
Экономика строительства и операций с недвижимостью

УДК 69.003, 338.1

КУРБАТОВ ВЛАДИМИР ЛЕОНИДОВИЧ

д.э.н., к.т.н., советник РААСН, профессор кафедры проектирования зданий, городское строительство и хозяйство, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (Северо-Кавказский филиал) Россия, г. Минеральные Воды, E-mail: kurbatov_bgtu@list.ru

ВОЛКОВА СВЕТЛАНА ВЛАДИМИРОВНА

к.э.н., доцент кафедры экономических и естественно-научных дисциплин Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (Северо-Кавказский филиал), Россия, г. Минеральные Воды, e-mail: svetly2021@mail.ru

ШЕВЦОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА

к.э.н., доцент кафедры экономических и естественно-научных дисциплин Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (Северо-Кавказский филиал), Россия, г. Минеральные Воды e-mail: olichkanik888@mail.ru

DOI:10.26726/1812-7096-2024-5-126-134

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И ИНЖИНИРИНГ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. К прорывным технологиям относится внедрение цифровых технологий и инжиниринга в коммунальной и городской инфраструктуре. Мы анализируем нормативно-правовую базу ЖКХ, которая является правовой основой для внедрения цифровизации управления в сфере жилищно-коммунального хозяйства, исследуем перспективные направления, выделяем проблемы и пути их решения. Наиболее отрицательное влияние на цифровизацию это неопределенность и недостаточность в источниках финансирования техники, технологий, программных продуктов на стадии их обслуживания и эксплуатации. Отсутствует факт открытости в ресурсоснабжающих организациях ЖКХ в области газоснабжения и энергетики. Нет квалифицированных кадров ЖКХ для цифровизации. Оторванность производства от целей цифровизации. Создание специализированных инжиниринговых предприятий позволит значительно быстрее провести цифровизацию отрасли ЖКХ. В настоящее время нет четкости определения инжиниринговых услуг в ЖКХ. Содержание услуг требуется для детализации нормативной базы. Классификационные группировки не отражают виды работ – их экономический аспект, что ведет к отсутствию государственной системы в кодификации инжиниринговой деятельности. Инжиниринговые компании ЖКХ могут служить катализатором по внедрению инновационных продуктов и технологий, сократить дистанцию между разработками прежде всего в области цифровой трансформации отрасли и внедрением в производство. Производство и академическое сообщество отмечают недостаточным в объеме рынка инжиниринговых услуг и участия его в создании наукоемкой продукции.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), государственные автоматизированные информационные системы (ГИС ЖКХ), информационная модель (ИМ), цифровая информационная модель (ЦИМ), многоквартирный дом (МКД), управляющая организация (УО), методология, инжиниринг, цифровизация, технология информационного моделирования (ТИМ), цифровые финансовые активы.

KURBATOV VLADIMIR LEONIDOVICH

Dr.Sc of Economics, Ph.D. in Technical Sciences, Advisor to the RAASN, Professor of the Department of Building Design, Urban Construction and Agriculture, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (North Caucasus branch), Russia, Mineralnye Vody,
E-mail: kurbatov_bgtu@list.ru

VOLKOVA SVETLANA VLADIMIROVNA

Ph.D. in Economics, Associate Professor of the Department of Economics and Natural Sciences Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (North Caucasus branch), Russia, Mineralnye Vody,
e-mail: svetly2021@mail.ru

SHEVTSOVA OLGA NIKOLAEVNA

Ph.D. in Economics, Associate Professor of the Department of Economics and Natural Sciences Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (North Caucasus branch), Russia, Mineralnye Vody,
e-mail: olichkanik888@mail.ru

DIGITAL TRANSFORMATION AND ENGINEERING DURING OPERATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Abstract. Breakthrough technologies include the introduction of digital technologies and engineering in municipal and urban infrastructure. We analyze the regulatory framework of housing and communal services, which is the legal basis for the introduction of digitalization of management in the field of housing and communal services, explore promising areas, identify problems and ways to solve them. The most negative impact on digitalization is uncertainty and insufficient sources of financing for equipment, technologies, and software products at the stage of their maintenance and operation. There is no fact of openness in the resources of the supplying organizations of housing and communal services in the field of gas supply and energy. There are no qualified housing and communal services personnel for digitalization. The isolation of production from the goals of digitalization. The creation of specialized engineering enterprises will make it possible to digitalize the housing and communal services industry much faster. Currently, there is no clear definition of engineering services in housing and communal services. The content of the services is required to detail the regulatory framework. Classification groupings do not reflect the types of work – their economic aspect, which leads to the absence of a state system in the codification of engineering activities. Housing and communal services engineering companies can serve as a catalyst for the introduction of innovative products and technologies, reduce the distance between developments primarily in the field of digital transformation of the industry and introduction into production. Production and the academic community note the insufficient volume of the engineering services market and its participation in the creation of high-tech products.

Keywords: housing and communal services (housing and communal services), state automated information systems (GIS of housing and communal services), information model (IM), digital information model (CIM), apartment building (MCD), management organization (UO), methodology, engineering, digitalization, information modeling technology (TIM), digital financial assets.

Введение

В основных приоритетных направлениях развития народного хозяйства нашей страны предусмотрено внедрение в практику строительства и жилищно-коммунального хозяйства цифровых технологий. Это позволит использовать все возможности информационного моделирования для обеспечения цифровой стройки и создания навигационной базы данных для цифровых двойников различного уровня. Технологии информационного моделирования могут и должны поднять управление проектно-строительными процессами на новый уровень эффективности, обеспечить типовое проектирование, снизить затраты инвестиционно-строительного проекта и обеспечить прозрачность процессов.

Концепция методологической основы ЖКХ основывается на теоретической базе, инструментарии и объекте.

Методология бизнес-инжиниринга – это создание и изменение бизнес-процессов в процессе работы предприятия, которые документируются и сохраняются.

Этапы бизнес-моделирования:

- построение модели предприятия;
- определение перечня функций и требуемых ресурсов;
- закрепление за структурными подразделениями видов деятельности и бизнес-функций;
- построение бизнес-процессов предприятия с описанием системы взаимодействия участников;
- формирование перечня документооборота.

На этапе становления решения государственной программы «Цифровая экономика» важно обеспечение инжинирингового подхода к внедрению цифровых технологий в ЖКХ.

Программа цифровизации включает перевод с бумажных фото и иных носителей на машинные, создание электронных баз данных математических моделей и сложных систем нейронных сетей.

Автоматизация процессов в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве в наше время является магистральным направлением развития отрасли. Объединение действий в алгоритмы и системы позволяет не только экономить массу времени, но и упростить то, что раньше намечалось на дальнейшие перспективы.

На сессии Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), прошедшей 15-16 июня 2022 г., по тематике «Пространственное развитие России. Здания, город, территория», особое внимание уделялось более полному применению ТИМ в проектировании, строительстве и эксплуатации. Здесь же можно отметить проведение на общем собрании РААСН в 2023 г. Круглого стола, посвященного применению искусственного интеллекта в строительной отрасли, где отмечалась необходимость в ближайшие годы его внедрения в строительство и проектирование.

Материалы и методы исследования

Теоретической информационной методологической базой для внедрения цифровых технологий в ЖКХ при проведении научных исследований послужили данные государственной автоматизированной информационной системы ЖКХ, статистические данные, научные публикации на тему цифровизации и видов инжиниринговых услуг, модельный закон «Об инжиниринговой деятельности в инжиниринге» от 27 ноября 2020 года №51-7, ГОСТы, СНИПы, своды правил [3,4]. В процессе исследования использовались методы сравнительного и структурного анализа порталов информационных систем: «Государственной информационной системы (ГИС ЖКХ)»; «Наш город», центр управления комплекса (АИС ЦУ КГХ).

В результате практического анализа можно отметить, что использование западного программного обеспечения в настоящее время в России, по различным объективным причинам, подходит к своему завершению. И не только по причинам ухода вендоров с рынка нашей страны. Основная причина заключается в расширении несоответствия западного функционала и западных стандартов требованиям и амбициозным задачам отечественной цифровой экономики. Нашим государством принято решение полного импортозамещения, и этот процесс жизненно необходим, в том числе, по причинам информационной безопасности.

Знать о западном ПО нужно, но рассчитывать на него не стоит, а, соответственно, изучать нужно ПО основных отечественных производителей. Далее (ниже) будут представлены основные параметры некоторых значимых продуктов, позволяющие создать представление о них и не претендующее на полное раскрытие функционала. Следует объективно отметить, что в любом случае желательно подробнее ознакомиться с функционалом ПО и комплексами ТИМ по формированию и ведению ИМ от каждого из действующих в нашей стране вендоров, а также с возможностями их актуальных версий.

Актуальность темы исследования

В сложившейся экономической ситуации в России научные исследования преимущественно сконцентрированы в оборонной промышленности, инновационной политике, высоких технологиях. Отрасль ЖКХ в научных исследованиях значительно ниже научных структур и ученых, задействованных в сфере знаний инжиниринга, незначительно.

Ряд распоряжений правительства, касающихся стратегических направлений в области развития ЖКХ, требуют качественное научное обеспечение.

Система ЖКХ, как объект управления, базируется на научных знаниях в комплексе. Современные знания, имея пробелы в связи теории с практикой, не обеспечивают в полном объеме решение поставленных задач, методологические основы инжиниринга в ЖКХ являются частью решения [5].

Важным этапом при проектировании и формировании информационного моделирования является проверка его компонентов на всевозможные нагрузки и воздействия в соответствии с нормативными документами. Как правило, сложные инженерные расчеты осуществляют с использованием внешнего специализированного ПО, в которое выгружается специально подготовленная к расчету часть информационного моделирования. Некоторые программные комплексы, особенно из серии «тяжёлого САПР», имеют собственные (внутренние) расчетные модули, но как правило специализированного характера.

Отметим, что в настоящее время расчетного инженерного программного обеспечения отечественной разработки соответствующего уровня недостаточно, и проектные организации вынуждены временно пользоваться, в том числе, зарубежными аналогами. Основные расчетные программы сегодня выполнены с учетом и привлечением иностранных специалистов, и сегодня стоит задача, чтобы их заменить на отечественные аналоги. Отмеченную проблему намечено стратегически осуществить, в том числе, с использованием научного и технического потенциала специалистов стран БРИКС с учетом и развитием сотрудничества этих стран. Основой могут служить результаты решений саммита, прошедшего в Южноафриканской республике в августе текущего года. Данная координация позволит развивать участие нашей стране в наднациональных проектах, которые могут быть профинансированы вновь созданным банком развития стран БРИКС.

Цель исследования: применительно к системе инженерного обеспечения предприятий ЖКХ изложить методологию инжиниринга, его задачи в цифровизации.

Изложение основного материала исследования

Инжиниринговый подход обеспечивает эффективность процессов, их рациональность и целесообразность, повлияет на распределение ресурсов и системность при проведении цифровизации. Поскольку технологии находятся на подъеме, способы управления строительными проектами сегодня сильно отличаются от того, что было несколько десятилетий назад. Благодаря интеграции вычислительных инструментов и аналитики в процесс строительства разработка проектов стала более эффективной и экономичной. Одним из наиболее важных аспектов строительного процесса является управление и инжиниринг проекта. Роль строительной инженерии и менеджмента заключается в обеспечении эффективного и успешного выполнения проекта [6].

Соблюдение графика проекта и бюджета является одной из наиболее важных обязанностей строительной инженерии и менеджмента в строительных проектах.

Инжиниринг может применяться на всех направлениях цифровизации и должен интегрироваться в создании цифровой платформы и цифровых технологий. Вкладом инжиниринга в развитие отечественных технологий является создание банков цифровых моделей под конкретную задачу,

что позволит производить отбор более качественных решений под повторное исполнение. Необходимо создание облачного сервиса ЖКХ, с информацией отечественных программных продуктов, опыта эксплуатации, упрощения сбора данных.

В управлении с использованием технологий информационного моделирования разработана платформа ТИМ для целей управления жизненным циклом объектов строительства, которая должна взаимодействовать с другими информационными системами для обеспечения градостроительной деятельности [7].

Целью создания интегрированной структуры является консолидация накопленного опыта и профессиональные компетенции для оптимизации и повышения эффективности внедрения ТИМ технологий в строительстве и ЖКХ.

В ЖКХ цифровизация управления и эксплуатации находится в стадии зарождения. Рынки цифровизации: установка цифрового оборудования и программного обеспечения, обслуживание их на стадии эксплуатации, обслуживание на всех стадиях жизненного цикла дома.

Цифровая информационная модель системы управления ЖКХ [8] имеет текстовую и графическую часть: архитектурные, технические и технологические параметры, регламенты технического обслуживания и содержит [1]:

- формирование цифрового паспорта объектов ЖКХ;
- прозрачные и обоснованные тарифы, снижение издержек;
- цифровизация услуг;
- разработка стандартов оснащения домов интеллектуальными устройствами;
- внедрение в полном объеме делопроизводства;
- применение технологий информационного моделирования
- внедрение цифрового процесса финансовых активов [9].

Параметры валидации, ЦИМ объектов эксплуатации проверяются к уровню проработки ИМ, нормативными и техническими документами [10,11].

Цифровой паспорт объекта капитального строительства [12] имеет идентификационный номер. Это комплекс электронных документов, сведения об объекте на этапе выполнения работ: 3D модель объекта;

- рабочую документацию;
- генеральный план;
- модель виртуальной реальности;
- фото и видеоматериалы;
- данные лазерного сканирования.

Сегодня внедрение информационных технологий для управления производством во многих странах реализуется на уровне государственных программ цифровой трансформации экономики. С 01.09.2024 г. Постановление Правительства РФ от 23.11.2023 г. № 1969 в инвестиционную программу запланировало отечественную программу по созданию цифровой инфраструктуры для муниципальных предприятий обеспечивающих теплоснабжение, водоснабжение и водоотведение, к которой относятся компьютерные программы, информационные системы, интернет-сайты, технические средства обеспечивающие их работу.

Эксплуатирующие предприятия смогут включать в тарифы приобретение материалов для эксплуатации цифровой инфраструктуры, оплату работ и услуг цифровизации [13].

На базе государственной информационной системы ЖКХ до 2025 г. планируется внедрение ряда цифровых услуг для граждан и рынка ЖКХ, снижение издержек отрасли, разработка стандартов оснащения строящихся домов интеллектуальными устройствами [14].

В России с 24 января 2024 года определены 12 проектов по импортозамещению программного обеспечения в ИЦИК ЖКХ. Особо значимые проекты предназначаются для муниципальной, региональной, федеральной власти, управляющих организаций, надзорных органов и т.д.

Четыре проекта: система моделирования и управления эффективностью систем теплоснабжения; ПГУ; АСУ; ТП; единая система диспетчерского контроля и управления тепловыми системами. Два проекта для региональных операторов по обращению с ТБО и портал «Мой чистый регион». В рамках проекта «Цифровой водоканал» создается единая централизованная система расчетов, включающая контроль платежей и начисления.

Применение технологии информационного моделирования (ТИМ) Минстрой России ввел при реализации государственных проектов с 01.01.2022 г. коммерческих застройщиков многоквартирных домов в 2023 г., а индивидуального жилья с 2024 г. Наличие цифровой модели ТИМ позволит контролировать состояние всех систем инженерного обеспечения контролирующего здания, планировать своевременно текущий и капитальный ремонт [15].

То, что распространение информационного моделирования начало стимулировать правительство страны, является очень важным шагом. На сегодня ТИМ используется проектными компаниями крупнейших холдингов в промышленном строительстве и в коммерческих проектах. И такие гиганты как, например, РосАтом, Газпром, Мосинжпроект, GENPRO, АрхиПлюс, Девелоперская Группа ЗС, Группа Эталон давно проектируют с помощью ТИМ.

Но не все предприятия в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства освоили и внедрили в настоящее время информационные технологии. Так по оценкам специалистов, у примерно 8 % строительных компаний применение ТИМ находится на среднем уровне, а всего в 7 % процессы проектирования в организациях проходят в цифровом формате.

Проектирование с использованием ТИМ значительно эффективнее, поскольку затраты на серьезное программное обеспечение, а также затраты на специалистов, проектирующих в среде технологии, быстро окупаются.

Отечественные проектировщики в целом уже готовы к переходу на информационное моделирование, но рынок во многом зависит от заказчиков, для которых внедрение технологий в проектировании наиболее эффективно на крупных объектах.

В нашей стране в целом уровень цифровизации строительства в 2023 году, как в принципе и в большинстве стран мира, является недостаточно высоким и превышает в целом более 15 %. К инновациям специалисты российского рынка только подключаются. Причин много. Основная – недостаточная эффективность предлагаемых технологий, а также амбициозные требования отечественной цифровой стройки по выстраиванию цифровой вертикали и многочисленных цифровых горизонталей, и при этом – большое количество участников проекта: сам заказчик, генподрядчик, а также многочисленные субподрядчики; как следствие – необходимость длительных согласований, проверок, внесения изменений в документацию. Также это большое количество взаимосвязанных процессов, которые требуют много ресурсов, длительные жизненные циклы проектов и другие особенности инвестиционно-строительного проекта. Свою роль играет и цифровой консерватизм, нежелание вводить новые технологии с неявным экономическим эффектом. Это актуально не только для России, но и для мирового рынка. Работа, которую необходимо выполнять в строительной отрасли с помощью ИИ, требует технических и специфических отраслевых знаний и навыков. В этой связи всегда можно надеяться на экономический эффект от затрат на технологии. Пока внедрение многих цифровых решений, даже ТИМ только набирает темпы в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Например, сегодня компании могут применять дополненную реальность AR, от Augmented reality, она просто добавляет реальному миру слои, и виртуальная реальность VR, от Virtual reality, созданный компьютером мир, доступ к которому можно получить с помощью иммерсивных устройств: шлемов, перчаток, наушников, а также дронов, и другие продукты для создания красивой картинке, а не реального повышения эффективности. Затраты в этом случае больше, чем выгода.

Процесс использования цифровых технологий резко набрал скорость в 2020 году в связи с пандемией. В результате 85% компаний в России и 80% компаний в мире ускорили внедрение программ цифровизации процессов и, как следствие, их цифровой трансформации.

Организация работы процессов информационного моделирования на протяжении всего жизненного цикла ИМ нуждается в специальных технологиях, позволяющих обеспечивать внутренний и внешний документооборот, электронную архивацию, управление персоналом и многое другое, что дает возможность управлять процессами передачи данных из реального (физического) мира в ИМ и обратно, а также принимать управленческие решения. Часть из перечисленного обеспечивает среда общих данных (СОД), она же ТИМ, организующая информационное пространство, а для достижения определенных целей служит специальное программное обеспечение. При этом для этапа проектирования такое программное обеспечение развито наиболее сильно, а для остальных этапов жизненного цикла ИМ находится в процессе развития.

В широком смысле цифровизацией принято называть внедрение digital-решений, в частности,

нейросетей. Весь процесс обычно проходит в несколько этапов.

На первом этапе данные с физических носителей просто переводят в цифровой формат, что является стадией оцифровки.

Завершив её, можно приступить собственно к цифровизации. На этом этапе оцифрованные данные служат для упрощения и оптимизации процессов.

Но цифровизация – не финальный этап. За ней следует цифровая трансформация, то есть происходит глубокое преобразование бизнеса с опорой на digital-решения. В результате перед компанией открываются новые возможности, например, выйти в новые ниши или повысить выручку с помощью новой стратегии. Правда, это ещё не гарантия успеха, а лишь возможности.

Самые распространённые технологии искусственного интеллекта – это чат-боты, системы персонализированных рекомендаций в онлайн-магазинах и кинотеатрах и голосовые помощники вроде Siri или Алисы. Намного более сложные алгоритмы уже руководят строительством и разрабатывают новые лекарства.

Появилось такое понятие как цифровой двойник – виртуальная модель объекта или процесса. Городу он понадобился для того, чтобы эффективнее управлять инфраструктурой, например, «умными» светофорами, системами жилищно-коммунального хозяйства и общественным транспортом, следить за тем, как климатические изменения влияют на жителей и здания, моделировать разные варианты развития территорий и выбирать оптимальные.

Промышленным предприятиям цифровой двойник помогает прогнозировать разные сценарии и предсказать, когда нужно будет ремонтировать оборудование, а когда – менять. Ещё он может подсчитать, сколько именно сырья и в какой момент нужно иметь на складе. Разрабатываемое сложное промышленное оборудование тоже можно виртуально протестировать с помощью цифрового двойника в разных условиях. При этом не придётся тратить на физический прототип. По сути, создается целая система под названием «умное» предприятие, на котором многими процессами управляет искусственный интеллект. Главным для промышленности является возможность по частичной или, в некоторых случаях, полной автоматизации управления данными для принятий управленческих решений.

Жилищно-коммунальное хозяйство постоянно нуждается в поддержке технически исправного состояния и управления процессами жизнеобеспечения зданий и сооружений. После завершения строительства при помощи датчиков можно получать нужные данные о здании, контролируя его функциональность и предсказывая потенциальные аварийные ситуации. Используя ТИМ, можно вести учет оборудования, контролировать гарантийные обязательства, а также расход ресурсов. Здесь стоит отметить, что возможна интеграция с системами управления объекта. Более того, информационное моделирование может быть полезно и для управления недвижимостью: специальная технология информационной модели позволяет вести учет аренды, сдачи помещений, плановых ремонтных работ, взаимодействий с различными инстанциями. Кроме этого, ТИМ по ведению ИМ могут участвовать в процессах: по оценке управления, техническому аудиту, разработке планов развития объекта капитального строительства, здания, строения, сооружения.

Цифровые финансовые активы в ЖКХ обеспечат внедрение процессов сделки с недвижимостью, регистрацию прав до 1 дня, предоставление кредитов, страхование, сокращение сроков регистрации прав на жилье, увеличение доли сделок по приобретению недвижимости до 50% в цифровом формате [16].

Разработанные нормативные правовые акты позволяют использовать технологии информационного моделирования. Государственная информационная система «Реформа ЖКХ» функционирует и направлена на решение конкретных задач, а также «Цифровой зрелости». Показатели внедрения обусловлены низкой кадровой и материально-технической готовностью поставщиков коммунальных услуг и организаций, оказывающих услуги ЖКХ на региональном и муниципальном уровнях [17].

Цифровые технологии в любой отрасли приводят к экономической целесообразности перехода от ряда автоматизированных бизнес-процессов к их качественно новому информационному и коммуникационному сопровождению организации и изменению самой системы организации производства.

Анализ ситуации, сложившейся в отрасли [18, 19, 20, 21], в целом позволяет предположить, что в профессиональной среде ЖКХ сформировался настоятельный запрос и существует острая потребность в едином системном подходе к отраслевым технологиям информационного моделирования и в разработке соответствующей всеобъемлющей концепции и стандартов. Разработка технической и нормативной документации в область информационного моделирования ЖКХ и объектов капитального строительства до сих пор осуществлялась бессистемно и разрозненно. Не сформирована единая концепция стандартизации данных. Единых направлений и этапов решения практических задач информатизации данных отраслей не было.

Заключение

Для более эффективной работы по внедрению цифровых технологий в отрасли ЖКХ целесообразно создание специализированных инжиниринговых компаний по цифровизации отрасли и оказанию услуг по консультативному, технологическому и финансовому инжинирингу. Это позволит более интенсивно выявлять проблемы и решать их.

Литература

1. Griffith A., Sidwell T. *Constructability in Building and Engineering Projects* // Red Globe Press London. Vol. 185.P. VIII. 1995. Pp. 107-123.
2. Лычагина А. А., Деменев А. В. *Оптимизация сферы ЖКХ посредством технологических инноваций // Сервис в России и за рубежом. – 2020. – Т. 14. № 5(92). – С. 164-174.*
3. ГОСТ Р 70773 – 2023 *Национальный стандарт Российской Федерации. Услуги управления многоквартирными домами. Подготовка предложений по вопросам содержания и ремонта общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме.*
4. ГОСТ Р 58179 – 2018 *Инжиниринг в строительстве.*
5. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шубин И.М., Волкова С.В. *Информационное моделирование и искусственный интеллект в современном строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве: учебное пособие. - Москва: Издательство АСВ, 2023. - 420 с.*
6. Никифорова Т. И., Нижальская Н. И. *Цифровизация ЖКХ как основа развития отрасли // Индустриальная экономика. – 2022. – Т. 2. № 4. – С. 125-129.*
7. Яковлева И. В. *К вопросу о цифровизации сферы жилищно-коммунального хозяйства // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 6-1. – С. 142-148.*
8. *Управление, эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома: учебное пособие / В. Л. Курбатов, В. И. Римшин, С. В. Волкова, Е. Ю. Шумилова. – Минеральные Воды: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – 616 с.*
9. *Управление организационной эффективностью инвестиционно-строительного комплекса и сферы ЖКХ: коллективная монография / О. В. Кудрявцева, С. Ю. Абдулова, А. П. Белик [и др.]. — Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ. 2022 г. — 134 с.*
10. Oberlender G. *Project Management for Engineering and Construction, Third Edition* // McGraw Hill. 3rd. Vol. 432. July 14, 2014. Pp. 163-176.
11. Медяник Ю. В., Хафизов Р. Р. *Инжиниринг в строительстве // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2020. – № 1(51). – С. 172-180.*
12. *Инвестиционно-строительный инжиниринг: учебное пособие / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге, А. Ю. Забродин // Москва: ЕЛИМА, ЗАО «Издательство «Экономика». 2009 г. -763 с.*
13. *Информационное моделирование в современном строительстве: цикл лекций / В. Л. Курбатов, В. И. Римшин, С. В. Волкова [и др.]. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – 322 с.*
14. Деменко О. Г., Тихомиров А. О. *Цифровая трансформация жилищно-коммунального хозяйства в России // Вестник университета. – 2018. – № 5. – С. 59-63.*
15. Huse Joseph A. *Understanding and Negotiating Turnkey and EPC Contracts. Second edition. London, 2002. 990 p.*
16. Кузнецов Б. О. *Развитие комплексного инжиниринга в строительстве на технологической платформе информационного моделирования // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 2(79). – С. 230-238.*
17. Зайченко М. В. *Инжиниринговые услуги в строительстве // Университетская наука. – 2020. – № 2(10). – С. 71-73.*
18. Masterman J. W. *An Introduction to Building Procurement Systems. E&FN SPON, London 2002. 239 p.*
19. Bakhareva O. V., Romanova A. I., Talipova L. F., Fedorova S. F., Shindina T. A. *On the Building Information*

Modeling of Capital Construction Projects Market Development // Journal of Internet Banking and Commerce. 2016. Vol. 21. № S3.

20. Aziz N.D., Nawawi A.H., Ariff R.M. *ICT evolution in facilities Management (FM): Building information modelling (bim) as the latest technology // Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2016, vol. 234, pp. 363-371.*

21. Жданчиков П. А., Ильина И. Н. *Цифровизация региональной градостроительной деятельности // Региональная экономика: теория и практика. – 2019. – Т. 17. № 11(470). – С. 2148-2168.*

References

1. Griffith A., Sidwell T. *Constructiveness in construction and engineering projects. Red Globe Press, London. Vol. 185.Pp. VIII. 1995. Pp. 107-123.*
2. Ly`chagina A. A., Demenev A. V. *Optimizaciya sfery` ZhKX posredstvom texnologicheskix innovacij // Servis v Rossii i za rubezhom. – 2020. – Т. 14. № 5(92). – С. 164-174. (rus)*
3. *GOST R 70773 – 2023 Nacional`ny`j standart Rossijskoj Federacii. Uslugi upravleniya mnogokvartirny`mi domami. Podgotovka predlozhenij po voprosam sodержaniya i remonta obshhego imushhestva sobstvennikov pomeshhenij v mnogokvartirnom dome. (rus)*
4. *GOST R 58179 – 2018 Inzhiniring v stroitel`stve. (rus)*
5. Kurbatov V.L., Rimshin V.I., Shubin I.M., Volkova S.V. *Informacionnoe modelirovanie i iskusstvenny`j intellekt v sovremennom stroitel`stve i zhilishhno-kommunal`nom xozyajstve: uchebnoe posobie. - Moskva: Izdatel`stvo ASV, 2023.- 420 s. (rus)*
6. Nikiforova T. I., Nizhal`skaya N. I. *Cifrovizaciya ZhKX kak osnova razvitiya otrasli // Industrial`naya e`konomika. – 2022. – Т. 2. № 4. – С. 125-129. (rus)*
7. Yakovleva I. V. *K voprosu o cifrovizacii sfery` zhilishhno-kommunal`nogo xozyajstva // Vestnik Altajskoj akademii e`konomiki i prava. – 2021. – № 6-1. – С. 142-148. (rus)*
8. *Upravlenie, e`kspluataciya i obsluzhivanie mnogokvartirnogo doma: uchebnoe posobie / V. L. Kurbatov, V. I. Rimshin, S. V. Volkova, E. Yu. Shumilova. – Mineral`ny`e Vody: Belgorodskij gosudarstvenny`j texnologicheskij universitet im. V.G. Shuxova, 2022. – 616 s. (rus)*
9. *Upravlenie organizacionnoj e`ffektivnost`yu investicionno-stroitel`nogo kompleksa i sfery` ZhKX: kollektivnaya monografiya / O. V. Kudryavceva, S. Yu. Abdulova, A. P. Belik [i dr.]. — Astraxan`: Astraxanskij gosudarstvenny`j arxitekturno-stroitel`ny`j universitet, E`BS ASV. 2022 g. — 134 c. (rus)*
10. Oberlander G. *Project management in engineering and construction, third edition. McGraw Hill. 3rd. Vol. 432. July 14, 2014. Pp. 163-176.*
11. Medyanik Yu. V., Xafizov R. R. *Inzhiniring v stroitel`stve // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel`nogo universiteta. – 2020. – № 1(51). – С. 172-180. (rus)*
12. *Investicionno-stroitel`ny`j inzhiniring: uchebnoe posobie / I. I. Mazur, V. D. Shapiro, N. G. Ol`derogge, A. Yu. Zabrodin // Moskva: ELIMA, ZAO «Izdatel`stvo «E`konomika». 2009 g.-763 s. (rus)*
13. *Informacionnoe modelirovanie v sovremennom stroitel`stve: cikel`kcij / V. L. Kurbatov, V. I. Rimshin, S. V. Volkova [i dr.]. – Belgorod: Belgorodskij gosudarstvenny`j texnologicheskij universitet im. V.G. Shuxova, 2022. – 322 s. (rus)*
14. Demenko O. G., Tixomirov A. O. *Cifrovaya transformaciya zhilishhno-kommunal`nogo xozyajstva v Rossii // Vestnik universiteta. – 2018. – № 5. – С. 59-63. (rus)*
15. Huse Joseph A. *Understanding and negotiating turnkey contracts and EPC. Second edition. London, 2002. 990 Pp.*
16. Kuznecov B. O. *Razvitie kompleksnogo inzhiniringa v stroitel`stve na texnologicheskoy platforme informacionnogo modelirovaniya // Vestnik grazhdanskix inzhenerov. – 2020. – № 2(79). – С. 230-238. (rus)*
17. Zajchenko M. V. *Inzhiniringovy`e uslugi v stroitel`stve // Universitetskaya nauka. – 2020. – № 2(10). – С. 71-73. (rus)*
18. Masterman J. W. *Introduction to building procurement systems. E&FN SPON, London, 2002. 239 Pp.*
19. Bakhareva O. V., Romanova A. I., Talipova L. F., Fedorova S. F., Shindina T. A. *On information modeling of capital construction projects market development. Journal of Internet Banking and Commerce. 2016. Vol. 21. No. S3.*
20. Aziz N.D., Navavi A.H., Ariff R.M. *The evolution of ICT in Facility Management (FM): Building Information Modeling (bim) as the latest technology. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2016, Vol. 234, Pp. 363-371.*
21. Zhdanchikov P. A., Il`ina I. N. *Cifrovizaciya regional`noj gradostroitel`noj deyatel`nosti // Regional`naya e`konomika: teoriya i praktika. – 2019. – Т. 17. № 11(470). – С. 2148-2168. (rus)*