Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2020, №1, Том 7 / 2020, No 1, Vol 7 <https://resources.today/issue-1-2020.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/09INOR120.pdf>

DOI: 10.15862/09INOR120 (<http://dx.doi.org/10.15862/09INOR120>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Каган П.Б. Повышение эффективности организационно-технологического проектирования в строительстве за счет его модернизации с использованием современных цифровых технологий // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020 №1, <https://resources.today/PDF/09INOR120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/09INOR120

For citation:

Kagan P.B. (2020). Improving the effectiveness of organizational and technological design in construction due to its modernization using modern digital technologies. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, [online] 1(7). Available at: <https://resources.today/PDF/09INOR120.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/09INOR120

УДК 69.003

ГРНТИ 50.51.02

Каган Павел Борисович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия

Доцент кафедры «Информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве»

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: kagan@mgsu.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=675553

Повышение эффективности организационно-технологического проектирования в строительстве за счет его модернизации с использованием современных цифровых технологий

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы развития цифровых технологий в строительстве. Актуальность внедрения цифровых технологий в строительстве определяется комплексом задач, поставленных в свете развитии всей цифровой экономики страны. Рассмотрены такие базовые нормативные документы, как: «Стратегия развития информационного общества РФ на 2017–2030 годы», Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», Указ Президента РФ № 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года".

Проблемы инновационного развития строительной отрасли предполагают комплексное внедрение цифровых технологий при решении различных задач производства строительных материалов, строительного проектирования и, собственно строительного производства. Одним из главных направлений цифровизации строительства является цифровизация проектирования, так как именно на данной стадии закладываются основные качественные характеристики будущей строительной продукции.

В частности, автором рассмотрены проблемы автоматизации формирования организационно-технологической документации. Определены тенденции развития цифровой экономики в строительной сфере. Дана классификация использования перспективных цифровых технологий в строительном проектировании и производстве.

Проведено обследование комплекса задач, возникающих в процессе проектирования организационно-технологической документации. Для эффективного решения задачи проектирования требуется использование системного подхода, предопределяющего возможность увязки решения локальных задач друг с другом, как в процессе исследования самого процесса проектирования организационно-технологической документации, так и при разработке автоматизированной системы ее формирования.

Существующая система проектирования организационно-технологической документацией уже не может решить перечисленных выше проблем. Выход видится в создании новых, цифровых технологий формирования организационно-технологической документации.

Ключевые слова: организационно-технологическое проектирование в строительстве; цифровые технологии; цифровизация строительства; цифровая трансформация; системы автоматизированного проектирования; информационная модель здания; BIM-технологии

Введение

Цифровизация строительства – непростая проблема, представляющая собой целый комплекс внедрения цифровых технологий при решении различных задач строительной отрасли. Одним из главных направлений цифровизации строительства является цифровизация проектирования, так как именно на данной стадии закладываются основные качественные характеристики будущей строительной продукции.

Существующие автоматизированные системы разработки проектной документации по организации и технологии строительства не обеспечивают в настоящее время дальнейшее расширение возможностей современной вычислительной техники из-за их ограниченности, негибкости "позадачной технологии", информационной разобщенности т. д.

После архитектурно-строительного и конструкторского этапа проектируется технологический процесс возведения объекта с учетом конкретных особенностей площадки и участников строительства.

Проектирование организации строительного производства – это целый комплекс работ, результатом которых является организационно-технологическая документация, содержащая организационно-технические условия деятельности производственных подразделений, обеспечивающие рациональное использование ресурсов и выпуск строительной продукции. Как показано в [1], «организация строительного производства должна обеспечивать взаимосогласованность всех организационных, технических и технологических решений для достижения конечного результата – ввода в действие объекта с необходимым качеством и в установленные сроки».

Методы

Существующий уровень цифровых технологий в области проектирования организации строительного производства не позволяет говорить о решении проблем автоматизации проектирования. «Программные средства не обеспечивают потребностей инженерных служб проектных и подрядных организаций в силу их локальности, негибкости "позадачной технологии", программно-информационной разобщенности» [2].

«Ощущается вакуум и в области научных основ решения проблем, стоящих перед когда-то мощной системой организационно-технологического строительного проектирования» [2].

Указом президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» запланировано создание так называемой экосистемы цифровой экономики РФ. Внедрение цифровых технологий, как показывают зарубежная и российская практика и теоретические исследования, реализуется на основе цифровых платформ, интегрирующих технологические процессы и формирующих цифровые сервисные системы, обслуживаемые новой категорией бизнес-структур соответствующей сферы – сервисными интеграторами, их значение в экономическом развитии строительной отрасли в значительной степени возрастает, однако, до сих пор недостаточно исследованы и разработаны механизмы и способы управления такими структурами и их оценки, а также сетевой взаимосвязи с другими экономическими субъектами и другие вопросы. Механизм осуществления такой взаимосвязи остается недостаточно изученным и определяет необходимость в развитии инструментария ее выявления, способов оценки и управления.

«Стратегия развития информационного общества РФ на 2017–2030 годы» определяет цифровую экономику, как «хозяйственную деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг.

По оценкам Всемирного экономического форума Global Construction 2030 и других мероприятий и организаций цифровизация экономики несет огромный экономический потенциал для бизнеса и общества в течение ближайшего десятилетия. Как на стадии проектирования и строительства объектов, в особенности крупных, полномасштабная цифровизация приведет к колоссальной экономии затрат – до 1,2 трлн долл., так и на стадии их эксплуатации – до 0,5 трлн долл. во все мире. В РФ признана необходимость ускорения процессов цифровизации в экономике для достижения конкурентоспособности позиций и интеграции в цифровом пространстве мировой экономики. Сегодня цифровые технологии не являются приоритетом только инновационных фирм, но являются необходимостью для всех предприятий, стали массовым явлением, в том числе в строительной отрасли, без глобальной сети не может существовать ни одно успешное предприятие. Проникновение цифровизации во все сферы экономики страны связано с повышением уровня сервисного потенциала социэкономических систем.

Цифровая экономика невозможна без цифровизации одновременно общества, бизнеса и правительства. Еще в 2011 году была принята «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р), в которой указано, что «...в круг секторов, обладающих потенциалом к быстрой адаптации передовых технологий, входят ... строительство...».

Реализация «потенциала цифровой экономики посредством непосредственного встраивания цифровых технологий в экономический механизм предприятий» позволит гарантировать конкурентные преимущества РФ на международном уровне [3]. Политическое решение по данному направлению принято в Программе «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. от 28.07.2017 № 1632-р).

В рамках государственной программы Российской Федерации "Информационное общество (2011–2020 годы)" (Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы) запланированы мероприятия по развитию информационной и телекоммуникационной инфраструктуры, внедрению информационных технологий в систему государственного управления и повсеместному внедрению электронного документооборота.

В Указе Президента РФ от 7 мая 2018 г. обозначен круг задач для решения к 2024 году, среди которых при разработке национального проекта в сфере жилья и городской среды необходимо модернизировать строительную отрасль, «...в том числе посредством установления ограничений на использование устаревших технологий и стимулирования внедрения передовых технологий в проектировании и строительстве...»; при реализации национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" должны быть обеспечены «...создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств; использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями...» и решены задачи: «...внедрение гражданского оборота на базе цифровых технологий...»; «...создание сквозных цифровых технологий преимущественно на основе отечественных разработок...»; «...преобразование приоритетных отраслей экономики и социальной сферы, включая ... строительство, городское хозяйство, ... финансовые услуги, посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений...».

Необходимо отметить, что производственные предприятия относятся к наиболее инертной сфере, использующей цифровые технологии, по сравнению, например, с финансовым сектором, энергетикой и др. Намечившаяся в мире тенденция к цифровизации экономики стимулирует производственную сферу, в том числе строительство, к активному внедрению цифровых технологий.

Известны труды по развитию цифровой экономики в России, например, работы ученых [4–15]. Накопленный опыт исследований показывает, что в цифровой экономике развитие инновационной цифровой среды является необходимостью для получения конкурентных преимуществ и развития экосистемы цифровой экономики РФ.

Согласно Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы, «многомерные системы проектного управления, интегрированные с системами моделирования и управления жизненным циклом объектов, нового уровня позволят обеспечить необходимое качество объектного и процессного анализа и управленческих решений, включая развернутые системы управления себестоимостью, сроками строительства, инвестиционными и проектными рисками. Внедрение проектного управления на базе современных информационных моделей должно способствовать реализации потенциала инновационного развития строительной отрасли».

В проекте Стратегии инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года определены тенденции инновационного развития архитектурно-строительного проектирования и задачи реализации государственной политики (п. 5.1.2 Стратегии).

Среди проблем, влияющих на качество проектных работ, качество разрабатываемой проектной документации и сроки ее подготовки, выявлено, среди прочих, несовершенство нормативно-правовой и нормативно-технической базы проектирования, несовершенство методологии и технологии проектирования, в том числе при типовом проектировании;

- отсутствие качественного отечественного программного обеспечения для выполнения проектных работ, использование устаревших программных комплексов для осуществления проектных работ и подсчета смет;
- отсутствие единых стандартов, определяющих основные стандарты и правила проектирования с применением технологии информационного моделирования объекта (BIM проектирование);

- несовершенство механизмов, обеспечивающих своевременное включение инноваций в документы технического регулирования строительной отрасли.

Результаты

Отсутствие нормативных баз для внедрения и использования технологий информационного моделирования в проектировании (BIM-проектирование) и, как следствие, невозможность внедрения современных технологий для реализации всех стадий жизненного цикла проекта, лишает возможности экономии бюджетных средств на этапе СМР, эксплуатации, реконструкции и ликвидации объекта.

На сегодняшний день автоматизированные компьютерные системы применяются на всех стадиях создания строительной продукции, например: Microsoft Project, Primavera, Spider Project, «Гектор: проектировщик-строитель», «ПЛАН 2000 Управление проектными работами», «1С: Подрядчик строительства 3.0. Управление строительным производством», «MyPrimavera», «ИСУП на базе Primavera 5.0», «Алтиус – Управление строительством» и многие другие.

Среди основных направлений цифровизации за рубежом, наряду с роботизацией, облачными технологиями, компьютерами и мобильными устройствами на стройке, центрами хранения информации BIG DATA, важное место занимают технологии информационного моделирования, которые существенно отличаются от прочих видов проектных работ. Их отличие – сбор и обработка данных об архитектурно-планировочных, конструктивных, экономических, технологических, эксплуатационных характеристиках объекта, объединенные в едином информационном поле BIM-модели (англ. Building Information Model или Modeling). В настоящее время организационно-технологическое проектирование в строительстве также ориентируется на BIM-моделирование. Декларируется, что с помощью BIM-технологий специалисты могут эффективно планировать, проектировать, строить и эксплуатировать здания и объекты инфраструктуры.

Все данные, заложенные в информационную трехмерную модель объекта, связаны между собой и взаимозависимы. Если к модели присоединить дополнительные параметры – время и стоимость, позволяющие рассчитать параметры строительных процессов еще до начала работ на объекте и планировать производственные процессы, то это уже будет, так называемая 5D-модель, которая призвана оптимизировать строительный процесс. Или, если заменить какой-либо материал или изделие, данная замена автоматически отразится в соответствующей технической и эксплуатационной документации на чертежах, на внешнем виде объекта и расходе ресурсов. Предполагается, что решения на основе BIM-технологии позволяют выполнять 4D-визуализацию процесса строительства, выявить возможные коллизии в документации, определить сметную стоимость повариантно, позволяют осуществлять обмен с заказчиками и контролирующими органами, оптимизировать процессы, сокращая расходы материалов, ускоряя продолжительность строительства и экономя средства¹.

Программные решения, реализующие BIM-моделирование в строительстве, могут иметь облачные хранилища, удаленный доступ и включают следующие, наиболее востребованные: AUTODESK REVIT, Revit Server, ARCHICAD, Tekla Structures, Tekla BIMsigh, MagiCAD, AutoCAD Civil 3D, GRAPHISOFT, Renga Architecture.

¹ BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – 239 с.

В числе отечественных подобных разработок можно привести пример системы управления проектами по сооружению сложных инженерных объектов, объектов капитального строительства Multi-D, разработанной Объединённой компанией АО «НИАЭП» – ЗАО «Атомстройэкспорт». Эта технология проектирования позволяет эффективно управлять бюджетом, сроками и качеством – главными параметрами проектирования и строительства. Другой пример – система оперативного мониторинга объектов капитального строительства СОМОКС – единое электронное пространство, созданное посредством интеграции информационных систем, используемых всеми специалистами – участниками проекта, от изысканий и проектирования до строительства [9].

Основные направления развития цифровых технологий в строительстве показаны на рис. 1.

Научно-техническая гипотеза исследования состоит в предположении возможности повышения эффективности организационно-технологического проектирования в строительстве за счет его модернизации с использованием современных цифровых технологий.

При этом должна быть сформулирована методология автоматизации организационно-технологического проектирования в строительстве, обеспечивающая организацию функциональных подсистем и решение важнейших задач.

Проведено обследование комплекса задач, возникающих в процессе проектирования организационно-технологической документации [2]. Формирование различных частей проекта носит разноплановый, взаимопротиворечивый характер. Для эффективного решения задачи проектирования требуется использование системного подхода, предопределяющего возможность увязки решения локальных задач друг с другом, как в процессе исследования самого процесса проектирования организационно-технологической документации, так и при разработке автоматизированной системы ее формирования.

Существующая система проектирования организационно-технологической документацией уже не может решить перечисленных выше проблем. Выход видится в создании новых, цифровых технологий формирования организационно-технологической документации.

Рисунок 1. Направления развития цифровых технологий в строительстве (разработано автором)

Обсуждение

В настоящее время Минстрой РФ готовится дополнить Градостроительный кодекс РФ понятием «информационное моделирование», а, по мнению заместителя министра строительства РФ Д. Волкова, внедрение BIM «...поможет в борьбе с административными барьерами, улучшит взаимодействие различных сторон в строительстве, а также усилит кооперацию в вопросах межгосударственного сотрудничества».

Все больше строительных корпораций переходит на BIM-модели: «ЦНИИпромзданий», например, приступило к разработке классификатора строительной информации для ведения и формирования BIM-моделей, «Полис Групп» также переходит на информационное моделирование, есть и другие примеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург А.В., Цыбульская О. Системы автоматизации организационно-технологического проектирования // Вестник МГСУ. 2008. № 1. С. 352–357.
2. Каган П.Б., Куликова Е.Н., Малыха Г.Г., Кулакова В.В., Шеина С.Г. Функционально-системный анализ и системотехника организационно-технологического проектирования в строительстве // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 9 (87). С. 11–16.
3. Толстых Т.О., Шкарупета Е.В., Гамидуллаева Л.А. Цифровое инновационное производство на основе формирования экосистемы сервисов и ресурсов // Экономика в промышленности, 2018, Том: 11, № 2. С. 159–168.
4. Асаул В.В., Лушников А.С. Внедрение элементов цифровой экономики в строительстве: отечественный и зарубежный опыт // Сборник «Экономические проблемы в архитектуре, градостроительстве и инвестиционно-строительной деятельности. Современное состояние и вызовы» – материалы Всероссийской научно-практической конференции членов РААСН, профессорско-преподавательского состава, молодых ученых СПбГАСУ и специалистов инвестиционно-строительной сферы. Санкт-Петербург, 2019. С. 89–93.
5. Вишнинецкая А.И., Аблязов Т.Х. Цифровая стратегия как основа цифровой трансформации строительных организаций // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 3А. С. 11–20.
6. Воробьев В.С., Сеницына А.С., Катымова К.В., Запашикова Н.П. Имитационное моделирование в структуре создания бим-технологий строительных проектов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. № 5 (713). С. 105–115.
7. Гинзбург А.В., Волков А.А. и др. Системы автоматизации проектирования в строительстве: учебное пособие // М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2014 г. – 664 с.
8. Дмитриев А.Н. Развитие цифровых методов оценки инноваций инвестиционно-строительных проектов для повышения их энергоэффективности // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 7. С. 13–20.
9. Дмитриев А.Н., Баршенкова К.А., Марченкова С.В. Концепция перехода на внедрение цифровых технологий информационного моделирования в московском строительстве // Сборник «Современные проблемы управления

- проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании» – материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной 112-летию РЭУ им. Г.В. Плеханова. Москва, 2019. С. 208–220.
10. Добрынин А.П., Черных К.Ю., Куприяновский В.П., Куприяновский П.В., Синягов С.А. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // International Journal of Open Information Technologies vol. 4, no. 1, 2016, С. 4–11.
 11. Корабельникова С.С., Корабельникова С.К. Цифровые технологии как элемент снижения рисков в строительстве // Дискуссия. 2019. № 2 (93). С. 18–27.
 12. Лескова Ю.Г. Применение информационных (цифровых) технологий в саморегулировании как условие развития строительной отрасли и правового регулирования // Гражданское право. 2018. № 5. С. 9–11.
 13. Семенов А.А. Подготовка специалистов в области BIM-технологий для развития цифровой экономики в строительстве. новые информационные технологии в архитектуре и строительстве // Материалы всероссийской научной конференции с международным участием. 2018. Издательство: Уральский государственный архитектурно-художественный университет (Екатеринбург). С. 44.
 14. Травуш В.И. Цифровые технологии в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 3. С. 107–117.
 15. Травуш В.И., Белостойкий А.М., Акимов П.А. Цифровые технологии в строительстве: декларации и реальность. Часть 2. Экспериментальные и натурные исследования, производство материалов, изделий и конструкций, материаловедение, экономика строительства, информационное моделирование // Сборник «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. 2018. С. 25–38.

Kagan Pavel Borisovich

National research Moscow state university of civil engineering, Moscow, Russia
E-mail: kagan@mgsu.ru

Improving the effectiveness of organizational and technological design in construction due to its modernization using modern digital technologies

Abstract. The article discusses the development of digital technologies in construction. The relevance of the introduction of digital technologies in construction is determined by a set of tasks set in the light of the development of the entire digital economy of the country. Such basic regulatory documents as: “The Strategy for the Development of the Information Society of the Russian Federation for 2017–2030”, the Program “Digital Economy of the Russian Federation”, Decree of the President of the Russian Federation No. 204 “On National Goals and Strategic Tasks of the Development of the Russian Federation for the Period until 2024” are considered.

The problems of the innovative development of the construction industry require the integrated implementation of digital technologies in solving various problems in the production of building materials, construction design and, in fact, construction production. One of the main directions of digitalization of construction is the digitalization of design, since it is at this stage that the basic qualitative characteristics of future construction products are laid.

In particular, the author examined the problems of automating the formation of organizational and technological documentation. The development trends of the digital economy in the construction industry are identified. The classification of the use of promising digital technologies in construction design and production is given.

A set of tasks arising in the process of designing organizational and technological documentation was examined. An effective solution to a design problem requires the use of a systematic approach that predetermines the possibility of linking the solution of local problems to each other, both in the process of studying the design process of organizational and technological documentation, and in developing an automated system for its formation.

The existing system of designing organizational and technological documentation can no longer solve the problems listed above. The way out is seen in the creation of new digital technologies for the formation of organizational and technological documentation.

Keywords: organizational and technological design in construction; digital technology; digitalization of construction; digital transformation; computer-aided design systems; building information model; BIM technology

REFERENCES

1. Ginzburg A.V., Tsybul'skaya O. (2008). Automation systems for organizational and technological design. *Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering*, 1, pp. 352–357 (in Russian).
2. Kagan P.B., Kulikova E.N., Malykha G.G., Kulakova V.V., Sheina S.G. (2018). Functional-system analysis and systems engineering of organizational and technological design in construction. *Science and Business: Development Paths*, 9(87), pp. 11–16 (in Russian).
3. Tolstykh T.O., Shkarupeta E.V., Gamidullaeva L.A. (2018). Digital innovative production based on the formation of an ecosystem of services and resources. *Economics in Industry*, 2(11), pp. 159–168 (in Russian).

4. Asaul V.V., Lushnikov A.S. (2019). Vnedrenie ehlementov tsifrovoy ehkonomiki v stroitel'stve: otechestvennyy i zarubezhnyy opyt. [*The introduction of elements of the digital economy in construction: domestic and foreign experience.*] Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, pp. 89–93.
5. Vishnivetskaya A.I., Ablyazov T.Kh. (2019). Digital strategy as the basis for the digital transformation of construction organizations. *Economics: yesterday, today, tomorrow*, 3A(9), pp. 11–20 (in Russian).
6. Vorob'ev V.S., Sinitsyna A.S., Katalymova K.V., Zapashchikova N.P. (2018). Simulation modeling in the structure of creating bim-technologies of construction projects. *News of higher educational institutions. Construction*, 5(713), pp. 105–115 (in Russian).
7. Ginzburg A.V., Volkov A.A. and etc. (2014). Sistemy avtomatizatsii proektirovaniya v stroitel'stve: uchebnoe posobie. [*Design Automation Systems in Construction: A Training Manual.*] Moscow: Publishing House Moscow Civil Engineering Institute – Moscow State University of Civil Engineering, p. 664.
8. Dmitriev A.N. (2018). Development of digital methods for assessing innovation of investment and construction projects to increase their energy efficiency. *Industrial and Civil Engineering*, 7, pp. 13–20 (in Russian).
9. Dmitriev A.N., Bareshenkova K.A., Marchenkova S.V. (2019). Kontseptsiya perekhoda na vnedrenie tsifrovyykh tekhnologiy informatsionnogo modelirovaniya v moskovskom stroitel'stve. [*The concept of the transition to the introduction of digital information modeling technologies in Moscow construction.*] Moscow: G.V. Russian University of Economics Plekhanova, pp. 208–220.
10. Dobrynin A.P., Chernykh K.Yu., Kupriyanovskiy V.P., Kupriyanovskiy P.V., Sinyagov S.A. (2016). Digital economy – various ways to the effective application of technologies (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA and others). *International Journal of Open Information Technologies*, 1(4), pp. 4–11 (in Russian).
11. Korabel'nikova S.S., Korabel'nikova S.K. (2019). Digital technologies as an element of risk reduction in construction. *Discussion*, 2(93), pp. 18–27 (in Russian).
12. Leskova Yu.G. (2018). The use of information (digital) technologies in self-regulation as a condition for the development of the construction industry and legal regulation. *Civil Law*, 5, pp. 9–11 (in Russian).
13. Semenov A.A. (2018). Podgotovka spetsialistov v oblasti BIM-tekhnologiy dlya razvitiya tsifrovoy ehkonomiki v stroitel'stve. novye informatsionnye tekhnologii v arkhitekture i stroitel'stve. [*Training of specialists in the field of BIM-technologies for the development of the digital economy in construction. new information technologies in architecture and construction.*] Ekaterinburg: Ural State University of Architecture and Art, p. 44.
14. Travush V.I. (2018). Digital technologies in construction. *Academia. Architecture and construction*, 3, pp. 107–117 (in Russian).
15. Travush V.I., Belostoykiy A.M., Akimov P.A. (2018). Tsifrovye tekhnologii v stroitel'stve: deklaratsii i real'nost'. Chast' 2. Ehksperimental'nye i naturnye issledovaniya, proizvodstvo materialov, izdeliy i konstruktsiy, materialovedenie, ehkonomika stroitel'stva, informatsionnoe modelirovanie. [*Digital technologies in construction: declarations and reality. Part 2. Experimental and field studies, production of materials, products and structures, materials science, construction economics, information modeling.*] Institute of Architecture, Construction and Transport, pp. 25–38.