

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

И. В. Сычева; Д. О. Карнаух; С. А. Лозицкий; К. Э. Мотузенко

ФГБОУ ВО «ДОННАСА», г. Макеевка

Аннотация. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации определяет переход на технологии информационного моделирования (далее – ТИМ) в качестве приоритетной задачи. В статье рассматривается механизм цифровой трансформации системы управления инвестиционно-строительным проектом (далее – ИСП) с использованием цифровых технологий. В работе проанализированы отечественные и зарубежные теоретико-методологические подходы к оценке эффективности использования технологий информационного моделирования при реализации ИСП. Обоснована потребность в формировании комплексной оценки экономической целесообразности внедрения ТИМ в процесс управления проектами. Проведенный анализ мирового опыта стран, успешно использующих цифровые технологии в строительстве, выявил основные причины низких темпов цифровизации при реализации инвестиционно-строительных проектов в нашей стране. Предложенный алгоритм действий по ускорению внедрения ТИМ в управление ИСП позволяет сократить сроки реализации проекта, оптимизировать затраты по фасилити-менеджменту, сформировать единую базу для хранения и обмена информацией, снизить затраты на реализацию ИСП в целом. В основе исследования лежат системный, процессный и ситуационный подходы, методы сравнительного и факторного анализа результатов зарубежного и отечественного опыта, метод графического моделирования.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровизация, технологии информационного моделирования, инвестиционно-строительный проект, управление инвестиционно-строительным проектом, программное обеспечение, затраты, анализ, экономическая эффективность.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Цифровизация экономики ставит перед промышленностью новые цели и задачи, меняет отношение к информационным технологиям, требует оперативного внедрения новых практик в привычные бизнес-процессы. Строительная отрасль активно стала переходить на цифровой формат для достижения «цифровой зрелости». Такой переход оценивается как один из важнейших факторов потенциального устойчивого развития экономики Российской Федерации. Такие кардинальные перемены связаны с тем, что объекты строительства стали высокотехнологичными, возросла сложность управления бизнес-процессами в инвестиционно-строительной сфере в условиях сокращения нормативных сроков реализации проектов. В результате чего наблюдается дефицит времени для получения и обработки необходимой информации с целью своевременного принятия рациональных управленческих решений. Наряду с этим современные ИСП из-за их технологической сложности стали информационно более насыщенными и этот фактор стремительно снижает эффективность традиционных методов управления на стадиях проектирования и реализации объекта капитального строительства (далее – ОКС). Внедрение ТИМ в области промышленного и гражданского строительства с целью поиска новых эффективных решений по управлению ИСП на базе цифровой информационной модели актуализирует исследование, которое нацелено на разработку алгоритма действий



*Сычева
Ирина Валерьевна*



*Карнаух
Дмитрий Олегович*



*Лозицкий
Сергей Андреевич*



*Мотузенко
Ксения Эдуардовна*

по ускорению внедрения цифровых технологий в управление проектами.

Целью исследования является развитие теории целесообразности внедрения технологий информационного моделирования в процесс управления инвестиционно-строительным проектом на всем протяжении его жизненного цикла.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Цифровизация в строительстве – это создание единого информационного пространства на всех фазах (этапах) реализации ИСП с целью снижения себестоимости готового продукта и сокращения сроков его производства с учётом всех основных и сопутствующих процедур для принятия решений по управлению инвестиционно-строительными проектами.

Проблемы цифровизации строительной отрасли рассмотрены в работах Лукмановой И. Г. Ухалкина Е. В., Вербицкого В. А., Талапова В. В. Исследованию вопросов эффективного внедрения ТИМ в сфере строительства посвящены работы Абакумова Р. Г., Астафьевой Н. С., Трофимовой О. М., Талапова В. В. и других ученых.

Начиная с 2014 г. в России реализуется «План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» (далее – План). По состоянию на начало 2024 года выполнение Плана затруднено из-за существующих субъективных и объективных причин: недостаточность проработанности нормативно-законодательной базы реализации ИСП в условиях цифровой экономики; дефицит специалистов по управлению ИСП с использованием технологий информационного моделирования; высокая стоимость программного обеспечения (далее – ПО), в основном зарубежного производства, низкие темпы импортозамещения в области ПО; отсутствие методов экономического обоснования целесообразности применения ТИМ на разных фазах (этапах) жизненного цикла ИСП. Основные проекты, составляющие процесс цифровизации в строительстве, перечислены в распоряжении Правительства РФ № 3883р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года» [1].

В основе цифровой трансформации строительной отрасли лежит реализация процессов внедрения цифровых технологий в управление ИСП:

- технология информационного моделирования;
- технология обработки больших данных;
- технология систем распределенного реестра;
- технология виртуальной и дополненной реальности;
- технология быстродействующих систем обработки информации;
- технология пространственного анализа и моделирования;
- технология в области искусственного интеллекта;

- технология интернета вещей;
- технология проводной и беспроводной передачи данных;
- технология телеметрии;
- технология микроэлектроники и радиоэлектроники.

Цифровая трансформация системы управления ИСП на протяжении всего жизненного цикла проекта предполагает использование цифровых технологий:

- для создания, сбора, накопления, обработки, контроля, хранения, представления и распространения разрешительной, проектно-сметной, исполнительской документации в виде цифровых информационных моделей и электронных документов;
- при формировании реестра нормативно-технических документов в машинопонимаемом и человекочитаемом виде;
- при реализации строительного надзора и строительного контроля;
- при реализации концепции «умный дом».

Использование программно-аппаратных средств и программного обеспечения отечественной разработки является главным приоритетом при обеспечении цифровой трансформации на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства [1]. Цифровизация строительной отрасли позволит решить существующие проблемы текущего состояния управления инвестиционно-строительными проектами (рис. 1).

Решение таких проблем за счет внедрения цифровых технологий окажет позитивное воздействие на строительную отрасль в целом и на оптимизацию управления ИСП в частности. Основными задачами цифровой трансформации в области управления ИСП являются:

- разработка цифровых систем поддержки принятия управленческих решений, отвечающих современным запросам по эффективному планированию, проектированию, эксплуатации и текущему управлению ОКС. Принимаемые решения по управлению ИСП должны быть направлены на достижение целей инвестирования и реализацию стратегических задач строительной отрасли в целом;
- минимизация «цифрового неравенства» инвестиционно-строительных компаний;
- формирование ресурсной базы для перехода к интенсивным методам реализации инвестиционно-строительных проектов и обеспечения безбарьерной цифровой среды;
- повышение уровня цифровизации цепочки застройщик – заказчик – проектировщик – подрядчик – фасилити-менеджер;
- обеспечение перехода на современные методы фасилити-менеджмента, основанные на технологиях искусственного интеллекта.

Одним из проектов цифровой трансформации строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года является ускорение процесса использования ТИМ на всех этапах жизненного цикла ОКС. Технология информационного моделирования – это комплексный подход и новый способ управления инвестиционно-строительным проектом на базе его цифровой информационной модели (далее – ЦИМ).



Рис. 1. Проблемы текущего состояния управления инвестиционно-строительными проектами

Управление ИСП с использованием ЦИМ – это новые методы в принципах формирования проектных команд, реализующих ИСП; это новые решения в области проектирования, строительства эксплуатации ОКС; это использование цифровых технологий в управлении информацией, коммуникациями и взаимодействием между участниками ИСП. По сравнению с традиционным подходом ТИМ обладает весомыми преимуществами, с помощью которых можно эффективно решить большой спектр задач в процессе реализации ИСП. Применение ТИМ повышает качество проектно-сметной документации (далее – ПСД), обеспечивает своевременный информационный обмен, повышает результативность управленческих решений, что в целом снижает затраты на этапе строительства. В ходе внедрения технологий информационного моделирования в процесс управления ИСП необходимо решить следующие задачи:

1. Применение ТИМ на всех этапах жизненного цикла реализации инвестиционно-строительного проекта.

2. Формирование базовых элементов цифровой экосистемы для использования технологиями информационного моделирования: единого классификатора строительной информации для стран Евразийского экономического союза; единых форматов обмена информационными моделями; реестра машиночитаемых нормативных правовых актов и нормативно-технических документов.

3. Обучение работников проектных, строительных организаций, службы государственной экспертизы навыкам использования технологий информационного моделирования.

4. Сокращение сроков проведения государственной экспертизы на всех этапах реализации ИСП.

5. Обеспечение проведения государственной экспертизы с применением технологий, основанных на алгоритмах искусственного интеллекта.

6. Сокращение сроков и стоимости инвестиционно-строительного проекта за счет выявления коллизий на ранних стадиях проектирования.

7. Перевод в электронный формат проектных, строительных, эксплуатационных услуг, связанных с реализацией ИСП.

Цифровая трансформация строительной отрасли в развитых странах началась достаточно давно. Компании, которые начали процесс цифровизации раньше, находятся в выигрыше: они могут не только перевести продажи и обслуживание клиентов в онлайн, но и минимизировать нахождение команды проектировщиков и менеджеров на строительной площадке, что дает несомненные конкурентные преимущества для отдельной компании. Более того, за счет увеличения глубины проникновения технологий информационного моделирования во внутренние процессы компаний, существенно увеличивается финансовый эффект, что является дополнительным аргументом, позволяющим упростить процесс финансового обоснования проектов внедрения цифровых технологий. Лучший международный опыт показывает, что применение BIM-технологий выходит далеко за рамки исключительного формирования 3D-модели как картинки. BIM-технологии в международных компаниях применяются во всех строительных процессах и на всех этапах реализации ИСП, что позволяет компенсировать и делать рентабельными возрастающие затраты на формирование BIM-модели по сравнению с традиционными чертежами в 2D. Компании увеличивают инвестиции в интеллектуальную обработку данных с целью экономии затрат и времени и более эффективного использования ресурсов. Так, например, в США в 2003 г. была сформулирована национальная программа 3D-4D-BIM Program, в соответствии с которой использование ТИМ стало обязательным для объектов строительства общественных зданий. Мировыми лидерами по уровню внедрения ТИМ в строительной отрасли являются Великобритания, США, страны ЕС и Сингапур. Эти страны достигли значительных успехов как по доле компаний, применяющих ТИМ в своей деятельности, так и по получаемому эффекту от использования данных технологий [2, 3]. В этих странах осуществляется государственная поддержка инвестиционно-строительных компаний, внедряющих цифровые технологии: разработаны дорожные карты перевода инвестиционно-строительной деятельности на ТИМ, государством выделяются гранты и субси-

дии, реализуется программа льготного кредитования. Поэтому, именно интенсификация цифровой трансформации выступает важным условием поддержания и повышения конкурентоспособности инвестиционно-строительной сферы Российской Федерации [4]. Ожидается, что в 2020–2025 годах рынок BIM-продуктов и услуг будет расти со среднегодовыми темпами +15 %. На рисунке 2 представлены значения показателей эффективности использования технологий информационного моделирования при реализации ИСП в странах-лидерах по внедрению информационных технологий [5].

Знаковым событием в конце 2021 г. стало утверждение Правительством РФ дорожной карты по использованию и внедрению технологий информационного моделирования в строительной отрасли. Предполагалось, что ТИМ ускорит процесс своевременного принятия управленческих решений, улучшит качество строительной продукции и будет способствовать сокращению сроков реализации ИСП, что в конечном счете повысит экономическую эффективность инвестиций. На рисунке 3, на основании данных Минстроя РФ, приведены значения ожидаемых результатов показателей эффективности от внедрения ТИМ в России.

В рамках исследования, проведенного в 2020 г. «ProTech в России: обзор практики применения BIM-технологий и инновационных решений в области проектирования», был проанализирован текущий уровень использования BIM-технологий и инновационных решений в области проектирования в России и в мире.

В представленном обзоре указано, что только 5–7 % компаний инвестиционно-строительной сферы России используют ТИМ. По состоянию на 2021 г. это значение увеличилось до 12 %. Для сравнения, в Великобритании в 2019 г. уровень использования ТИМ в инвестиционно-строительной сфере составил 73 %, в странах ЕС – 65 %, в США – 78 %, в Сингапуре – 80 %. На рисунке 4 представлена диаграмма Бью-Ричардса, которая описывает так называемые «уровни зрелости ТИМ» [6].

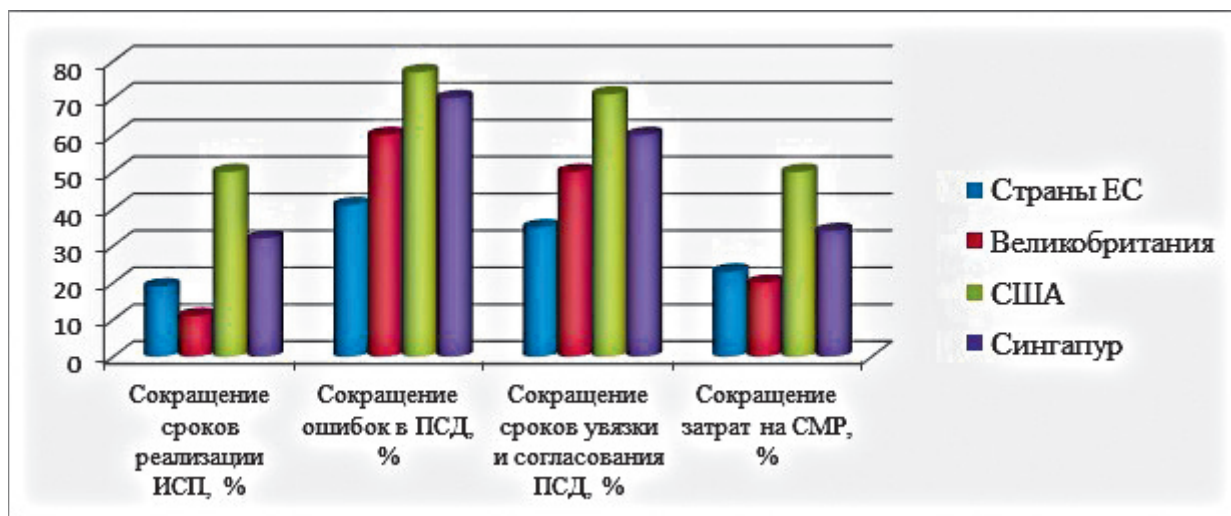


Рис. 2. Эффективность использования ТИМ при реализации инвестиционно-строительных проектов за рубежом



Рис. 3. Ожидаемые показатели эффективности от внедрения технологий информационного моделирования в Российской Федерации

Согласно этой диаграмме, Россия в настоящее время осуществляет переход с первого на второй уровень. В то же время США, Сингапур, страны ЕС и Великобритания уже находятся на втором уровне и переходят на третий [7, 8, 9]. В процессе цифровизации строительной отрасли необходимо, прежде всего, обеспечить интеграцию информационных моделей инвестиционно-строительных проектов и существующих государственных информационных систем [10]. Создание инструментария для цифровизации строительной отрасли является необходимым

условием для успешного внедрения ТИМ в управление ИСП и получения положительного экономического результата от его внедрения.

К сожалению, существующие методики расчета экономического эффекта в строительстве не учитывают специфику отрасли и не адаптированы к условиям применения ТИМ. До сих пор отсутствует единая системная стратегия развития использования ТИМ при реализации ИСП, в которой должны найти свое место все имеющиеся нормативные документы с указанием конкретных тактических планов,

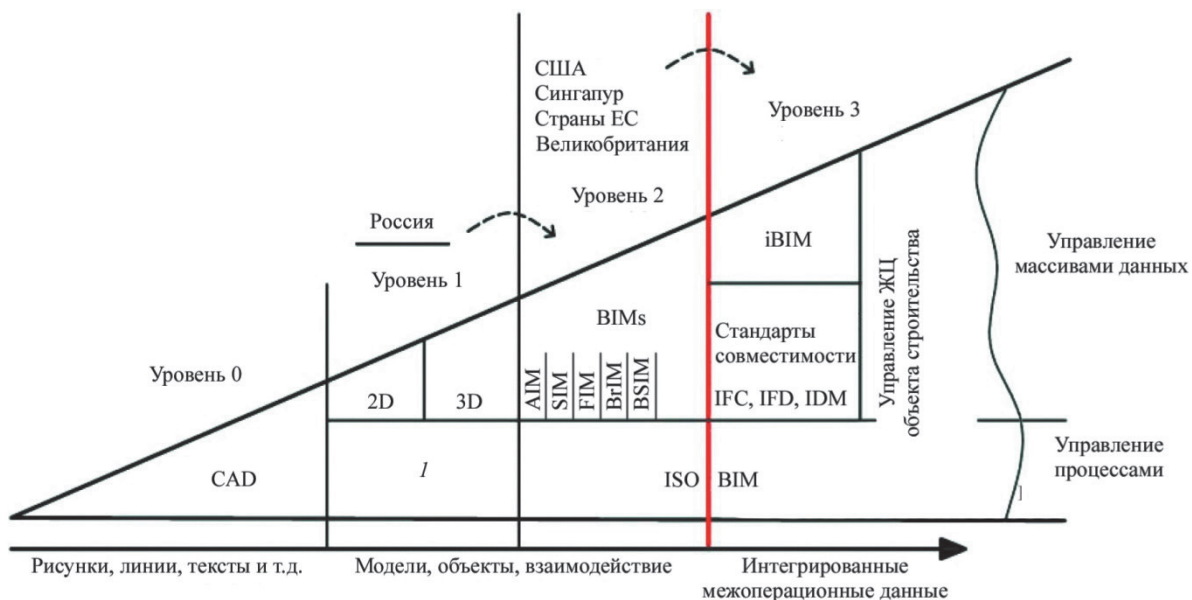


Рис. 4. Диаграмма Бью-Ричардса, описывающая уровни зрелости ТИМ (I – государственные и отраслевые стандарты проектирования, AIM – архитектурная информационная модель, SIM – конструктивная информационная модель, FIM – информационная модель оборудования, BrSIM – информационная модель дорог, BSIM – информационная модель инженерных сетей, iBIM – интегральный BIM, IFS – открытый стандарт для формата представления данных BIM, IFD – международный корпоративный словарь, IDM – инструкция по передаче данных)

мероприятий, действий, ответственных лиц, источников и размеров финансирования. Как отмечают эксперты, не все предприятия и даже крупные компании имеют достаточно средств на внедрение ТИМ. В России, как показывает опыт, стоимость проектирования с применением ТИМ дороже в среднем на 18-20 % по сравнению с традиционным проектированием. При этом нет стопроцентной гарантии, что эти затраты окупятся в рамках одного-двух проектов. Таким образом, существует острая необходимость в соответствующем методическом пособии, которое позволит пользователям и разработчикам ТИМ экономически обосновать целесообразность внедрения технологий информационного моделирования в процесс управления ИСП.

Для ускорения внедрения ТИМ необходимо сформировать общий алгоритм действий, методику выбора варианта ПО и методы расчета ожидаемого экономического эффекта на основе показателей эффективности применения технологий информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла ИСП. На рисунке 5 предлагается алгоритмом действий по ускорению внедрения ТИМ в управление инвестиционно-строительными проектами.

Согласно представленному алгоритму на этапе I рассматривается мировой опыт применения ТИМ в строительстве на различных этапах ЖЦ проекта, выявляются применяемые методики расчета эффективности ТИМ. Для разработки конкретной методики внедрения ТИМ на этапе II необходимо выполнить детальный анализ статистических данных исполь-

зования ТИМ в строительной отрасли Российской Федерации. После чего оценивается возможность адаптации существующих методик внедрения к специфике российской строительной отрасли, с анализом причин отставания развития ТИМ от мировых лидеров в области информационного моделирования (этап III) и с учетом текущего уровня применения ТИМ в России. Основным нормативным документом, действующим в Российской Федерации в области ТИМ, является СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». Для расчета ожидаемого экономического эффекта и выбора ПО на IV этапе определяются возможные пути ускорения внедрения ТИМ, предлагаются критерии и набор частных показателей, количественно оценивающих уровень конкретных результатов внедрения, достижение которых (или недостижение) позволило бы оценить в комплексе экономическую эффективность применения ТИМ при реализации ИСП.

На основании определенных критериальных показателей экономической эффективности производится оценка и выбор вариантов программного обеспечения (этап V) для каждого из этапов жизненного цикла ИСП. На VI этапе разрабатывается методика расчета интегрального показателя эффективности применения ТИМ при реализации ИСП. Величина показателя напрямую зависит от частных критериальных показателей:



Рис. 5. Алгоритм действий по ускорению внедрения ТИМ в управление ИСП

1. Снижение стоимости строительства за счет сокращения прямых затрат.

2. Сокращение затрат на условно-переменную часть накладных расходов в результате сокращения сроков реализации ИСП.

3. Сокращение затрат на корректировку проектной документации, более точный подсчет количества материалов без излишних запасов.

4. Сокращение затрат на переделку в процессе выполнения строительно-монтажных работ за счет своевременного выявления коллизий.

5. Сокращение дополнительных затрат, связанных с внедрением ТИМ.

На заключительном VII этапе предлагается применить разработанную методику для оценки эффективности использования ТИМ при реализации конкретного ИСП.

ВЫВОДЫ

На сегодняшний день цифровизация является неотъемлемой частью эволюционного развития экономики Российской Федерации. С каждым днём число инвестиционно-строительных компаний, использующих в своей работе цифровые технологии, увеличивается. Внедрение технологий информационного моделирования в управление ИСП позволяет значительно повысить эффективность управления проектом, обеспечить высокое качество строительной продукции, оперативно вносить изменения в проект и извлекать необходимые данные об ОКС, а также существенно облегчает процесс контроля хода выполнения работ, ускоряет принятие решений, снижает затраты и сокращает сроки строительства. Отсюда следует, что в современных реалиях использование цифровых технологий в управлении ИСП является одним из ключевых факторов повышения экономической эффективности инвестиционной деятельности.

Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года : Распоряжение Правительства РФ № 3883-р от 27 декабря 2021 г. [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/727688538> (дата обращения: 11.02.2024).
2. Ayinla, K. O. Bridging the digital divide gap in BIM technology adoption [Электронный ресурс] / K. O Ayinla,

Z. Adamu // *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2018. Vol. 25. № 10. P. 1398–1416. — Режим доступа : <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-05-2017-0091/full/html> (дата обращения: 11.02.2024).

3. Cheema, R. 12 Most Advanced Countries in Computer Technology [Электронный ресурс] / R. Cheema // *Insider Monkey : finance website*. — Режим доступа : <https://www.insidermonkey.com/blog/12-most-advanced-countries-in-computer-technology-1103265/> (дата обращения: 11.02.2024).
4. Сычева, И. В. Особенности управления стоимостью инвестиционно-строительных проектов в условиях цифровой трансформации строительной отрасли ДНР / И. В. Сычева, Н. И. Бурау, И. А. Ванин // *Строитель Донбасса*. — 2022. — № 4(21). С. 9-16. — ISSN: 2617-1848 — Текст: непосредственный.
5. Ильинова, В. В. Международный опыт использования BIM-технологий в строительстве [Электронный ресурс] / В. В. Ильинова, В. Д. Мицевич. // *Научная электронная библиотека* — Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnyy-opyt-ispolzovaniya-bim-tehnologiy-v-stroitelstve> (дата обращения: 11.02.2024).
6. Активизация внедрения технологий информационного моделирования в российской строительной отрасли [Электронный ресурс] / И. Г. Лукманова, Е. В. Ухалкин // *Вестник МГСУ*. 2023. вып. 18(12). — Режим доступа : <https://www.vestnikmgsu.ru/jour/article/view/139> (дата обращения: 11.02.2024).
7. *Building Information Modeling (BIM) Market Size, Market Share, Application Analysis, Regional Outlook, Growth Trends, Key Players, Competitive Strategies and Forecasts, 2022 to 2030* [Электронный ресурс] // *Research and Markets*. — Режим доступа : <https://www.researchandmarkets.com/> (дата обращения: 11.02.2024).
8. Braila, N. Building information modeling for existing sustainable buildings / N. Braila, N. Panchenko, V. Kankhva : *E3S Web of Conferences*, 2021. — Vol. 244. P. 05024. — Режим доступа : [//doi.org/10.1051/e3sconf/202124405024](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124405024) (дата обращения: 11.02.2024).
9. BIM-технология: уровень распространения в 7 ведущих странах [Электронный ресурс] // *Planradar, a single platform for smarter information processes*. — Режим доступа : <https://www.planradar.com/ru/bim-tehnologiya-uroven-rasprostraneniya-v-7-stranah/> (дата обращения: 11.02.2024).
10. Kankhva, V. S. Construction in the digital economy: prospects and areas of transformation [Электронный ресурс] / V. S. Kankhva, Ya. A. Andryunina, S.V. Belyaeva, Ya. L. Sonin : *E3S Web of Conferences*. 2021. — Vol. 244. P. 05008. — Режим доступа : [//doi.org/10.1051/e3sconf/202124405024](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124405024) (дата обращения: 11.02.2024).