Диагностический этап устанавливает текущий уровень циркуляризации и потенциал промышленного симбиоза [9; 10]. Отраслевая оценка связывает свойства ресурса с технологической совместимостью производств и подходящей циркулярной бизнес-моделью [3; 7]. Организационное проектирование определяет участников кооперации, координатора, инфраструктурную конфигурацию [2; 6; 8]. Следующий этап соотносит экономические, институциональные, цифровые инструменты с установленными барьерами циркулярной цепочки [1; 2; 4]. Мониторинг возвращает данные о реализации проекта в диагностический блок и создает основу для корректировки параметров взаимодействия [1].

Практическая реализация механизма начинается с картирования ресурсных потоков промышленного комплекса и идентификации технологически совместимых пар либо групп предприятий. Полученные комбинации классифицируются по отраслевой принадлежности, типу ресурса, организационной сложности, инфраструктурной потребности. Проекты с подтвержденной ресурсной связью получают организационную форму в виде кластерного взаимодействия, зоны промышленного симбиоза, экотехнопарка, устойчивой межфирменной сети в зависимости от состава участников и требуемой инфраструктуры [2; 6; 8]. Подбор поддержки завершает проектирование цепочки, связывая научно-образовательные организации с технологической адаптацией, цифровую платформу с координацией потоков, коллективную инфраструктуру с переработкой ресурсов, институциональное сопровождение с закреплением правил взаимодействия [1; 2; 4; 6].

Обсуждение

Результаты показывают, что предприятие и регион образуют разные уровни циркулярной трансформации. На уровне предприятия циркулярная бизнес-модель определяет способ использования ресурса и получения экономического эффекта, региональный уровень обеспечивает пространственное соединение взаимодополняющих производств, доступ к инфраструктуре, координацию участников. Эта связь объясняет ограниченную применимость мер, направленных исключительно на отдельную организацию, для проектов, экономический результат которых формируется совместным использованием ресурсов несколькими субъектами.

Сопоставление подходов к региональной диагностике выявляет различие между измерением фактического состояния и оценкой потенциала новых циркулярных связей. Статистические показатели характеризуют интенсивность использования ресурсов на территории, потенциал промышленного симбиоза относится к способности предприятий образовывать устойчивые комбинации обмена. Доступность и детализация подобной информации определяют точность отбора проектов, поэтому картирование промышленного комплекса становится связующим элементом между региональной оценкой и проектированием циркулярной цепочки.

Отраслевая специфика определяет глубину организационного вмешательства. Ресурсная совместимость ряда производств создает основу для прямого межфирменного обмена, технологически сложные проекты требуют разработки способа использования ресурса и привлечения исследовательских компетенций, модели жизненного цикла продукции меняют структуру

отношений внутри цепочки создания стоимости. Единый региональный подход сохраняет общую последовательность диагностики, отбора, организационного проектирования, поддержки, мониторинга, содержательное наполнение каждого этапа задается характеристиками соответствующего производства.

Исследованные модели различаются по субъекту координации циркулярного проекта. Кластерная и экосистемная организация распределяет координационные функции между элементами промышленной инфраструктуры, университетская модель концентрирует проектные и исследовательские компетенции в научно-образовательной организации, экотехнопарковый подход усиливает значение инфраструктурного оператора и государственного участия. Это расхождение отражает различия решаемых задач. Координатор определяется источником взаимозависимости участников, которым может выступать технологическая адаптация, совместная инфраструктура, информационный обмен, территориальное управление.

Цифровизация в рассмотренных исследованиях выступает средством организации взаимодействия, поэтому ее эффект зависит от сформированности экономической основы циркулярной цепочки. Платформа получает прикладное значение при наличии сведений о составе ресурсных потоков, характеристиках вторичного сырья, потенциальных потребителях, условиях логистики. Связь цифрового решения с конкретными процессами циркулярного обмена повышает его управленческую ценность и одновременно объясняет сложность оценки цифровизации через агрегированные региональные показатели.

Адресный характер экономической поддержки следует из распределения издержек между элементами циркулярной цепочки. Инфраструктурные затраты относятся к объектам коллективного использования, технологическая адаптация формируется на уровне конкретных производств, координационные издержки возникают в процессе согласования участников, информационные затраты связаны с поиском и сопровождением ресурсных соответствий. Единый финансовый инструмент охватывает ограниченную часть этой структуры, функциональное сочетание поддержки точнее соответствует экономике циркулярного проекта.

Рассмотренные источники подтверждают значение нормативного регулирования, распределения функций участников, процедур взаимодействия, государственного сопровождения. Конкретный состав институциональных инструментов зависит от характеристик ресурса, организационной формы проекта, количества участников, способа использования инфраструктуры. Последующая разработка механизма может быть направлена на классификацию соответствующих процедур для различных отраслевых моделей промышленного симбиоза.

Применимость предложенного механизма зависит от качества информации о ресурсных потоках, технологической совместимости производств, структуре затрат циркулярного проекта.

Заключение

Региональная готовность к внедрению циркулярных моделей определяется сочетанием фактически достигнутого уровня ресурсной циркуляции, потенциала промышленного симбиоза, инфраструктурной обеспеченности, организационной зрелости взаимодействия предприятий. Диагностика этих параметров формирует исходную основу для отбора циркулярных проектов и последующего картирования ресурсных связей.

Отраслевая структура задает конфигурацию циркулярной цепочки через свойства ресурса, технологическую совместимость производств, сложность адаптации, состав участников. Материальные межпроизводственные потоки ориентируют механизм на устойчивость обмена ресурсами, технологически сложные проекты увеличивают роль научно-образовательных организаций, модели жизненного цикла продукции требуют перестройки связей внутри цепочки создания стоимости.

Инструменты поддержки распределяются по источникам ограничений проекта. Инфраструктурные решения обеспечивают подготовку и перемещение ресурсов, экономические меры воздействуют на переходные издержки, институциональные инструменты закрепляют процедуры взаимодействия, цифровые средства организуют информационный обмен и мониторинг, координационные структуры связывают участников проекта. Организационно-экономический механизм приобретает последовательную форму через диагностику территории, отраслевую оценку, проектирование кооперации, подбор поддержки, мониторинг результатов.

Литература

1. Гераськина А. А. Организационно-экономический механизм управления взаимодействием предприятий промышленной интеграции на основе платформенного подхода // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. 2026. № 2. С. 128–137. DOI 10.47576/2949-1894.2026.2.2.016.
2. Головина Т. А., Авдеева И. Л. Развитие циркулярной экономики в сфере обращения с отходами на территории Арктической зоны // Среднерусский вестник общественных наук. 2024. Т. 19, № 1. С. 172–190. DOI 10.22394/2071-2367-2024-19-1-172-190.
3. Золотарева В. П., Ивкова Е. А., Савина С. Д., Тятенко А. К. Циркулярные бизнес-модели в конкурентных стратегиях: отечественный и зарубежный опыт // Современная конкуренция. 2023. Т. 17, № 4. С. 27–38. DOI 10.37791/2687-0657-2023-17-4-27-38.
4. Колобов Р. Ю. Влияние концепций промышленного симбиоза на формирование нормативно-правовой базы экономической деятельности: российский и зарубежный опыт // Russian Journal of Economics and Law. 2025. Т. 19, № 2. С. 257–272. DOI 10.21202/2782-2923.2025.2.257-272.
5. Косолапова Н. А., Матвеева Л. Г., Никитаева А. Ю., Чернова О. А. Драйверы формирования циркулярной экономики: теория vs практика // Terra Economicus. 2023. Т. 21, № 2. С. 68–83. DOI 10.18522/2073-6606-2023-21-2-68-83.
6. Миронова Д. Ю., Баранов И. В., Шеин В. М. Роль университета в управлении зонами промышленного симбиоза // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2022. № 4 (51). С. 129–137. DOI 10.17586/2310-1172-2022-15-4-129-137.
7. Миронова Д. Ю., Тимахович И. В., Помазкова Е. Е., Жаркова Ю. В. Концепция промышленного симбиоза: опыт применения в различных странах и перспективы реализации в России на примере Псковской области // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2022. № 2 (49). С. 129–141. DOI 10.17586/2310-1172-2022-16-2-129-141.
8. Мочалова Л. А., Еремеева О. С., Подкорытов В. Н. Идеи циркулярной экономики в реализации промышленных экосистем в России // Journal of New Economy. 2024. Т. 25, № 1. С. 32–37. DOI 10.29141/2658-5081-2024-25-1-5.
9. Никитаева А. Ю., Шестопалова О. С. Оценка уровня развития циркулярной экономики в регионах России // Региональная экономика. Юг России. 2022. Т. 10, № 3. С. 97–109. DOI 10.15688/re.volsu.2022.3.10.
10. Чернова О. А. Оценка регионального потенциала промышленного симбиоза // Journal of New Economy. 2024. Т. 25, № 3. С. 90–111. DOI 10.29141/2658-5081-2024-25-3-5.

Development of organizational-economic mechanisms for implementing circular models in a regional industrial complex: sectoral specifics and support instruments

Skryapkin S.A., Lyamin B.M.
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 focuses on organizational-economic mechanisms for implementing circular models within a region's industrial complex, taking into account the sectoral structure of production, inter-enterprise resource linkages, and conditions for inter-organizational cooperation. The study's relevance stems from the fact that closing production cycles depends on the technological compatibility of resource flows, infrastructure availability, the institutional environment, and the stability of inter-firm interactions. The research aims to develop an organizational-economic mechanism that links regional conditions for circularization with the choice of cooperation forms and support instruments for circular projects. Methods employed include the analysis of academic literature, comparative analysis, classification, logical-analytical analysis, generalization, and synthesis. The study draws on Russian research from 2022–2026 concerning circular business models, industrial symbiosis, industrial ecosystems, digital coordination, regional diagnostics, and institutional frameworks. Its scientific novelty lies in the functional alignment of regional potential assessment, the sectoral differentiation of circular solutions, the organization of cooperation, and the targeted selection of support instruments. The findings are applicable to the design of regional programs for the circular transformation of industry.

Keywords: circular economy, regional industrial complex, industrial symbiosis, circular business models, industrial ecosystem, resource flows, digital platform, state support, inter-sectoral cooperation, circularization.

References

1. Geraskina A. A. Organizational and economic mechanism for managing the interaction of industrial integration enterprises based on a platform approach // Innovative Economy: Information, Analytics, Forecasts. 2026. No. 2. P. 128–137. DOI 10.47576/2949-1894.2026.2.2.016.
2. Golovina T. A., Avdeeva I. L. Development of the circular economy in the waste management sector within the Arctic Zone // Central Russian Bulletin of Social Sciences. 2024. Vol. 19, No. 1. P. 172–190. DOI 10.22394/2071-2367-2024-19-1-172-190.
3. Zolotareva V. P., Ivkova E. A., Savina S. D., Tyatenko A. K. Circular business models in competitive strategies: domestic and international experience // Modern Competition. 2023. Vol. 17, No. 4. P. 27–38. DOI 10.37791/2687-0657-2023-17-4-27-38.
4. Kolobov R. Yu. The influence of industrial symbiosis concepts on the formation of the regulatory framework for economic activity: Russian and international experience // Russian Journal of Economics and Law. 2025. Vol. 19, No. 2. P. 257–272. DOI 10.21202/2782-2923.2025.2.257-272.
5. Kosolapova N. A., Matveeva L. G., Nikitaeva A. Yu., Chernova O. A. Drivers of circular economy formation: theory vs. practice // Terra Economicus. 2023. Vol. 21, No. 2. P. 68–83. DOI 10.18522/2073-6606-2023-21-2-68-83.
6. Mironova D. Yu., Baranov I. V., Shein V. M. The role of the university in managing industrial symbiosis zones // Scientific Journal of ITMO University. Series "Economics and Environmental Management". 2022. No. 4 (51). P. 129–137. DOI 10.17586/2310-1172-2022-15-4-129-137.