



**Обеспечение процессов контроля качества на всех этапах жизненного цикла
объектов капитального строительства в рамках концепции
«Строительство 4.0»**

**© Артем Витальевич Пешков, Мария Витальевна Матвеева,
Ольга Андреевна Безруких, Дмитрий Сергеевич Рогов**

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия
Автор, ответственный за переписку: Безруких Ольга Андреевна, olga.bezrukikh11@gmail.com

Аннотация. Цель работы заключается в определении ключевых проблем, препятствующих внедрению технологии «Строительство 4.0» в процессы контроля качества при осуществлении строительных проектов. Методика исследования базировалась на изучении и оценке концепции «Строительство 4.0», применяемой в отечественной и зарубежной практике при проведении процессов контроля качества в строительстве на основе методов комплексного подхода к анализу и учету всех факторов, влияющих на управление качеством строительства. Мировая строительная отрасль проходит этап глобальных преобразований, в процессе которых осуществляется переход от традиционных методов проектирования и строительства к инновационным способам управления строительными проектами, основанным на применении цифровых технологий. Потребность во внедрении данных технологий осознана многими субъектами отрасли России, признана на государственном уровне и поддерживается большим числом национальных проектов и стратегий развития. Ряд проблемных аспектов, таких как искажение информации, необходимой для реализации строительного проекта, увеличение сроков и стоимости данного процесса, отсутствие должного обеспечения контроля качества объектов промышленного и гражданского назначения обусловили необходимость массового перехода к цифровым технологиям проектирования зданий и сооружений. Тренд цифровизации строительной отрасли, в том числе при обеспечении процессов контроля качества, предопределяет необходимость развития научно-методической базы теории управления внедрением передовых технологий. В работе представлена характеристика и основные аспекты реализации концепции «Строительство 4.0» в контексте организации процессов контроля качества в строительстве. Анализ практических примеров обоснования применения цифровых экосистем позволил обеспечить разработку методических основ внедрения комплексной системы управления качеством на основе применения технологий информационного моделирования, что приведет к цифровой трансформации отрасли.

Ключевые слова: цифровизация, технологии информационного моделирования, качество строительной продукции, жизненный цикл здания, объект капитального строительства

Для цитирования: Пешков А. В., Матвеева М. В., Безруких О. А., Рогов Д. С. Обеспечение процессов контроля качества на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства в рамках концепции «Строительство 4.0» // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 1. С. 90–97. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-1-90-97>.

Original article

**Ensuring quality control processes at all stages of the life cycle of capital
construction projects under the *Construction 4.0* concept**

Artem V. Peshkov, Maria V. Matveeva, Olga A. Bezrukikh, Dmitry S. Rogov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia
Corresponding author: Olga A. Bezrukikh, olga.bezrukikh11@gmail.com

Abstract. In this work, we identify the key challenges hampering the implementation of the *Construction 4.0* concept when performing the quality control of construction projects. The research methodology involved a comprehensive study of the *Construction 4.0* concept, which is applied in do-

mestic and foreign practice for supporting quality control processes in construction. An integrated approach to the analysis and accounting of all factors affecting construction quality management was applied. Construction industries in different countries are undergoing massive transformations, shifting from traditional design and construction methods towards innovative ways of managing construction projects based on the use of digital technologies. The need for the introduction of these technologies is recognized by many subjects of the Russian construction industry, recognized at the state level and supported by a large number of national projects and development strategies. Such problematic aspects, as the distortion of the information necessary for the implementation of a construction project, the increase in the time and cost of this process, the lack of proper quality control of industrial and civil facilities, have necessitated a transition towards digital technologies for the design of buildings and structures. The trend of digitalizing the construction industry, including the provision of quality control processes, predetermines the need to develop a scientific and methodological basis for the theory of managing the introduction of advanced technologies. The paper describes the implementation of the *Construction 4.0* concept in the context of organizing quality control processes in construction. An analysis of practical examples of digital ecosystems allowed the authors to develop methodological foundations for the implementation of an integrated quality management system based on information modelling technologies, which could facilitate the digital transformation of the industry.

Keywords: digitalization, information modeling technologies, quality of construction products, building life cycle, capital construction object

For citation: Peshkov A. V., Matveeva M. V., Bezrukikh O. A., Rogov D. S. Ensuring quality control processes at all stages of the life cycle of capital construction projects under the *Construction 4.0* concept. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2022;12(1):90-97. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-1-90-97>.

Введение

Промышленные революции влекут за собой радикальные изменения в базовых технологиях, тем самым определяя новые этапы в развитии всех отраслей народного хозяйства. Во всем мире традиционная строительная отрасль переживает цифровую трансформацию, ускоренную экспоненциально растущими технологиями. Стратегическое направление в области цифровой трансформации строительного сектора Российской Федерации подкреплено законодательными документами, такими как: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. № 3883-р, Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 года №1431 и др.¹. Субъектам строительной отрасли и их процессам необходимо адаптироваться к быстрым изменениям с целью обеспечения своей конкурентоспособности на рынке. В начале 2015 года в мире начала развиваться Четвертая промышленная революция, также известная как Индустрия 4.0, главным

направлением которой является переход к цифровизации, автоматизации производственной среды. Индустрия 4.0 изменяет парадигмы управления строительством, поскольку она преобразовывает технологические и инновационные процессы бизнеса, включая их цифровую составляющую.

Строительство является крупнейшей отраслью народного хозяйства, решающей множество задач как государственного, так и социального характера. Процессы строительства являются комплексными и многоаспектными по причине наличия большого количества требований и правил, которым должны соответствовать технология и качество строительных процессов [1]. Следовательно, существует большая потребность во внедрении инструментов автоматизации, которые могут обеспечить непрерывный процесс контроля качества в отрасли. Процессы контроля качества в строительстве не только зависят от использования передовых технологий производства, но и нуждаются

¹Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства: Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431;

Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 27.12.2021 N 3883-р.

ся в обеспечении своевременной и эффективной информацией, которую можно получить при внедрении технологии информационного моделирования.

Методы

Внедрение различных конфигураций информационных технологий в процессы осуществления инвестиционно-строительного проекта, в том числе при обеспечении контроля строительства, рассматривались такими отечественными и зарубежными учеными, как Н. В. Долгушева, А. Н. Кириллова, Ральф К. Шлеппер, С. Рао и др. [2, 3]. Исследования, начиная с академических работ и заканчивая прикладными, были сосредоточены на изучении точечного внедрения процесса цифровой трансформации. Однако именно отсутствие комплексного подхода к технологичному развитию строительной отрасли не позволяет фокусироваться на перспективах, которые позволяют обеспечить внедрение инновационных разработок на протяжении всего жизненного цикла продукта, начиная с концепции разработки, планирования и организации строительства и заканчивая техническим обслуживанием, а также обеспечением контроля качества. В связи с этим целью исследования является изучение основных проблем, характерных для строительных проектов, которые сдерживают развитие информационных технологий в рамках периода Индустрии 4.0. при реализации данных проектов, в том числе в процессах обеспечения строительного контроля.

Результаты и их обсуждение

Индустрия 4.0 – это текущая развивающаяся среда, в которой главное место занимают революционные технологии. Этот термин относится к Четвертой промышленной революции, включающей в себя растущие технологические тенденции. С появлением Индустрии 4.0 сектор искусственной среды также получил возможность перейти к более продуктивному производству, основанному на эффективных бизнес-моделях и цепочках создания стоимости. Цифровым технологиям уделяется все больше внимания после развития концепций цифровизации и автоматизации в Индустрии 4.0 [4]. В то время как основа Индустрии 4.0 во многих отраслях опирается на технологии, которые обеспечивают повсеместную связь и децентрализованное принятие решений в режиме реального времени, строительный сектор не ограничивается этими технологиями, а скорее ориентирован на более широкий спектр развития. Возможности, предоставляемые принципами и компонентами Индустрии 4.0, переведены в стратегическую, тактическую и операци-

онную парадигму – Строительство 4.0. Перспективы развития строительной отрасли в рамках данной концепции заключаются в полной автоматизации всего жизненного цикла проекта за счет использования цифровых двойников на каждом этапе, от планирования до эксплуатации, включая проектирование, строительство и контроль качества. Ключевыми технологиями индустрии «Строительство 4.0» являются BIM-технологии, облачные вычисления, мобильные вычисления, смешанная реальность (MR), киберфизические системы (CPS), робототехника, Интернет вещей. Реализацию концепции «Строительство 4.0» целесообразно осуществлять при сочетании трех трансформационных процессов: преобразования продукта, цифровой трансформации и изменения процессов реализации проектов и связанных с ними бизнес-процессов. Для того чтобы в полной мере воспользоваться преимуществами рассматриваемой концепции, необходимо проводить одновременное развитие экосистем, основанных на продуктовых платформах. В строительной отрасли описанный путь трансформации уже начался, сегодня отрасль осуществляет переход от подхода, основанного на моделях, к подходу, в большей степени ориентированному на модели. Следующим этапом цифровой трансформации является переход к интегрированному, синхронному и совместному моделированию. Как только этот этап будет реализован, цифровые системы, используемые в отрасли, будут интегрированы с киберфизическими системами, которые позволят создать цифровые двойники.

Все большее число предприятий в эпоху четвертой промышленной революции отдают предпочтение обеспечению организации процессов контроля качества, рассматривая их как важный актив в повышении эффективности предприятий и достижении конкурентных преимуществ. Компании строительного сектора не являются исключением, так как отличительные характеристики отрасли, такие как сложность и масштабность строительных проектов, постоянно растущий спрос на экологически безопасное строительство определяют изменение традиционных методов организации процессов контроля качества [5]. Однако строительный сектор в области организации процессов контроля качества по-прежнему значительно отстает от других отраслей с точки зрения автоматизации процессов и уровня их цифровизации. Одной из причин низкой производительности строительной отрасли является отсутствие оцифровки основных процессов и результатов, к которым относят ежедневные отчеты о ходе работ, проектные чертежи, заказы на материа-

лы, журналы использования техники и другие отчетные документы. Из-за отсутствия оцифровки обмен информацией задерживается и часто не является актуальным для всех субъектов строительного проекта. Неправильное ведение документации также обычно вызывает разногласия между владельцами и подрядчиками по таким вопросам, как ход строительства и управление работами. С целью минимизации этой проблемы концепцией «Строительство 4.0» определены направления для развития технологий цифрового документооборота, автоматизации и мобильности за счет использования технологий информационного моделирования и Интернета вещей. Рассмотрим более подробно применение данных технологий на практических примерах.

На сегодняшний день большинство строительных проектов реализуются без применения технологий информационного моделирования, поэтому вопрос их внедрения на стадии реализации проекта является актуальным. Рассмотрим

анализ использования BIM-технологий по отношению к существующему объекту строительства, в котором необходимо применить прижимную силу вследствие изменения процесса и установить новый конденсатор в пространстве крыши, вес которой в 1,5 раза больше по сравнению с предыдущим образцом [6]. В данном случае неполноценная BIM-модель становится достаточной для определения технического решения с целью обеспечения поведенческих структур безопасности, являющихся результатом выполнения конечного предельного состояния и работоспособности. Реализация расчета внутренней силы в пространственном объекте построена на примере математической модели, упрощенный вид которой представлен на рис. 1. Данную модель можно будет использовать для анализа внутренней силы, возникающей в колоннах первого этажа, где ее контролирование будет касаться условий ее изменения в корреляции с запланированной модернизацией конденсаторов технологического вида.

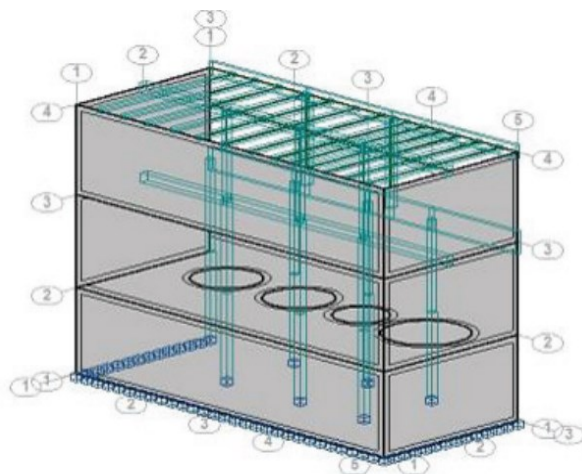


Рис. 1. Модель конструкций с использованием BIM-технологий
Fig.1. Model of structures using BIM technologies

Расчет статики несущих элементов, которые расположены непосредственно на плоской кровле, осуществлялся с применением фактических распределений нагрузок, воздействующих на сборные балки – колонны, щиты, ребра, плиты и подложки. Если принять такую концепцию расчета, с высокой вероятностью достигается предполагаемый эффект утилитарной концепции работы с одновременными удалением всевозможных ошибок, которые возникают по причине несовершенства численной модели и ограниченности в работе строительной системы, состоящей из различных типовых компонентов. Конструктивный элемент здания обрабатывают способами как неразрушающего контроля, так и пенетрантных испытаний, что

одновременно дает возможность проанализировать принятые технические решения на основе сохранившихся фрагментов технических документов из-за использования нетипичных конструктивных решений [7]. Далее внесены изменения в методику расчетов и значения нагрузок на окружающую среду, которые в нынешнем состоянии содержатся в положениях Еврокодов, ограничивающих правильное разъяснение проектной мощности объекта с точки зрения основания применения нового конденсатора. Оптимальное расположение нового конденсатора также требует выполнения модернизации слоев теплоизоляции плоской кровли (рис. 2). Снижения усилия подложки достигают благодаря использованию дополни-

тельных конструкций в роли балок, сформированных непосредственно в зонах поперечных балок и середины подложки. Модель, которая

эффективно используется в виде конструктивного решения, представлена на рис. 2.

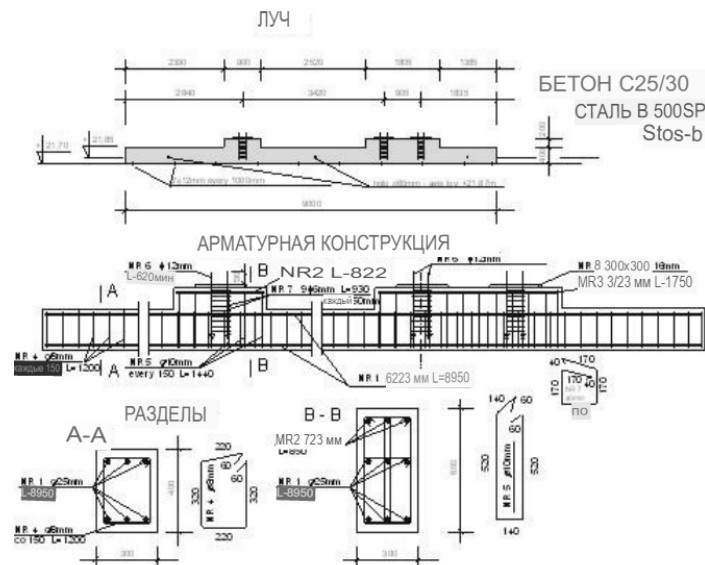


Рис. 2. Решения армирующей конструкции
Fig. 2. Reinforcement solutions

Успешное использование BIM-технологий при реализации новых объектов строительства осуществляется легче, так как уже в процессе проектирования учитывается каждая особенность проектируемых объектов, в отличие от существующих [8, 9].

На практике использование BIM приводит к интегрированию всех стадий производственного процесса и жизнеобеспечения зданий: сборки данных, работ, связанных с проектированием, строительством и использованием аппаратуры, эксплуатации, ремонта и сноса. Это означает, что все необходимые данные можно найти в компьютерных моделях: архитектурные, строительные, технологические, экономические и т.д.

Рассмотрим более подробно использование Интернета вещей в области управления машинами и механизмами на строительной площадке при выполнении строительно-монтажных работ. На строительных площадках используется большое количество строительной техники и выполняется множество строительно-монтажных работ одновременно, что генерирует огромные объемы данных, большинство из которых не фиксируются и не анализируются [10]. Применение на строительной площадке технологии Интернета вещей позволит контролировать производительность и надежность персонала, основные и оборотные средства (таблица).

Области применения Интернета вещей при осуществлении процессов контроля качества на строительной площадке
Applications of the Internet of Things in the implementation of quality control processes at the construction site

Области применения	Характеристика
Ремонт оборудования (мониторинг и оценка необходимости проведения ремонта)	Отслеживание времени работы оборудования посредством установленных датчиков. Кроме того, датчики указывают на необходимость проведения срочного и текущего технического обеспечения [11]
Управление уровнем запасов	Прогноз необходимого уровня запасов ресурсов, необходимых для реализации проекта
Оценка и контроль качества	Установленные датчики вибрации используются для проверки прочности и надежности конструкции на этапе строительства, что позволяет обнаружить несоответствия на ранних этапах [12]
Безопасность	Установленные для сотрудников датчики используются для оповещения и контроля над сотрудниками, их состоянием и работой

Использование Интернета вещей позволит организовать контроль над строительной техникой, оборудованием, материалами, персоналом, что не только обеспечит сбор, регистрацию и аналитику информации, но и позволит управлять безопасностью труда [13].

Таким образом, ключевым направлением применения технологий информационного моделирования является создание банка информации для ее сохранения и преобразования, распоряжения ею и передачи данных между различными субъектами строительного проекта [14].

В конечном виде это позволяет достичь корректности проведения процессов управления информацией на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства.

Заключение

На уровне строительного предприятия мотивация перехода к использованию технологии «Строительство 4.0» и, в частности, применения технологий информационного моделирова-

ния и Интернета вещей заключается в обеспечении каждого этапа жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта необходимыми инновационными и технологическими решениями, которые направлены на получение соответствующих выгоды и экономических эффектов, позволяя строительному бизнесу реализовывать инновационные цели развития.

Четвертый технологических прогресс (Индустрия 4.0) и цифровая трансформация, стоящая за ним, предопределяют развитие отраслей во всем мире через внедрение новых технологий с целью поддержания их конкурентоспособности. Хотя строительная отрасль не является лидером этих изменений, она и не является исключением цифровой революции. Возможности, предоставляемые концепцией «Строительство 4.0», могут коренным образом преобразовать отрасль строительства и сделать ее ведущей в области технологических инноваций.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Звонов И. А., Нарезная Т. К., Корнилова Д. Л. Принципы применения адаптируемых модульных проектов на базе информационного моделирования в рамках модернизации зданий образовательных учреждений // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: мат-лы II Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГАСУ, 2019. С. 75–80. <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2019.013>.
2. Суродеев А. В., Терешкин И. П. Основные аспекты внедрения BIM-технологий в России // XLVII Огарёвские чтения (Саранск, 06–13 декабря 2018 года). 2019. С. 216–219.
3. Болотова А. С. Проблемы внедрения технологии информационного моделирования в России // Строительное производство. 2021. № 2. С. 70–80. https://doi.org/10.54950/26585340_2021_2_70.
4. Sawhney A., Riley M., Irizarry J. Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment. New York, NY: Routledge, 2020. 526 p.
5. Морозенко А. А. Современные подходы к оценке надежности предприятий, участвующих в реализации инвестиционно-строительных проектов // Научное обозрение. 2017. № 12. С. 123–128.
6. Ahuja R., Sawhney A., Arif M. Developing Organizational Capabilities to Deliver Lean and Green Project Outcomes using BIM // Engineering, Construction and Architectural Management. 2018. Vol. 25 (10). p. 1255–1276. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0175>.
7. Кужакова З. У. Обзор нормативной документации в области BIM-моделирования в российской федерации // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура. 2020. № 20 (3). С. 70–79.
8. Koscheyev V., Hakimov A. Russian practice of using digital technologies in public procurement management in the construction industry // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 497. p. 012009.
9. Vasilev A. V. Quality Control of Highly Specialized Works During Construction // Russian Journal of Construction Science and Technology. 2019. Vol. 5 (1). p. 25–28. <https://doi.org/10.15826/rjcs.2019.1.003>.
10. Якушев Н. М. Технологии информационного моделирования как фактор повышения конкурентного потенциала проектных организаций // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2021. № 1 (44). С. 17–22. <https://doi.org/10.22213/2618-9763-2021-1-17-22>.
11. Родайкина М. А. Инновационная деятельность современных предприятий инвестиционно-строительной сферы // Вестник Челябинского государственного университета. 2020. № 6 (440). С. 110–116. <https://doi.org/10.47475/1994-2796-2020-10613>.

12. Абелев М. Ю. Качество строительных работ: нормативы в строительстве // Стандарты и качество. 2018. № 10. С. 94.
13. Орехова С. В., Мисюра А. В. Трансформация бизнес-модели и возрастающая отдача высокотехнологического предприятия // Вестник Челябинского государственного университета, 2020. № 6 (440). С. 75–85. <https://doi.org/10.47475/1994-2796-2020-10609>.

14. Bouslah B., Gharbi A., Pellerin R. Joint production, quality and maintenance control of a two-machine line subject to operation-dependent and quality-dependent failures // International Journal of Production Economics. 2018. Vol. 195. p. 210-226. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.10.016>.

REFERENCES

1. Zvonov IA, Narezhnaya TK, Kornilova DL. Principles for the use of adaptable modular projects based on information modeling in the modernization of buildings of educational institutions. *BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury: materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. St. Petersburg, 2019. p. 75-80. (In Russ.). <https://doi.org/10.23968/BIMAC.2019.013>.
2. Surodeev AV, Tereshkin IP. The main aspects of the introduction of BIM technologies in Russia. *XLVI IOgarovskiye chteniya* (Saransk, 06–13th December, 2018). 2019. p. 216-219. (In Russ.).
3. Bolotova AS. Problems of the implementation of BIM technologies in Russia. *Stroitel'noye proizvodstvo = Construction production*. (In Russ.) 2021;2:70-80. https://doi.org/10.54950/26585340_2021_2_70.
4. Sawhney A, Riley M, Irizarry J. Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment. New York, NY: Routledge; 2020. 526 p.
5. Morozenko AA. Modern approaches to assessing the reliability of enterprises involved in the implementation of investment and construction projects. *Nauchnoye obozreniye*. 2017;12:123-128. (In Russ.).
6. Ahuja R, Sawhney A, Arif M. Developing Organizational Capabilities to Deliver Lean and Green Project Outcomes using BIM. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2018;25(10):1255-1276. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0175>.
7. Kuzhakova ZU, Baiburin AKh. Review of the BIM regulatory documentation in the Russian federation. *Vestnik YuUrGU*. 2020;20(3):70-79. (In Russ.).

8. Koscheyev V, Hakimov A. Russian practice of using digital technologies in public procurement management in the construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019;497:012009.
9. Vasilev AV. Quality Control of Highly Specialized Works During Construction. *Russian Journal of Construction Science and Technology*. 2019;5(1):25-28. <https://doi.org/10.15826/rjcst.2019.1.003>.
10. Yakushev NM. Information modeling technologies as a factor in increasing the competitive potential of design organizations. *Sotsial'no-ekonomicheskoye upravleniye: teoriya i praktika*. 2021;1(44):17-22. <https://doi.org/10.22213/2618-9763-2021-1-17-22>. (In Russ.).
11. Rodaikina MA. Innovative activity of modern enterprises in the investment and construction sector. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2020. No. 6 (440). p. 110-116. (In Russ.). <https://doi.org/10.47475/1994-2796-2020-10613>.
12. Abelev MYu. Quality of construction works: standards in construction. *Standarty i kachestvo*. 2018;10:94.
13. Orekhova SV, Misyura AV. Business model's transformation and increasing results of a high-tech company. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2020;6(440):75-85. (In Russ.). <https://doi.org/10.47475/1994-2796-2020-10609>.
14. Bouslah B, Gharbi A, Pellerin R. Joint production, quality and maintenance control of a two-machine line subject to operation-dependent and quality-dependent failures. *International Journal of Production Economics*. 2018;195:210-226. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.10.016>.

Информация об авторах

А. В. Пешков,
кандидат экономических наук,
доцент кафедры строительного
производства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: ctroitel@ex.istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-5027-5120>

М. В. Матвеева,
доктор экономических наук,
профессор кафедры
экспертизы и управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: expertiza@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-9390-5444>

О. А. Безруких,
аспирант, ассистент кафедры экспертизы и
управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: olga.bezrukikh11@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2301-3205>

Д. С. Рогов,
магистрант,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: rdsnps@rambler.ru

Вклад авторов

Пешков А. В., Матвеева М. В., Безруких О. А. и
Рогов Д. С. имеют равные авторские права.
Безруких О. А. несет ответственность за
плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 11.01.2022.
Одобрена после рецензирования 07.02.2022.
Принята к публикации 09.02.2022.

Information about the authors

Artem V. Peshkov,
Cand. Sci. (Econ.),
Associate Professor of the Department of
building production,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: ctroitel@ex.istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-5027-5120>

Maria V. Matveeva,
Dr. Sci. (Econ.), Professor of the Department
of Real Estate Expertise and Management,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: expertiza@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-9390-5444>

Olga A. Bezrukikh,
Postgraduate Student, Assistant
of the Department of Real Estate Expertise
and Management,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: olga.bezrukikh11@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2301-3205>

Dmitry S. Rogov,
Master's Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: rdsnps@rambler.ru

Contribution of the authors

Peshkov A. V., Matveeva M. V., Bezrukikh O. A.,
Rogov D. S. have equal author's rights.
Bezrukikh O. A. bears the responsibility for
plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved
by all the co-authors.

The article was submitted 11.01.2022.
Approved after reviewing 07.02.2022.
Accepted for publication 09.02.2022.