ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ BIM-МОДЕЛИРОВАНИЯ В РОССИИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Получено: 28.07.2020 Поступило после рецензирования: 10.08.2020 Принято: 07.09.2020

УДК 330.341.12 JELD24 DOI 10.26425/2658-3445-2020-3-3-20-27

Возгомент Никита Владиславович

Специалист сметно-аналитического направления, НАО «Евроэксперт», г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-9431-4670

e-mail: nvozgoment@euroexpert.ru

АННОТАЦИЯ

Проанализированы общие проблемы процессов внедрения BIM-технологий в строительную отрасль экономики Российской Федерации. Определено влияние понятия научно-технического прогресса на развитие информационного моделирования в строительстве. Отражена концепция BIM-моделирования в экономической сфере. Рассмотрены этапы внедрения и проблемы принятия инновационных технологий в строительстве. Предложены варианты выхода из сложившейся практики организации взаимоотношений участников в процессах строительства.

Рассмотрены основополагающие и ключевые моменты процессов отечественной разработки программ информационного проектирования в строительной сфере и в экономике России в целом. Отражено влияние зарубежной инициативы и иностранного финансирования в функционал информационных проектировочных утилит программного обеспечения. Отражено влияние внедрения информационных BIM-технологий в процессы строительства на различных этапах застройки инвестиционного проекта: от разработки и проектирования до ввода в эксплуатацию, последующего использования и, при необходимости, сноса объекта. Представлены аргументы, обосновывающие необходимость развития BIM-моделирования в процессы строительства в России.

Дана современная трактовка понятия информационного моделирования в строительстве на территории Российской Федерации. Выдвинуто предположение о необязательности ввода информационного BIM-моделирования в России на всех допустимых масштабах (объемах) его технологического развития за рубежом. Представлены основные мероприятия, способствующие развитию прогресса процессов внедрения BIM-технологий на территории России в сферах строительства и в целом в отечественном бизнесе. Рассмотрены и систематизированы цели и задачи проведения цифровизации экономики, в том числе в строительстве. Обсуждаются функции проектирования в строительстве, перспективные вариации повышения качества строительных объектов и снижения уровня рисков и затрат по проекту.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

BIM-технологии, инвестиции, инвестиционная безопасность, моделирование, риски, строительство, цифровизация экономики.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Возгомент Н.В. Современные вызовы и перспективы развития BIM-моделирования в России в эпоху цифровизации // E-Management. 2020. № 3. С. 20–27.

INSTRUMENTAL AND MATHEMATICAL METHODS IN MANAGEMENT PROCESSES

MODERN CHALLENGES AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF BIM-MODELING IN RUSSIA IN THE AGE OF DIGITALIZATION

Received: 28.07.2020 Revised: 10.08.2020 Accepted: 07.09.2020

Nikita Vozgoment

Specialist in accounting, NJSC "Euroexpert", Moscow, Russia

ORCID: 0000-0002-9431-4670

e-mail: nvozgoment@euroexpert.ru

ABSTRACT

The article analyses the general problems of implementing BIM technologies in the construction industry of the Russian Federation. The paper determines the influence of the concept of scientific and technological progress on the development of information modeling in construction. The author reflects the concept of BIM modeling in the economic sphere. The study considers the stages of implementation and problems of adoption of innovative technologies in construction. The author suggests ways out of the current practice of organizing mutual relations between participants in the construction process.

The article considers the fundamental and key aspects of the processes of domestic development of information design programs in the construction sector and in the Russian economy as a whole. The paper reflects the influence of foreign initiative and foreign funding in the functionality of information design software utilities. The study reflects the impact of the introduction of information BIM technologies in the construction processes at various stages of the investment project development: from development and design to commissioning, subsequent use and, if necessary, demolition of the object. The author presents arguments that justify the need to develop BIM modeling in the construction processes in Russia.

The paper gives a modern interpretation of the concept of information modeling in construction on the territory of the Russian Federation. The author supposes that it is not necessary to introduce information BIM modeling in Russia at all acceptable scales (volumes) of its technological development abroad. The article presents the main activities that contribute to the development of progress in the implementation of BIM technologies on the territory of Russia in the construction sector and in general in the domestic business. The study considers and systematizes the goals and objectives of digitalization of the economy, including in construction. The paper discusses design functions in construction, promising variations of improving the quality of construction projects and reducing the level of risks and costs of the project.

KEYWORDS

BIM-technologies, construction, digitalization of the economy, investment security, investments, modeling, risks.

FOR CITATION

N.V. Vozgoment. Modern challenges and prospects for the development of BIM-modeling in Russia in the age of digitalization (2020) *E-Management*, 3 (3), pp. 20–27. DOI 10.26425/2658-3445-2020-3-3-20-27

Самосовершенствование – основное понятие, положившее начало истории человека. «Самое совершенство», чувство глубинного роста и самосознания человека постоянно двигало технический, технологический прогресс и напрямую было связано с уровнем нашего развития и познания окружающих процессов мира. Чем больше мы стремимся постичь, тем выше требуемая степень понимания и вовлеченности новаторов в процесс. Практически во всех сферах деятельности людей в наши дни ключевую роль играет следующая ступень вызова времени – информационные технологии.

Сферы производства товаров и обмена услуг стоят во главе потребительской ниши вот уже несколько десятилетий. Однако в настоящее время перед человеком все больше и больше возрастает значимость предварительной обработки и планирования собственной деятельности. Чем лучше план, чем точнее он был реализован на практике, тем выше ценностная значимость результата данного процесса планирования [Придвижкин, 2017]. Это выражается как в фактической экономии исполнителя (инициатора) затраченных средств на реализацию запланированного проекта, так и в наличии резерва его временной составляющей наравне с общим снижением риска невозможности успешного достижения цели данного мероприятия [Шарманов, 2019]. При условии, что это касается не только рассматриваемой нами далее отрасли строительства, но и практически любой деятельности человека, понимание «самосовершенствования» выходит на абсолютно новый уровень.

Условия современности заставляют продумывать огромное количество действий наперед. С учетом всего спектра возможностей, доступного в наше время, перед каждым человеком стоит задача грамотного планирования и распределения графика своей трудовой занятости. Безусловно, значимую роль играют нарастающие процессы цифровизации общественного уклада и, в частности, экономики, как отрасли. Что касается области строительства, то следует особо отметить все большее применение передовых достижений науки и техники непосредственно в процессах разработки и производства тех или иных зданий и сооружений, во многих объектах строительства как государственного заказа, так и частных инициатив.

Как практически во всех сферах взаимодействия людей, отрасль экономики оказывает значительное влияние на структурное содержание и развитие перспективных направлений науки и техники. Применительно к отрасли строительства, можно утверждать, что такой прорывной технологией в последнее время стало информационное моделирование и проектирование объектов (как государственного, так и частного) заказа. Призванная содержать в себе полную интерактивную карту строящегося здания и/или сооружения и прилегающих к ним территорий, данная система позволяет наглядно представлять исчерпывающую информацию об объекте, выполненную в едином 3D-пространстве. Такое нововведение в современности получило название BIM-моделирования.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Научно-технический прогресс, комплексное развитие науки и технологий, влияние практически на все отрасли промышленности наиболее отражается, разумеется, на стадии разработки и проектирования непосредственно самого строительного процесса. Благодаря фактическому внедрению технологии информационного моделирования впервые в 2002 г. в Лондоне, в Королевской инженерной академии Великобритании (Royal Academy of Engineering), стало возможным распространение контроля на всю вариативность управленческих решений на производстве, а зачастую, конкретно, с точки зрения экономических выгод, посредством попеременного сравнения изучаемых подходов. Одним из таких подходов и является информационное моделирование¹.

Разберемся, в чем его суть. Национальный комитет Соединенных Штатов Америки (National BIM Standard Committee), утверждает общепринятое понимание BIM-технологий применяемым в производстве. В записи заседания от 16 октября 2014 г., было вынесено следующее понимание данного термина «информационное моделирование зданий и сооружений» (Building Information Modeling, or Building Information Model, далее – BIM) – это цифровая визуализация и представление функциональных и физических свойств объекта на информационно-цифровой основе. Экстраполирование общих ресурсов знания об объекте строительства (застройки) позволяет проследить уровни развития и стадии жизненного цикла здания от создания концептуальной модели и представления до фактического (при необходимости) сноса здания [Romanovich and Simankina, 2016].

¹ Autodesk BIM 360 (2020), What is BIM level 2? ...Glad you asked. Режим доступа: <https://bim360.autodesk.com/what-is-bim-level-2> (дата обращения: 18.07.2020).

Согласно концепции BIM-проектирование представляет собой технологию процесса сбора и создания информационной модели здания и последующего использования данных об объекте на всех стадиях строительства, а также на всем жизненном цикле проекта: с момента проектирования/разработки и с учетом периода его эксплуатации до окончательного сноса/реконструкции. В конечном итоге мы имеем трехмерную интерактивную модель объекта, где учтены практически все архитектурные, технико-технологические и конструкторские разработки, результаты инженерных и строительных изыскания, и прочие характеристики строительного объекта, что оказывает существенное влияние на конечную стоимость проекта и степень потенциально возможных рисков в процессе его реализации.

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ

Физически BIM представляет собой трехмерную модель (или процесс создания модели – modeling) здания, являющуюся связующим звеном цифровой информационной базы данных об объекте, соответствующих каждому элементу задаваемой модели, что в целом определяет внутреннюю структуру проекта. При условии, что изменение внутри этой системы даже одного элемента в общей структуре проекта незамедлительно отразится на всей системе в совокупности, не остается сомнений, что такой информационный продукт можно считать конструктивным проектным решением для внедрения в отрасли экономики и, в частности, в строительную сферу. Отличительной особенностью такого метода (подхода) является наличие интерактивной де-факто единой целостности всего проекта строительства, где все элементы связаны не просто подробной визуализированной структурой представления, но и взаимозависимостью всех этапов осуществления строительного проекта. Разумеется, в данной схеме само за себя говорит осуществление контроля за каждым элементом и процессом деятельности. Возможность моделирования разнообразных ситуаций непосредственно по ходу строительства и потенциальное снижение общего уровня рисков проекта выступают здесь основополагающими критериями выбора при разработке бизнес-плана проекта строительства².

Однако в процессах внедрения BIM-моделирования на территории Российской Федерации имеются значительные задержки и проблемы на этапах государственной поддержки. Согласно результатам зарубежного опыта, данное проектное решение характеризуется как существенное сокращение сроков ввода объекта в эксплуатацию наравне со значительным увеличением показателей производительности работ и, что немаловажно, их качественных характеристик [Селютина, 2015]. BIM-проектирование помогает снизить себестоимость строительства всего объекта застройки, начиная с самых первых стадий по разработке и подготовке проекта, составлению проектной и рабочей документации и заканчивая последующими стадиями строительства и эксплуатации³.

Насколько государственное управление в наши дни медленно осваивает и форсирует внедрение BIM-технологий в строительство, настолько отечественные разработчики информационных технологий и инициатив в начале 2000-х гг. не только перенимали зарубежный опыт, но и активно участвовали в разработке и оптимизации программного обеспечения для модернизации стандартизации различных аспектов информационного проектирования в дизайне, проектировании, процессорных решений, литографии и строительстве. Для этого ориентировочно до 2010–2013 гг., около 16 лет, активно создавались научно-исследовательские центры на территории Российской Федерации (в основном, в г. Москва и г. Санкт-Петербург). Вместе с тем инициатива исходила не от государства, а с существенными вложениями в развитие таких научно-исследовательских центров зарубежных представителей разработчиков существующего программного обеспечения (далее – ПО) с целью его улучшения и оптимизации, а также привлечения отечественных специалистов информационных технологий. Под эгидой многих мировых производителей ПО в локальных аутсорсинговых центрах были созданы следующие инструменты, облегчающие работу в 3D-моделировании сложных процессов (CAD Software R&D'ed in Russia):

- CATIA from Dassault Systèmes;
- Open CASCADE Technology;

²Приказ Минстроя России № 1230/пр «Об утверждении свода правил «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах» от 18 сентября 2017 г. // СПС «КонсультантПлюс». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_292973/ (дата обращения: 18.07.2020 г.).

³Kodeks.ru (2019). Минстрой предложил ввести понятие BIM-технологий в Градостроительный кодекс 06.02.19. Режим доступа: <https://kodeks.ru/news/read/minstroy-predlozil-vvesti-ponyatie-bim-tehnologiy-v-gradostroitelnyy-kodeks> (дата обращения 18.07.2020).

- Altium Designer;
- ESPRIT from DP Technology;
- ARES from Graebert;
- Mentor Graphics;
- Cadence Design System и другие⁴.

Возникает вопрос, почему зарубежные специалисты советуют обращаться с вопросами по функционалу действующих проектировочно-информационных компьютерных утилит зарубежного ПО к российским разработчикам, усовершенствовавшим эти технологии, создавшим новые алгоритмы, применимые, в том числе в рассматриваемой нами области строительства, но вместе с тем не закрепленными в российской практике градостроительного образца [Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО, 2017]. Неясно, почему, когда Парламент Соединенных Королевств вводит обязательный мандат на применение 3D-моделирования во всех градостроительных проектах, получающим бюджетное финансирование и софинансирование, требуя тем самым полной финансовой, документальной проектной и имущественной документации до проектам, тем самым запуская уже вторую линию электронного делопроизводства по стране Level 2 BIM⁵ еще в апреле 2016 г. (сами технологии подобного образца впервые были применены в 1986 г. at GMW Computers Ltd, developer of RUCAPS software – referring to the software's use at London's Heathrow Airport), Россия, в свою очередь, спустя год только начала разрабатывать «дорожную карту» по внедрению технологий информационного моделирования на жизненные циклы зданий.

Не вызывает сомнения положительный эффект структурной составляющей информационного моделирования в строительстве объектов капитального строительства: сокращаются сроки проектирования таких объектов; повышается качество проектирования и будущего строительства; возможность ввода и изменения в модели по смене конструктивных и технических решений; моделирование вопросов аварийных и техногенных ситуаций; снижаются риски строительства⁶. Все это позволяет снижать трудоемкость выполняемых работ по графику производства работ, оптимизировать работу на строительных площадках, экономить заложенные в бюджете проекта средства, которые могут быть скорректированы еще при начальной разработке проекта и подготовке проектной документации.

Однако приведенные выше исключительные преимущества активно могут использоваться лишь на частных объектах строительства, не требующих государственного лицензирования или поддержки. На текущий момент, согласно отчету об исследовании эффективности применения BIM-технологий российскими организациями 2016 г., а также мнениям экспертов в области консалтинга и дистрибьюторских компаний в сфере комплексной автоматизации строительной отрасли, становится очевидным, что применение BIM-технологий на российском рынке с сегодняшним уровнем развития совершенно оправданно⁷. Более того, отчетные показатели демонстрируют увеличение KPI по каждому конкретному значению от 15–25 % (рост NPV, PI, IRR, снижение себестоимости, сроков ввода и пр.)⁸.

Бизнесмены выделяют ключевым фактором получения инвестирования любых инвестиционно-строительных проектов и, в частности, от государственной компании банковской структуры социально-экономического развития «ВЭБ.РФ», деятельность консалтинговых фирм, которые способны дать практические рекомендации при пользовании и создании на предприятиях внутренних BIM-компетенций и при составлении комплексного решения при решении задач информационного моделирования на всех этапах создания и актуализации модели. Также негосударственные компании (зачастую – оценки и консалтинга) активно используют дополнительные решения информационной составляющей при моделировании объекта инвестиционного проекта, например «5D Сметой», позволяющей вести учет стоимости каждого этапа смоделированного объекта на разных

⁴TAdviser (2019). Цифровые технологии в строительстве. Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровые_технологии_в_строительстве (дата обращения: 18.07.2020).

⁵ Redshift by Autodesk (2019), 3 Keys that will unlock the future of BIM in buildings. Режим доступа: <https://www.autodesk.com/redshift/future-of-bim/> (дата обращения: 18.07.2020).

⁶ Revit Modeling India (2019). Top 20 must read BIM articles. Режим доступа: <https://www.revitmodelingindia.com/latest-blog/top-20-must-read-bim-articles/> (дата обращения: 18.07.2020).

⁷ Сидоров А.Г. (2016). BIM. Лучшая практика внедрения ИТ-технологий в градостроительной сфере // Строительный эксперт. Режим доступа: <http://ardexpert.ru/article/4239> (дата обращения: 18.07.2020).

⁸ Redshift by Autodesk (2019). Что такое информационное моделирование зданий? 7 историй, которые иллюстрируют лучшее из BIM? Режим доступа: <https://www.autodesk.com/redshift/what-is-building-information-modeling/> (дата обращения: 18.07.2020).

стадиях жизненного цикла проектов, а также вносить технические доработки и изменения, непосредственно влияющие на всю модель строительства с четким и понятным отображением конечного результата рассматриваемой стоимости и общей модели проекта⁹. На текущий период основной проблемой внедрения нормативно-правовой базы в госструктуры является медленное узаконивание нормативно-технической и законодательной базы информационного моделирования в строительстве. Еще в начале 2017 г. были разработаны 4 основных этапа внедрения BIM-технологий в деятельность стройкомплекса Москвы, и реализация в 2019 г. объекта, проектирование которого велось по госзаказу, по словам заместителя мэра, с применением информационного моделирования, оказалась успешной.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

На текущий момент может показаться, что 3D-проектирование – пройденный этап в строительстве. Действительно, существуют технологии, позволяющие рассматривать объект капитального строительства не только в 3D-пространстве для измерения показателей соотношения и верстки размеров исходных моделей, к примеру по планировочным сетям вентиляции и кондиционирования, но и с учетом календарно-сетевого планирования, что представляет собой четырехмерное пространство для изучения. Последнее условно можно обозначить как эволюционировавшее 4D-моделирование, когда всего лишь добавление стоимости на каждый из существующих элементов проектно-сметной документации позволяет погрузиться в 5-форматную модель застраиваемого объекта (5D). Но и это не предел, на данный момент существуют и используются времени аспекты 6D-моделирования, позволяющие выполнять проектировку и планирование элементов окружающей среды и ландшафтной планировочной инфраструктуры, а также и 7D-модели, добавляющие сверху на всю картину визуализации строительного объекта его последующие обслуживание, оставляя тем самым данные проектной и рабочей документации не только как расходный материал «на постройку», но и дальнейшее использование метаданных для грамотного ведения хозяйства окружающей территории и повышения благосостояния людей, находящихся на фактическом объекте, построенном с использованием BIM-технологий, по сравнению с объектом, построенным без него.

Однако говорить о 6D-, 7D-моделировании на территории России еще рано. Более того, даже 4D-проектирование пока находится под большим вопросом в отечественном бизнесе и особенно в сфере строительства. С очередными переносами и заявлениями о разработке единых площадок на цифровой платформе строительства на сегодняшний день мы имеем:

- 1) утверждена программа развития цифровой экономики в России до 2035 г.;
- 2) утверждена программа повышения производительности труда в России 2018–2024 гг.;
- 3) с начала июля 2019 г. внесены изменения в Федеральный закон № 151¹⁰ в части обязательного применения информационных моделей BIM для объектов капитального строительства;
- 4) в феврале 2020 г. отменены два основополагающих BIM-стандарта на базе ИСО 19650-1,2:
 - ГОСТ Р 58439.1-2019 «Организация информации о строительных работах. Информационный менеджмент в строительстве с использованием технологии информационного моделирования. Часть 1. Понятия и принципы»;
 - ГОСТ Р 58439.2-2019 «Организация информации о строительных работах. Информационный менеджмент в строительстве с использованием технологии информационного моделирования. Часть 2. Стадия капитального строительства».

Эти отмены были вызваны противоречиями с Федеральным законом № 151, поскольку термин «информационный контейнер» содержал угрозу «национальной безопасности РФ» [Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО, 2017].

Таким образом, российские BIM-стандарты не продержались и полугодия (оба ГОСТа вступили в силу 1 сентября 2019 г.). Также до сих пор существуют вопросы по процедуре отмены самих ГОСТов в части юридической экспертизы. На сегодняшний день мы наблюдаем проявление цифровой отсталости страны,

⁹Revit Modeling India (2019). Top 20 must read BIM articles. Режим доступа: <https://www.revitmodelingindia.com/latest-blog/top-20-must-read-bim-articles/> (дата обращения: 18.07.2020).

¹⁰Федеральный закон № 151-ФЗ от 27.06.2019 г. «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» (ред. от 13.07.2020) // СПС «КонсультантПлюс». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_327710/ (дата обращения: 18.07.2020).

по сравнению с опытом внедрения такого рода технологий в свои строительные процессы. Однако недостаточная зрелость структуры государственного законодательного устройства не столько препятствует цифровизации экономики России в целом, сколько откладывает возможности для ее расширения и внедрения чего-то своего в более широком, государственном, плане, вероятно, структурно нового, что, наконец, позволило бы переосмыслить это недостающее отставание в развитии по технологическому укладу экономического строя России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из наиболее перспективных направлений развития экономики России в ближайшие 10–15 лет является цифровизация привычного уклада деятельности. Более того, это понятие характерно не только для рассмотренной нами ранее отрасли строительства, но и всей экономики в целом. Информационная модель строительства требует оперирования и взаимодействия с огромным количеством входных данных в процессах проектирования, застройки и последующего обслуживания объекта. Взаимодействие с данными этого программного обеспечения визуализации трехмерного моделирования допустимо с использованием языка сметных программ на основе уникального формата записи информации об объемах работ, применяемых индексах, расценках, коэффициентах и других параметрах ценообразования.

Имея адекватные системы управления, принимая управленческие решения в режиме реального реагирования и немедленного целенаправленного воздействия на объект, возможно снизить риски при застройке инвестиционного проекта строительства, а также ускорить ввод объекта в эксплуатацию и повысить общую доходность инициатора проекта посредством применения BIM-технологий в строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО* (2017). СПб.: Университет ИТМО. Т. 4. 288 с.
- Придвизжин С.В., Баженов О.В., Шевелева А.Е. (2017). *Bim-Lean-синергия. Инструменты технологического обеспечения бережливого строительства* // Экономика и управление: проблемы, решения. Т. 2. № 6. С. 98–104.
- Селютин Л.Г. (2015). Системный подход к решению задач в сфере проектирования и управления строительством // *Kant*. № 2 (15). С. 71–72.
- Шарманов В.В., Симанкина Т.Л., Мамаев А.Е. (2019). Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. № 12 (63). С. 113–124.
- Romanovich M., Simankina T. (2016). Urban planning of underground space: the development of approaches to the formation of underground complexes – metro stations as independent real estate objects // *Procedia Engineering*. No. 165. Pp. 1587–1594.

REFERENCES

- ITMO Universitet* (2017), Almanac of scientific works of young scientists of ITMO University [Al'manakh nauchnykh rabot molodykh uchenykh Universiteta ITMO], vol. 4, St. Petersburg, Russia. (In Russian).
- Pridvzhkin S.V., Bazhenov O.V. and Sheveleva E. (2017), "BIM-lean synergies. Tools for technological support of lean construction" ["Instrumenty tekhnologicheskogo obespecheniya berezhlivogo stroitel'stva"], *Economics and management: problems, solutions* [Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya], vol. 2, no. 6, pp. 98–104. (In Russian).
- Romanovich M. and Simankina T. (2016), "Urban planning of underground space: The development of approaches to the formation of underground complexes – metro stations as independent real estate objects", *Procedia Engineering*, no. 165, pp. 1587–1594.
- Selyutina L. G. (2015), "System approach to solving problems in the field of design and construction management" ["Sistemnyi podkhod k resheniyu zadach v sfere proektirovaniya i upravleniya stroitel'stvom"], *Kant*, no. 2 (15), pp. 71–72.
- Sharmanov V.V., Simankina T. L. and Mamaev A.E. (2019), "Construction risk control based on BIM-technologies" ["Kontrol' riskov stroitel'stva na osnove BIM-tekhnologii"], *Construction of Unique Buildings and Structures* [Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy], no. 12 (63), pp. 113–124.

TRANSLATION OF FRONT REFERENCES

- ¹ Autodesk BIM 360 (2020), "What is BIM level 2? ...Glad you asked". Available at: <https://bim360.autodesk.com/what-is-bim-level-2> (accessed 18.07.2020).

² Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation “On Approval of the Set of Rules “Information Modeling in Construction. Rules of Exchange between the Information Models of Objects and Models Used in Software Systems” No. 1230/pr, dated on September 18, 2017, *Legal reference system “ConsultantPlus”*. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_292973/ (accessed 18.07.2020).

³ *Kodeks.ru* (2019). The Ministry of Construction proposed to introduce the concept of BIM technologies in the Urban Planning code, dated on February 6, 2019. Available at: <https://kodeks.ru/news/read/minstroy-predlozil-vvesti-ponyatie-bim-tehnologiy-v-gradostroitelnyy-kodeks> (accessed 18.07.2020).

⁴ *TAdviser* (2019), “Digital modeling in construction”. Available at: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровые_технологии_в_строительстве (accessed 18.07.2020).

⁵ *Redshift by Autodesk* (2019), “3 Keys that will unlock the future of BIM in buildings”. Available at: <https://www.autodesk.com/redshift/future-of-bim/> (accessed 18.07.2020).

^{6,9} *Revit Modeling India* (2019), “Top 20 Must Read BIM Articles”. Available at: <https://www.revitmodelingindia.com/latest-blog/top-20-must-read-bim-articles/> (accessed 18.07.2020).

⁷ *Sidorov A.G.* (2016), “BIM. Best practices for implementing IT technologies in urban planning”. Available at: <http://ardexpert.ru/article/4239> (accessed 18.07.2020).

⁸ *Redshift by Autodesk* (2019). “What is building information modeling? 7 stories that illustrate the best of BIM?”. Available at: <https://www.autodesk.com/redshift/what-is-building-information-modeling/> (accessed 18.07.2020).

¹⁰ *Federal law No. 151-ФЗ dated on 27.06.2019* “About participation in shared construction of apartment buildings and other real estate objects and about modification of some legislative acts of the Russian Federation” (ed. from 13.07.2020), *Legal reference system “ConsultantPlus”*. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_327710/ (accessed: 18.07.2020).