

Цифровая трансформация как фактор устойчивого развития строительного комплекса

Вера Александровна Кудрявцева¹, Ольга Валерьевна Никишина²

^{1,2}Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Кудрявцева Вера Александровна, kudravera@mail.ru

Аннотация. Происходящие в Российской Федерации преобразования, связанные со становлением цифровой экономики и переходом к новому технологическому укладу, приводят к развитию сферы высоких технологий и внедрению активной инновационной деятельности в различных отраслях экономики. Строительство относится к тем отраслям, которые создают производственные мощности, способствуют наращиванию основных фондов, обеспечивающих процесс расширенного воспроизводства в экономике в целом. Вместе с тем уровень проникновения цифровых технологий в девелопменте и строительстве остается в настоящее время одним из самых низких среди отраслей. Поэтому активизация процессов внедрения цифровых и инновационных технологий в строительной сфере стоит достаточно остро, поскольку синергетическим эффектом от внедрения цифровой трансформации строительной сферы будет являться не только повышение строительными организациями своей конкурентоспособности и укрепление позиций на строительном рынке, но и возможность снизить затраты на реализацию проекта в целом.

Ключевые слова: цифровая трансформация, инвестиционно-строительная отрасль, строительство, инновационные технологии, технологические направления, тренды

Для цитирования: Кудрявцева В. А., Никишина О. В. Цифровая трансформация как фактор устойчивого развития строительного комплекса // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 4. С. 492–500. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-492-500>.

Original article

Digital transformation as a factor in sustainable construction industry development

Vera A. Kudryavtseva¹, Olga V. Nikishina²

^{1,2}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Corresponding author: Vera A. Kudryavtseva, kudravera@mail.ru

Abstract. Economic digitalization, along with the transition to a new technological paradigm, has given rise to an ongoing transformation in the Russian Federation, expanding the high-tech industry and driving innovation across a wide range of economic sectors. However, the digitization level in the development and construction sectors currently remains one of the lowest among industries, despite the fact that construction is involved in creating production capacity and contributes to the growth of fixed assets, which ensures expanded reproduction in the entire economy. Therefore, it is necessary to promote the implementation of digital and innovative technologies in the construction sector, as its digital transformation can produce a synergistic effect reducing project costs in general, as well as improving the competitiveness of construction organizations and strengthening their position in the market.

Keywords: digital transformation, investment and construction industry, construction, innovative technologies, technological trends, trends

For citation: Kudryavtseva V. A., Nikishina O. V. Digital transformation as a factor in sustainable construction industry development. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2022;12(4):492-500. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-492-500>.

© Кудрявцева В. А., Никишина О. В., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Строительный сектор любого государства относится к одному из главных производственных комплексов, занимающих весомое место в мировой экономической системе или внутри государственной экономической системы. В связи с глобальной трансформацией мировой экономической системы для эффективного функционирования и формирования конкурентных преимуществ строительная отрасль уже сейчас нуждается в применении актуальных научных достижений в области техники, новых технологий и эффективных методов организации производства. Создание предпосылок с целью внедрения новых схем организации строительства должно основываться на реализации проектных решений в разрезе перспективы всего жизненного цикла объектов строительства.

В настоящее время эффективная реализация строительных проектов во многом определяется и одновременно зависит от уровня и качества технологического соединения административных, управленческих и строительных процессов, поскольку современные методы, применяемые при проектировании, управлении, технологии и организации строительства определяют и в большей степени оказывают влияние на производительность строительно-монтажных работ и процессов. Возведение зданий и сооружений выполняют с применением современных требований строительных норм и правил, используемых при проектировании и строительстве объекта. Но ограничиваться только данным аспектом нельзя, поскольку на сегодняшний день важным является всеобъемлющее внедрение элементов цифровых технологий в производственный процесс.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

К настоящему моменту в мировой строительной отрасли начались масштабные изменения, связанные, в первую очередь, с использованием инновационных способов реализации строительных проектов взамен устоявшихся методов проектирования и строительства.

Повышенные требования к современной проектной документации, нарастающее давление по срокам, проблемы с коммуникацией между участниками, большой объем информации или ее отсутствие в нужное время – все это способствует низкоэффективной работе отрасли в целом.

Вместе с тем необходимо уделять особое внимание перспективным направлениям развития строительства, что невозможно сделать без детального анализа внутренних и внешних факторов, препятствующих инновационному развитию.

Анализ рыночной среды позволил выявить следующие внешние факторы: низкий платежеспособный спрос, недостаточный объем финансовой поддержки со стороны государства, риски, связанные с вероятностью получения низкой доходности от инновационных инвестиций. Внутренними факторами, препятствующими внедрению инноваций в отрасли, являются: недостаточная обеспеченность в инновационно-ориентированных специалистах, сложности, связанные с разработкой и внедрением инновационно-инвестиционных проектов, недостаточный объем информации об имеющихся инновациях и отсутствие качественной технической поддержки при их внедрении в производственный процесс, недостаток информации о возможных покупателях инноваций, слабая система стимулирования и поддержки инновационной активности [1–4].

Цифровое представление информации имеет гораздо большие возможности по сравнению с традиционными методами, позволяя формировать единую технологическую среду, например, экосистемы, платформы, гейткиперы, площадки, в рамках которых функционирует множество пользователей с возможностью интеграции между ними.

Подобная интеграция имеет множество преимуществ и позволяет создавать нужное пользователю дружественное окружение (технологическое, инструментальное, методическое, документальное, партнерское и т. п.), управлять пользовательским поведением, добиваться максимальной прозрачности процессов, решать целые классы задач, выявлять проблемы и точки улучшения в разных бизнес-направлениях деятельности¹ [5].

На рис. 1. представлено, на какие аспекты жизнедеятельности общества оказывает влияние внедрение цифровых технологий в инвестиционно-строительную отрасль.

По состоянию на 2021 г. можно отметить, что в российских реалиях объем внедрения цифровых технологий в строительстве остается на достаточно низком уровне по сравнению с другими отраслями, что подтверждается исследованиями ведущих мировых экономистов, составивших рейтинг цифровой

¹Принять вызов цифровой экономики // Expert.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://expert.ru/siberia/2017/48/prinyat-vyzov-tsifrovoj-ekonomiki/> (14.09.2022).

трансформации отраслей в мире (рис. 2).

Вместе с тем, по данным статистических исследований за 2021 г., внедрение цифровых технологий в строительные компании находится на начальном этапе – только около 60% компаний начали заниматься вопросами внедрения цифровизации процессов (рис. 3).

Значительная часть существующих бизнес-моделей и экосистем, которые распространены на предприятиях западной части мира, яв-

ляются преградой в успешной конкуренции в условиях цифровой экономики. Поэтому единственным вариантом является цифровая трансформация, которая сможет работать на основе постоянного совершенствования всего процесса формирования стоимости продукции² [6–8].

Направления изменения функционирования бизнеса при внедрении цифровых платформ иллюстрирует табл. 1.

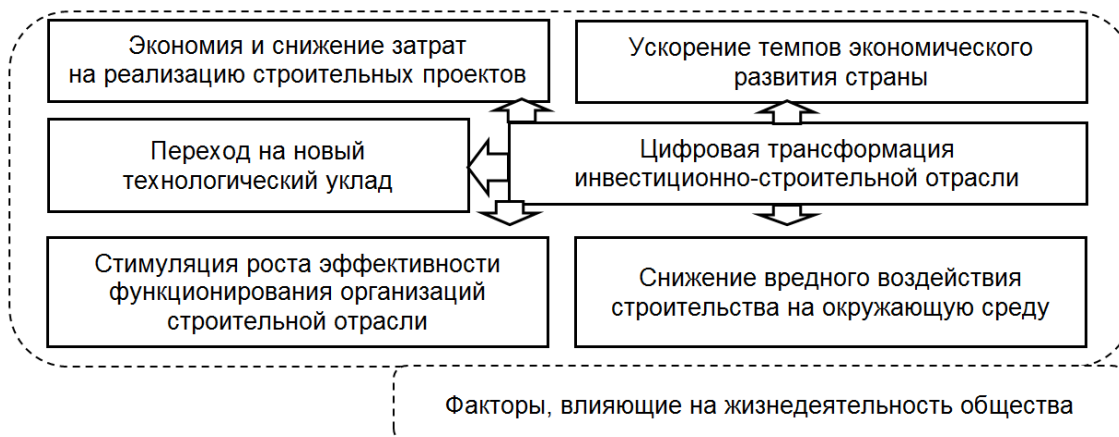


Рис. 1. Влияние цифровой трансформации инвестиционно-строительной отрасли на основные параметры жизнедеятельности общества

Fig. 1. The impact of digital transformation of the investment and construction industry on the basic parameters of society

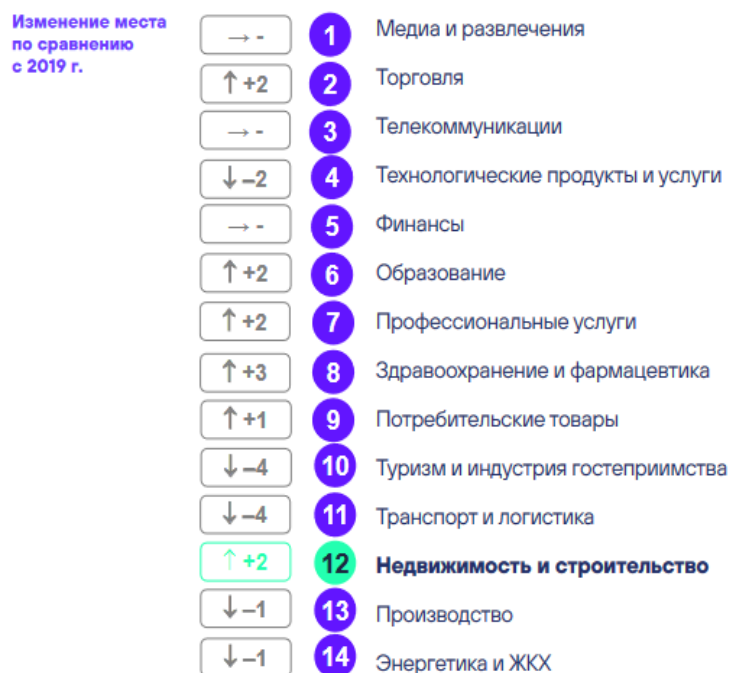


Рис. 2. Рейтинг цифровой трансформации отраслей в мире по состоянию на 2021 г. [9]

Fig. 2. Rating of digital transformation of industries in the world as of 2021 [9]

²Абдрахманова Г. И., Вишневский К. О., Волкова Г. Л., Гохберг Л. М., Демьянова А. В., Дьяченко Е. Л., [и др.] Индикаторы цифровой экономики: стат. сб. / Под ред. Я. И. Кузьминова, М. А. Сабельниковой. М.: Высшая школа экономики, 2018. 268 с.



Рис. 3. Разделение строительных организаций по этапам цифровой зрелости в мире по состоянию на 2021 г. [9]

Fig. 3. The division of construction organizations by stages of digital maturity in the world as of 2021 [9]

Таблица 1. Направления изменения функционирования бизнеса при внедрении цифровых платформ³

Table 1. Directions of change in the functioning of the business in the implementation of digital platforms

Бизнес до внедрения цифровых платформ	Бизнес на базе цифровых платформ
Цепочка поставок (линейное добавление ценности)	Экосистема на базе цифровой платформы (нелинейное добавление ценности)
Возможность контролировать цепочку поставок	Возможность контролировать и стабилизировать экосистему
Экономия за счет масштаба на стороне предложения	Экономия за счет масштаба на стороне спроса
Рост ценности при увеличении числа поставщиков	Рост ценности при увеличении числа потребителей
Уменьшение отдачи от материальных активов за счет их амортизации	Увеличение отдачи по мере развития сетевого эффекта цифровой экосистемы
–	Возможность оперативного поиска партнеров – эффективное сотрудничество между участниками бизнес-процессов
–	Размещение производственного процесса в непосредственной близости к потребителю
–	Уход от посредников, прямой доступ к ресурсам, экономия за счет коллективных (crowd) проектов (организованные коллективные закупки, строительство в складчину)
–	Отказ от длинных цепочек поставок и ликвидация целого ряда посредников
–	Ускорение внедрения новых продуктов Снижение себестоимости производимой продукции и существенное снижение времени на ее производство Снижение стоимости потребительских товаров (уберизация экономики)

³Инновации в строительстве: мировые тренды и особенности развития в Москве // Агентство инноваций Москвы [Электронный ресурс]. URL: [https://innoagency.ru/files/Innovations in Construction AIM 2021.pdf](https://innoagency.ru/files/Innovations_in_Construction_AIM_2021.pdf) (14.09.2022).

Для создания успешной экосистемы организация должна обладать максимальным количеством соответствующих компетенций, таких как:

- управление интеграционными процессами;
- гибкое управление организацией;
- управление отношениями с клиентами;
- организация взаимодействия между «центром инновационных решений» и существующими подразделениями компании;
- управление инновациями [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Пытаясь дать оценку цифровизации в различных отраслях, включая строительство, следует отметить, что суть ее заключается в том, что организация должна быть способна обладать требуемой компетенцией в области регулярного преобразования своей работы с использованием цифровых технологий.

В России порядка 50% составляет показатель по совокупным инвестициям в основной капитал, приходится он на строительство зданий (жилых и нежилых) и сооружений. Показатель рентабельности строительных организаций по проданным товарам и услугам за период 2010–2018 гг. находился в диапазоне

4,8–7%, тогда как в среднем по экономике показатель составлял 7,7–12,3%.

Вопросами перспективы развития строительной отрасли занимаются на высшем государственном уровне.

К настоящему моменту времени работа по формированию и утверждению Стратегии развития строительной отрасли до 2030 г. проводится Минстроем России.

Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 16 августа 2018 г. № 1697-р⁴ рассматриваемая Стратегия входит в план мероприятий («дорожную карту») по развитию конкуренции в отраслях экономики страны.

В основе данной стратегии лежит ряд принципов, которые по итогу приведут к конкурентоспособной, эффективной, инновационно жизнеспособной строительной отрасли (рис. 4).

Стремительный переход на новые технологии приведет к кардинальной перестройке и трансформации всей строительной отрасли в целом, что позволит сделать управление строительством и операции на строительной площадке более эффективными и устойчивыми³.

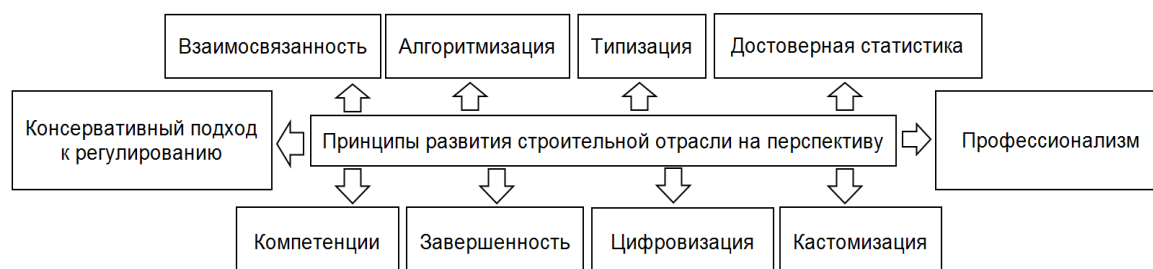


Рис. 4. Принципы, лежащие в основе развития строительной отрасли до 2030 г.

Fig. 4. Principles underlying the development of the construction industry until 2030

Кроме того, следует отметить, что невозможно осуществлять внедрение цифровых технологий в строительную организацию без корректировки деятельности всей организации в целом (рис. 5).

Следует четко понимать, что внедрение цифровых технологий только в производственном отделе приведет к существенному результату работы всей организации, в то время как остальные подразделения смогут работать в прежнем режиме.

Подобный подход не позволит получить те преимущества, которые возможны при полном внедрении цифровизации.

Для осуществления всего процесса необходим ряд инструментов или систем, на базе которых будет функционировать организация. Перспективные технологические направления и тренды представлены на рис. 6 [10–12].

Вместе с тем, руководителям высшего звена следует четко понимать, что для достижения желаемых результатов в области тотальной цифровизации строительной отрасли, необходимо иметь четкую концепции и умелое управление, что будет выражаться в наличие собственных стратегий в организациях, которая учитывает специфические особенности ее деятельности (рис. 7) [13].

⁴О плане мероприятий ("дорожной карте") по развитию конкуренции в отраслях экономики РФ и переходу отдельных сфер естественных монополий из состояния естественной монополии в состояние конкурентного рынка на 2018–2020 гг.: распоряжение Правительства Российской Федерации от 16 августа 2018 г. № 1697-р // Гарант.ру [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71930872/> (14.09.2022).



Рис. 5. Цифровая трансформация и результат внедрения в отрасль
Fig. 5. Digital transformation and the result of implementation in the industry



Рис. 6. Перспективные технологические направления и тренды
Fig. 6. Promising technological directions and trends

	Объем рынка 2020, \$ млрд	Объем рынка 2027, \$ млрд	CAGR 2020 – 2027
ВМ	5,71	11,96	11,1%
Цифровые двойники*	5,04	49,3	42,7%
ИИ в строительстве (планирование и проектирование, безопасность, оборудование, мониторинг и техническое обслуживание)	0,8	6,0	31,1%
Умные здания	57,3	208,07	21,6%
Дроны	5,5	12,0	15,4%
Строительные роботы (автономные системы, устройства для трехмерной печати, экзоскелеты, тяжелое оборудование и разнородная специализированная автоматика)	3,0	7,88	23,3%
Строительные 3D-принтеры	0,007	0,1	91,5%
Зеленое строительство	293,7	610,6	11%
Модульное строительство**	75,9	114,8	6,1%
Управление строительными отходами	130,3	149,2	2,7%

Рис. 7. Оценки объемов отдельных рынков строительства в мире³
Fig. 7. Estimates of the volume of individual construction markets in the world

ВЫВОДЫ

Обладая определенной спецификой, цифровые технологии имеют свои особенности и свой набор технологий, которые подходят к конкретной отрасли и которые определяют сущность такого явления как цифровая трансформация.

Рассматривая строительство, нельзя не отметить, что цифровизация затрагивает многие направления функционирования

предприятий отрасли и в конечном итоге позволяет получить ряд конкурентных преимуществ, к которым можно отнести снижение объема затрат на строительство, расширение возможностей и границ деятельности, наращивание потенциала работы, сокращение негативного влияния на окружающую среду, что, в конечном итоге, позволит повысить темпы экономического развития не только отдельных регионов, но и страны в целом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Авдеева Е. А., Давыдова Т. Е. Конкурентоспособность инновационной экономики, основные составляющие // Экономика и предпринимательство. 2017. № 10-1 (87). С. 94–96.
2. Абдулхамидов С.-М. С. Основные направления устойчивых трендов в строительной отрасли

- // Образование. Наука. Научные кадры. 2020. № 2. С. 125–126. <https://doi.org/10.24411/2073-3305-2020-10085>.
3. Алексеев С. Г. Оценка уровня инновационной активности региона // Вестник науки и образования. 2015. № 10 (12). С. 46–56.

4. Бачуринская И. А., Юденко М. Н. Устойчивое развитие жилищного строительства в России: проблемы и перспективы // Актуальные вопросы развития современной науки: теория и практика: материалы XXXXII Научной сессии по итогам НИР за 2019 г. / Под ред. Е. А. Горбашко [и др.] (г. Санкт-Петербург, 01 апреля – 30 мая 2020 г.). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. С. 6–9.

5. Халин В. Г., Чернова Г. В. Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски // Управленческое консультирование. 2018. № 10 (118). С. 46–63. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2018-10-46-63>.

6. Grinis M., Buisman A. How are engineering and construction companies adapting digital to their businesses. London: Ernst&Young, 2018. P. 16.

7. Аптекман А., Калабин В., Клинецов В., Кузнецова Е., Кулагин В., Ясеновец И. Цифровая Россия: новая реальность. Мак-Кинзи и Компания, 2017. 133 p.

8. Васильева Н. В., Бачуринская И. А. Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 7. С. 39–46.

9. Kudryavtseva V. A., Nikishina O. V., Vasileva N. V. Features of digital transformation in the construction industry // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 880. P. 012080. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/880/1/012080>.

10. Berman S., Bell R. Digital transformation: Creating new business models where digital meets physical. Нью-Йорк: IBM Corporation, 2011. 4 p.

11. Berger R. Digitization in the construction industry. Munich: Competence Center, 2016. P. 156.

12. Banke B., Kotov I., Tuschen S. Russia online? Catching up can't be left behind. Boston: The Boston Consulting Group, 2016. P. 56.

13. Вишневская А., Аблязов Т. Особенности концепции цифровой трансформации инвестиционно-строительной сферы // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 3 (2). С. 28–37.

REFERENCES

1. Avdeeva E. A., Davydova T. E. Competitiveness of the innovation economy, main components. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2017;10-1:94–96. (In Russ.).

2. Abdulhamidov S.-M. S. The main directions of sustainable trends in the construction industry. *Obrazovanie. Nauka. Nauchnye kadry*. 2020. № 2. С. 125–126. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2073-3305-2020-10085>.

3. Alexeev S. G. Assessment of the level of innovation activity in the region. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2015;10:46-56. (In Russ.).

4. Bachurinskaya I. A., Yudenko M. N. Ustoichivoe razvitie zhilishchnogo stroitel'stva v Rossii: problemy i perspektivy. In: *Aktual'nye voprosy razvitiya sovremennoi nauki: teoriya i praktika: materialy XXXXII Nauchnoi sessii po itogam NIR za 2019 g. = Topical issues of the development of modern science: theory and practice: materials of the XXXXII Scientific session on the results of research in 2019*. 01 April-30 May 2020, Saint-Petersburg. E. A. Gorbashko at al. (Eds.). Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Economics; 2020. p. 6-9. (In Russ.).

5. Khalin V. G., Chernova G. V. Digitalization and its impact on the russian economy and society: advantages, challenges, threats and risks. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie = Administrative consulting*. 2018;10:46-63. (In Russ.). <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2018-10-46-63>.

10.22394/1726-1139-2018-10-46-63.

6. Grinis M., Buisman A. How are engineering and construction companies adapting digital to their businesses. London: Ernst&Young; 2018. p. 16.

7. Aptekman A., Kalabin V., Klintsov V., Kuznetsova E., Kulagin V., Yassenovets I. Digital Russia: a new reality. McKinsey and Company; 2017. 133 p.

8. Vasil'eva N. V., Bachurinskaya I. A. Problematic aspects of digitalization of the construction industry. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*. 2018;7:39-46. (In Russ.).

9. Kudryavtseva V. A., Nikishina O. V., Vasileva N. V. Features of digital transformation in the construction industry. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 880. p. 012080. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/880/1/012080>.

10. Berman S., Bell R. Digital transformation: Creating new business models where digital meets physical. Нью-Йорк: IBM Corporation; 2011. 4 p.

11. Berger R. Digitization in the construction industry. Munich: Competence Center, 2016. p. 156.

12. Banke B., Kotov I., Tuschen S. Russia online? Catching up can't be left behind. Boston: The Boston Consulting Group; 2016. p. 56.

13. Vishnivetskaya A. I., Ablyazov T. Kh. Features of the concept of digital transformation of the investment and construction sector. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*. 2019;3:28-37. (In Russ.).

Информация об авторах**В. А. Кудрявцева,**

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры экспертизы и управления
недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: kudravera@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0071-6602>

О. В. Никишина,

старший преподаватель кафедры
экспертизы и управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: olga_nikishina_7@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8485-1229>

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в
подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Все авторы прочитали и одобрили оконча-
тельный вариант рукописи.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 31.10.2022.
Одобрена после рецензирования 17.11.2022.
Принята к публикации 21.11.2022.

Information about the authors**Vera A. Kudryavtseva,**

Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Real Estate Expertise and Management,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: kudravera@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0071-6602>

Olga V. Nikishina,

Senior teacher of the Department
of Real Estate Expertise and Management,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: olga_nikishina_7@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8485-1229>

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests re-
garding the publication of this article.

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

Information about the article

The article was submitted 31.10.2022.
Approved after reviewing 17.11.2022.
Accepted for publication 21.11.2022.