Организация и ресурсное обеспечение строительства модульного гостиничного комплекса: поточное планирование, геодезический контроль и инженерные ресурсы

Луков Алексей Владимирович
кандидат технических наук, доцент, кафедра «Испытаний сооружений», НИУ МГСУ, vokul@yandex.ru,

Жилкина Людмила Павловна
магистр, кафедра «Испытаний сооружений», НИУ МГСУ

Авторы предлагают организационно-технологическую модель строительства внутриплощадочной инженерной сети модульного гостиничного комплекса на действующей площадке Московской области. Учебный сценарий охватывает десять жилых модулей, общественный блок, 260 м сети и 143 м³ траншеи. Критический путь составляет 64 рабочих дня, плановый срок с резервом 10 % — 71 день; PERT проверяет резерв, но сохраняет зависимость от экспертных оценок. Взвешенные оценки равны 3,40 для траншеи, 3,30 для ГНБ и 4,15 для комбинированной схемы. Временные ресурсы составляют 60 000 лм, 62,9 кВА и 2,25 м³/мин. Геодезический бюджет 18,7 мм имеет учебный статус: приёмочные допуски назначает проект. Разрешение работ, контроль до скрытия и цифровая передача образуют единый производственный контур.

Ключевые слова: модульное строительство, гостиничный комплекс, организация строительства, внутриплощадочная инженерная сеть, календарное планирование, горизонтально направленное бурение, геодезический контроль, Московская область.

Введение

Обзоры модульного строительства связывают сокращение площадочных операций с переносом работ на завод, одновременно отмечая ограничения логистики и качества сопряжений [2–4]. Основания, проезды, наружные сети и вводы требуют отдельной площадочной организации. В рассматриваемой модели заводская готовность модулей поэтому увязана с календарём инженерных работ и передачей исполнительной документации.

На действующем объекте необходимо сохранять гостевые и аварийные маршруты. Открытая траншея, несогласованная разгрузка или неизвестная коммуникация могут остановить эксплуатацию. По СП 48.13330.2019 график должен отражать последовательность, готовность фронта, исходные данные и условия перехода [5].

Last Planner System предусматривает снятие ограничений до выдачи задания [6, 7]. В модели в сменный план входят работы, обеспеченные проектом, материалами, доступом, исполнителями, техникой и контрольными документами. Принципы ISO 31000 [8] применены к проверке рисков и достаточности исходных данных перед началом операции.

Цель исследования — увязать календарь внутриплощадочной сети с ресурсами и геодезическим контролем без остановки модульного комплекса в Московской области. Расчётные значения относятся к учебному сценарию; производство работ требует технических условий, изысканий и утверждённой рабочей документации.

1 Исходные данные и расчётная схема

Терминология принята по ГОСТ Р 71617-2024 [1], изыскания и климатические данные рассматриваются по [10, 11]. Требования к газовой сети определяют по её назначению и границам [12, 13]: стандарты [14, 15] относятся к газораспределению, [19] — к газопотреблению. Давление, диаметр, глубину и способ пересечения назначают по техническим условиям и проекту.

Таблица 1
Параметры расчётной модели и пределы их применения

Характеристика	Принято	Применение и ограничение
Состав комплекса	10 жилых модулей и общественный блок	Учебная модель числа ответвлений и интерфейсов
Пиковая тепловая нагрузка	50 кВт	Укрупнённая величина; уточняется по расчёту выбранного оборудования
Пиковый расчётный расход газа	6,0 м³/ч	Организационная оценка; проверяется гидравлическим расчётом
Протяжённость сети	260 м	Основа ведомости объёмов и графика
Объём траншеи	143 м³	Ориентир для механизации; меняется после профиля трассы
Режим	Действующий гостиничный объект	Определяет зонирование, логистику и режим шумных работ

В модели формируют перечень работ, поток по захваткам, сетевой график с резервом, матрицу технологии и бюджет геодезических ошибок. Результаты оформляют графиком, расчётными таблицами и цифровым исполнительным комплектом. Тарифы, параметры оборудования и экспертные оценки относятся к данным сценария, а не к обязательным нормам.

2 Организация потока и приёмка скрываемых работ

Гостевые маршруты отделяют от работ ограждением. Разгрузку, сварку и подъём выполняют в согласованные с эксплуатацией окна. До механизированной разработки геодезист уточняет коммуникации трассопоиском и шурфами, мастер проверяет согласования владельцев. Выемку, основание и засыпку фиксируют в ППР по СП 45.13330.2017 [16].



Рисунок 1 – Управление потоком работ по захваткам

Захватки назначены по узлам и пересечениям. Земляное звено сдаёт отметку и основание, монтажное — соединения и положение трубы, завершающее — координаты, засыпку и восстановленный участок. Новый фронт открывают после приёмки предыдущей операции. Для ГНБ заранее подтверждают профиль и свободный коридор; открытый участок ограничивают по длине.

Таблица 2
Последовательность работ на одной захватке

Операция	Исполнители	Длительность	Результат до перехода
Разбивка, трассопоиск, шурфы	Геодезист и 2 рабочих	0,5–1 смена	Подтверждённые коммуникации
Ограждение и снятие покрытия	Машинист и 2 рабочих	0,5 смены	Принятая граница работ
Траншея и основание	Машинист и 3 рабочих	1 смена	Отметка, уклон и состояние дна
Сварка и контроль	2 сварщика и 2 монтажника	1–1,5 смены	Журнал и протоколы соединений
Укладка и арматура	4 монтажника и машинист	0,5–1 смена	Проверенное положение трубы
Исполнительная съёмка	Геодезист и мастер	0,25–0,5 смены	Координаты до скрытия
Обсыпка и засыпка	Машинист и 3 рабочих	1 смена	Послойная приёмка
Восстановление	3 рабочих	0,5–1 смена	Акт состояния территории

Захватку проходят за 3–4 дня с частичным совмещением операций. Остановки сохраняют: геодезист снимает трубу до засыпки, соединение не закрывают до проверки, испытание начинают после оформления акта готовности [5, 12, 14, 15, 19].

3 Календарный расчёт и обеспечение ресурсами

Критический путь рассчитан по связям сетевого графика; внешнее технологическое присоединение в площадочный цикл не входит. Работы C, D, E и H запускают по готовым захваткам, оборудование и вводы монтируют параллельно. Поэтому общий срок меньше суммы продолжительности отдельных операций.

Таблица 3
Сводный календарный план работ

ID	Работа	Рабочие дни	Логическая связь
A	Мобилизация, ограждение, временные сети	8	Начало
B	Съёмка, разбивка и шурфы	7	Частично параллельно A
C	Траншеи и основания	19	После B по захваткам
D	ГНБ на пересечениях	8	После B
E	Сварка, контроль и укладка подземной сети	24	После приёмки фронтов C и D
F	Пункт редуцирования и вводы	18	После A и поставки
G	Надземные участки и модульные интерфейсы	20	После готовности опор и вводов
H	Съёмка, засыпка и восстановление	20	По захваткам после E
I	Испытания и устранение замечаний	10	После E, F и G
J	Пусконаладка и передача	7	После H и I

По связям таблицы 3 критический путь составляет 64 рабочих дня. Десятипроцентный управленческий резерв округлён вверх, чтобы сохранить принятую долю запаса:

$$T_plan = \text{ceil}[T_crit \times (1 + \rho)] = \text{ceil}[64 \times 1{,}10] = 71 \text{ рабочий день.}$$

Авторский расчёт по методу PERT [28] даёт 8,00; 7,00; 32,00; 10,17 и 7,17 дня: суммарно 64,34 дня при стандартном отклонении 2,64 дня. Нормальное приближение даёт 91,8 % для 68 дней и 99,4 % для 71 дня при независимых длительностях и неизменном критическом пути. Общие поставки и ограничения доступа могут нарушать эти допущения.

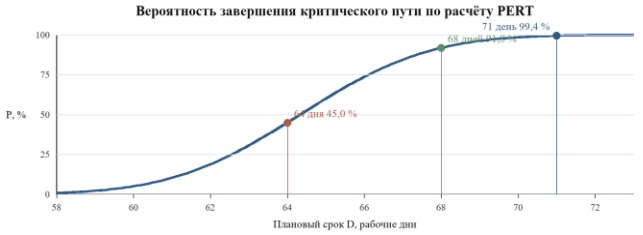


Рисунок 2 – Вероятность завершения работ по критическому пути

Ресурсы определены для одной активной захватки. Бригада измеряет освещённость люксметром; электрическую мощность уточняют по паспортам и графику одновременной работы; расход воздуха — по составу потребителей. Коэффициент стеснённости включают в смету после документального сопоставления условий с Методикой № 421/пр в актуальной редакции [18].

Расчёт освещения задаёт ориентир, а норму выбирают по операции и проверяют измерением [17]. Генератор 100 кВА имеет запас к 62,9 кВА; при вводе 63 кВА график должен развести тяжёлые сварочные и насосные нагрузки.

Таблица 4
Проверка основных ресурсов

Ресурс	Расчёт	Принято	Контроль применимости
Освещение	20×900×1,5/0,55 = 49 091 лм	4×15 000 = 60 000 лм	Измерение освещённости; местный свет для точных работ
Электропитание	48,3/0,86×1,12 = 62,9 кВА	Источник 100 кВА	Паспорта, пусковые токи, запрет несовместимых нагрузок
Сжатый воздух	(1,8×0,7+0,9×0,6)×1,25 = 2,25 м³/мин	Организационно 3,0; компрессор 4,0 м³/мин	Давление, утечки, влагомаслоотделение
Труба	260×1,03 = 267,8 м	268 м	Рабочая раскладка и поставочная длина
Песчаное основание и обсыпка	0,55×0,32×220×1,18 = 45,7 м³	46 м³	Профиль, фактическая доля открытой прокладки
Персонал	Календарь технологических окон	13–15 чел. в пике	Раздельный учёт ИТР, рабочих и независимого контроля

4 Выбор технологии и экономические границы

Для трассы сопоставлены три технологических маршрута. Открытая траншея рациональна на свободном грунте, но увеличивает восстановление; ГНБ сохраняет покрытие и проезды, требуя подтверждённых профиля, площадок входа и выхода, локации головки и обращения с буровым раствором. Комбинированная схема выбирает способ отдельно для каждого участка.

$$S_i = \Sigma(w_j \times b_ij),\ \Sigma w_j = 1,\ b_ij \in [1; 5].$$

Таблица 5
Многокритериальная оценка способов прокладки

Критерий	Вес	Траншея	ГНБ	Комбинированный
Приведённая стоимость	0,30	4	2	4
Продолжительность	0,20	3	4	4
Влияние на эксплуатацию	0,20	2	5	4
Технологический риск	0,15	4	3	4
Контролируемость качества	0,15	4	3	5
Проверенный итог	1,00	3,40	3,30	4,15

Арифметическая проверка дала 3,30 балла для ГНБ и 4,15 для комбинированной схемы; лидер не изменился. Веса утверждают до оценки, после изысканий и коммерческих предложений матрицу пересчитывают.



Рисунок 3 – Итоговая взвешенная оценка способов прокладки

Сценарное сравнение источников энергии задаёт границу применимости, а не безусловного лидера. При горизонте 10 лет и ставке дисконта 10 % минимальные приведённые затраты в принятой модели даёт централизованный природный газ. Резервуарный СУГ становится обоснованным при отсутствии технически или экономически приемлемого присоединения, необходимости резерва либо иной подтверждённой структуре цен. Капитальные и постоянные затраты таблицы 6 сохраняют сценарный статус.

Таблица 6
Сценарная граница выбора источника энергии

Вариант	Капитальные затраты	Приведённые затраты за 10 лет	Вывод внутри сценария
Централизованный природный газ	2,750 млн руб.	4,773 млн руб.	Минимальные затраты при доступном присоединении
Автономная резервуарная установка СУГ	2,600 млн руб.	8,560 млн руб.	Автономность при повышенных топливных расходах
Блочно-модульная котельная	3,650 млн руб.	6,302 млн руб.	Промежуточный результат; добавляются тепловые сети

Модель не задаёт универсальный радиус выгодного подключения: он зависит от стоимости подводящей сети, тарифов, нагрузки и срока. Решение принимают по техническим условиям и сопоставимым предложениям; независимо от источника сохраняются контроль интерфейсов и исполнительные данные.

5 Геодезический контроль и цифровая прослеживаемость

Геодезическая служба начинает с проверки исходной основы и передаёт координаты, отметки, полевые файлы и акты. СП 126.13330.2017 распространяет требования на инженерные сети, ГОСТ Р 51872-2024 — на исполнительную геодезическую документацию [22, 23]. Для измерений применяют средства, отвечающие законодательству об обеспечении единства измерений [24].

Точность рассматривается как бюджет независимых ошибок. Для учебной проверки приняты 10 мм для исходной сети, 15 мм для полевого измерения и 5 мм для центрирования и маркировки:

$$m_\Sigma = \sqrt{(10^2 + 15^2 + 5^2)} = 18{,}7 \text{ мм}; \quad K = 50 / 18{,}7 = 2{,}67.$$

Полученный запас относится только к условному плановому пределу 50 мм. Он не подтверждает высотный допуск и не заменяет назначение требований отдельно для трассы, дна траншеи, оборудования и модульного интерфейса. Паспортную точность GNSS нельзя уменьшать делением на корень из числа эпох без доказательства независимости; виртуальная VRS-база также не подменяет физическую длину до опорной инфраструктуры.

Таблица 7
Пригодность измерительных методов в учебной модели

Метод	2m в плане	2m по высоте	Назначение
GNSS-статика, база 0,3 км	8,04 мм	Отдельный бюджет	Опорная сеть
Сетевой RTK, репрезентативно 20 км	37,36 мм	50,99 мм	Плановая разбивка; высота не принимается
Тахеометр, 50 м	4,25 мм	≈4,25 мм	Разбивка и исполнительная съёмка
Нивелирование, ход 0,5 км	—	0,906 мм	Высоты и мониторинг осадок
Фотограмметрия с GCP, GSD 13 мм	39 мм	52 мм	Ортофото; не высотная приёмка
Воздушный LiDAR	89,8 мм	47,2 мм	Цифровая модель рельефа; не скрываемые точки



Рисунок 4 – Сравнение предельных ошибок измерительных методов

GNSS-статика формирует опорную сеть; RTK используется для оперативной плановой разбивки при независимом контроле; тахеометр принимает скрываемые точки; нивелирование обеспечивает высотный контроль. Фотограмметрия и LiDAR эффективны для ортофотоплана, рельефа и объёмов, но их пригодность подтверждается контрольными точками и отчётом точности. Требования к фотограмметрическим материалам и применению беспилотных систем задают профильные стандарты [25, 26].

В модели цифровой комплект включает план и профиль, координаты, полевые файлы, фотожурнал и отчёт точности; при наличии — облако точек или ортофотоплан. Система координат, версия, дата и связь с актом позволяют сопоставить участок сети, материал и протокол контроля. Такой порядок развивает общие принципы управления информацией ISO 19650-1 [9], не подменяя требования к исполнительной документации [23].

6 Безопасность и условия переноса модели

Работы повышенной опасности организуют с учётом условий допуска и оформления нарядов, предусмотренных применимыми правилами. Пожарные меры и охрану труда планируют по российским требованиям [20, 21]. ISO 45001 требует определить ответственность в системе управления охраной труда, но не заменяет обязательные нормы [27].

Таблица 8
Точки остановки и условия продолжения работ

Контрольная точка	Документ контроля	Запрещённое продолжение
Коридор трассы	Съёмка, шурфы, согласования владельцев сетей	Механизированная разработка без разрешения
Основание	Отметка, уклон, устойчивость и отсутствие воды	Укладка трубы на неприятое дно
Соединения	Журнал сварки и предусмотренный контроль	Скрытие непроверенного соединения
Открытая сеть	Исполнительная съёмка и фотопривязка	Полная засыпка без координат
Готовность к испытанию	Комплектность, заглушки, приборы и схема	Подача испытательной среды без акта
Допуск к пуску	Испытания, автоматика, обучение и комплект передачи	Подача газа без разрешения

Для другого объекта заново подтверждают состав модулей, топографическую основу, геологию, режим эксплуатации, технические условия, подъезды и восстановление. Сохраняют передачу по захваткам, приёмку до скрытия, раннюю проверку поставок и связь исполнительных данных с участком сети.

Выводы

Единица управления — захватка с заданным фронтом, исполнителями и результатом приёмки. Следующему звену её передают после измерений, протоколов и актов. Так процессы совмещают без преждевременного скрытия трубы и соединений на действующем объекте.

Для трассы 260 м критический путь составил 64 дня; семидневный резерв увеличил плановый срок до 71 дня. PERT подтверждает запас в границах экспертной модели, а еженедельно срок уточняют по снятым ограничениям и готовности поставок.

Матрица дала 4,15 балла комбинированной схеме, 3,40 — траншее и 3,30 — ГНБ. Способ выбирают по участку: траншею — на свободном грунте, ГНБ — под проездами, ручную разработку — у коммуникаций. После изысканий оценки пересчитывают.

Для активной захватки принято 60 000 лм, 62,9 кВА и 2,25 м³/мин. Запас подтверждают паспортами оборудования, графиком работы и площадочными измерениями.

Совокупная ошибка 18,7 мм сопоставлена с учебным пределом 50 мм; рабочий допуск задаёт проект. GNSS формирует основу, RTK обеспечивает разбивку, тахеометрия — скрываемые точки, нивелирование — высоты. Цифровой комплект завершает цикл и сохраняет данные для эксплуатации.

Литература

1. ГОСТ Р 71617-2024. Модульные здания и конструкции. Термины и определения. Классификация. М.: Российский институт стандартизации, 2024.
2. Zohourian M., Pamidimukkala A., Kermanshachi S., Almaskati D. Modular Construction: A Comprehensive Review // Buildings. 2025. Т. 15. № 12. Ст. 2020. DOI: 10.3390/buildings15122020.
3. Gurmu A., Fallah Tafti F., Mills A., Kite J. Defects in Modular Building Construction: A Systematic Lifecycle Review and Implications for Sustainable Delivery // Sustainability. 2026. Т. 18. № 8. Ст. 4000. DOI: 10.3390/su18084000.
4. Lawson R.M., Ogden R.G., Bergin R. Application of Modular Construction in High-Rise Buildings // Journal of Architectural Engineering. 2012. Т. 18. № 2. С. 148–154. DOI: 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000057.
5. СП 48.13330.2019. Организация строительства (с изм. № 1, 2). М.: Минстрой России, 2019.
6. Ballard H.G. The Last Planner System of Production Control: PhD thesis. Birmingham: University of Birmingham, 2000. URL: https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4789/ (дата обращения: 21.09.2026).
7. Daniel E.I., Pasquire C., Dickens G. Development of Approach to Support Construction Stakeholders in Implementation of the Last Planner System // Journal of Management in Engineering. 2019. Т. 35. № 5. Ст. 04019018. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000699.
8. ISO 31000:2018. Менеджмент риска. Руководящие указания. Женева: ISO, 2018.
9. ISO 19650-1:2018. Организация и цифровизация информации о зданиях и сооружениях, включая информационное моделирование (BIM). Управление информацией с использованием информационного моделирования. Часть 1. Понятия и принципы. Женева: ISO, 2018.
10. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения (с изм. № 1). М.: Минстрой России, 2016.
11. СП 131.13330.2025. Строительная климатология. М.: Минстрой России, 2025.
12. СП 62.13330.2011. Газораспределительные системы (с изм. № 1–4). М.: Минрегион России, 2011.
13. Постановление Правительства РФ от 29.10.2010 № 870 «Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления».
14. ГОСТ 34715.0-2021. Системы газораспределительные. Проектирование, строительство и ликвидация сетей газораспределения природного газа. Часть 0. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2021.
15. ГОСТ 34715.1-2021. Системы газораспределительные. Проектирование, строительство и ликвидация сетей газораспределения природного газа. Часть 1. Полиэтиленовые газопроводы. М.: Стандартинформ, 2021.
16. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты (с изм. № 1–4 в части, вступившей в силу). М.: Минстрой России, 2017.

17. ГОСТ 12.1.046-2014. Система стандартов безопасности труда. Строительство. Нормы освещения строительных площадок. М.: Стандартинформ, 2015.
18. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 № 421/пр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации» (ред. от 30.01.2026).
19. ГОСТ Р 58095.0-2024. Системы газораспределительные. Сети газопотребления. Часть 0. Общие положения. М.: Российский институт стандартизации, 2024.
20. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
21. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте» (ред. от 29.04.2025).
22. СП 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве (с изм. № 1, 2). М.: Минстрой России, 2017.
23. ГОСТ Р 51872-2024. Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения. М.: Российский институт стандартизации, 2024.
24. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
25. ГОСТ Р 58854-2020. Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомоделей застроенных территорий. М.: Стандартинформ, 2020.
26. ГОСТ Р 59169-2020. Строительные работы и типовые технологические процессы. Применение беспилотных воздушных судов при выполнении земляных работ. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2020.
27. ISO 45001:2018. Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда. Требования и руководство по применению (с Amd 1:2024). Женева: ISO, 2018.
28. Malcolm D.G., Roseboom J.H., Clark C.E., Fazar W. Application of a Technique for Research and Development Program Evaluation // Operations Research. 1959. Т. 7. № 5. С. 646–669. DOI: 10.1287/opre.7.5.646.

Construction organization and resource support for a modular hotel complex: flow planning, geodetic control and engineering resources

Lukov A.V., Zhilkina L.P.
NRU MGSU

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This study proposes an organizational and technological model for an on-site utility network of an operating modular hotel complex in the Moscow Region. The scenario covers ten accommodation modules, a public block, 260 m of pipeline and 143 m³ of trench. The critical path is 64 working days; a 10% management reserve gives 71 days. PERT tests that reserve but remains sensitive to expert estimates. Weighted scores are 3.40 for trenching, 3.30 for HDD and 4.15 for the combined method. Temporary resources equal 60,000 lm, 62.9 kVA and 2.25 m³/min. The 18.7 mm geodetic error budget is illustrative; design documentation governs acceptance. Work authorization, inspection before concealment and digital handover form one production control loop.

Keywords: modular construction, hotel complex, construction organization, on-site utility network, schedule planning, horizontal directional drilling, geodetic control, Moscow Region.

References

1. GOST R 71617-2024. Modular buildings and structures. Terms and definitions. Classification. Moscow: Russian Institute of Standardization, 2024.
2. Zokhuryan M., Pamidimukkala A., Kermanshachi S., Almaskati D. Modular construction: a comprehensive overview // Buildings. 2025. Vol. 15. No. 12. Art. 2020. DOI: 10.3390/buildings 15122020.
3. Gurmu A., Fallah Tufty F., Mills A., Kite J. Defects in modular building construction: a systematic review of the life cycle and implications for sustainable development // Sustainable Development. 2026. Vol. 18. No. 8. p. 4000. DOI: 10.3390/su18084000.
4. Lawson R.M., Ogden R.G., Bergin R. Application of modular structures in high-rise buildings // Journal of Architectural Engineering. 2012. Vol. 18. No. 2. pp. 148-154. DOI: 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000057.
5. SP 48.13330.2019. Organization of construction (with amendments No. 1, 2). Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2019.
6. Ballard H.G. The latest production control planning system: doctoral thesis. Birmingham: University of Birmingham, 2000. URL: https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4789 / (date of access: 09/21/2026).
7. Daniel E.I., Pasquair K., Dickens G. Development of an approach to support stakeholders in construction when implementing the Last Planner system // Journal of Management in Engineering. 2019. Vol. 35. No. 5. Art. 04019018. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000699.
8. ISO 31000:2018 standard. Risk management. Guidelines. Geneva: ISO, 2018.
9. ISO 19650-1:2018. Organization and digitalization of information about buildings and structures, including information modeling (BIM technologies). Information management using information modeling. Part 1. Concepts and principles. Geneva: ISO, 2018.
10. SP 47.13330.2016. Engineering surveys for construction. The main provisions (as amended No. 1). Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016.
11. SP 131.13330.2025. Construction Climatology. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2025.12.
SP 62.13330.2011. Gas distribution systems (with amendments No. 1-4). Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2011.
13. Decree of the Government of the Russian Federation dated 29.10.2010 No. 870 "On approval of the Technical Regulations on the safety of gas distribution and consumption networks".
14. GOST 34715.0-2021. Gas distribution systems. Design, construction and liquidation of natural gas distribution networks. Part 0. General requirements. Moscow: Standartinform,
2021.15. GOST 34715.1-2021. Gas distribution systems. Design, construction and liquidation of natural gas distribution networks. Part 1. Polyethylene gas pipelines. Moscow: Standartinform, 2021.
16. SP 45.13330.2017. Earthworks, foundations and foundations (with amendments No. 1-4 in the part that entered into force). Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017.
17. GOST 12.1.046-2014. A system of occupational safety standards. Construction. Lighting standards for construction sites. Moscow: Standartinform, 2015.
18. Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation dated 08/04/2020 No. 421/pr "On Approval of the Methodology for Determining the Estimated Cost of Construction, Reconstruction, Capital Repairs, Demolition of Capital Construction Facilities, and Conservation of Cultural Heritage Sites (Historical and Cultural Monuments) of the Peoples of the Russian Federation on the Territory of the Russian Federation" (as amended on 01/30/2026).
19. GOST R 58095.0-2024. Gas distribution systems. Gas consumption networks. Part 0. General provisions. Moscow: Russian Institute of Standardization, 2024.
20. Decree of the Government of the Russian Federation dated 09/16/2020 No. 1479 "On approval of the Rules of fire protection in the Russian Federation".
21. Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated 11.12.2020 No. 883n "On Approval of Labor Protection Regulations during Construction, reconstruction and Repair" (as amended on 04/29/2025).
22. SP 126.13330.2017. Geodetic works in construction (with amendments No. 1, 2). Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017.
23. GOST R 51872-2024. Executive geodetic documentation. Rules of implementation. Moscow: Russian Institute of Standardization, 2024.
24. Federal Law No. 102-FZ dated 26.06.2008 "On Ensuring the Uniformity of Measurements".
25. GOST R 58854-2020. Photogrammetry. Requirements for the creation of oriented aerial photographs for the construction of stereo models of built-up areas. Moscow: Standartinform, 2020.
26. GOST R 59169-2020. Construction works and typical technological processes. The use of unmanned aircraft during excavation work. General requirements. Moscow: Standartinform, 2020.
27. ISO 45001:2018 standard. Occupational health and safety management systems. Requirements and application guidelines (effective April 1, 2024). Geneva: ISO, 2018.
28. Malcolm D.G., Roseboom J.H., Clark K.E., Fazar U. Application of methodology for evaluation of research and development programs // Operations Research. 1959. Vol. 7. No. 5. pp. 646-669. DOI: 10.1287/description.7.5.646.