

Научная статья

Original article

УДК 338.2:004.9

doi: 10.55186/2413046X_2024_9_7_321

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО
РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**
**DIGITAL TRANSFORMATION AS THE BASIS FOR INNOVATIVE
DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION**



Гусев Арсений Александрович, кафедра экономики строительства и ЖКХ, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, E-mail: arseniy1529@gmail.com

Игнатьев Илья Владимирович, кафедра экономики строительства и ЖКХ, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, E-mail: ignatiewIlya15@gmail.com

Скидан Александр Александрович, к.э.н., доцент кафедры экономики строительства и ЖКХ, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, E-mail: aleksanderskidan@mail.ru

Gusev Arseniy Aleksandrovich, master's student of the Department of Economics of Construction and Housing and Communal Services, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, E-mail: arseniy1529@gmail.com

Ignatev Ilya Vladimirovich, master's student of the Department of Economics of Construction and Housing and Communal Services, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, E-mail: ignatiewIlya15@gmail.com

Skidan Alexander Alexandrovich, Ph.D. in Economics, Associate Professor, Department of Economics of Construction and Housing and Utilities, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, E-mail: aleksanderskidan@mail.ru

Аннотация. В статье обоснована актуальность цифровой трансформации как основы для инновационного развития строительной сферы, а также рассмотрены различные подходы к сущности данного процесса в условиях цифровой экономики. В работе проанализированы основные цифровые технологии, способствующие цифровой трансформации строительстве, и выгоды от их применения, и сделан вывод о том, что использование BIM-технологий является ключевым направлением инновационного развития строительной сферы за счет возможности построения единой цифровой платформы в строительстве.

Abstract. The article substantiates the relevance of digital transformation as the basis for innovative development of the construction sector, and also examines various approaches to the essence of this process in the digital economy. The work analyzes the main digital technologies that contribute to the digital transformation of construction, and the benefits of their use, and concludes that the use of BIM technologies is a key area of innovative development of the construction industry due to the possibility of building a unified digital platform in construction.

Ключевые слова: цифровая трансформация, инновации, строительство, цифровые технологии, BIM

Keywords: digital transformation, innovation, construction, digital technologies, BIM

Инновационное развитие является одним из ключевых направлений совершенствования деятельности субъектов инвестиционно-строительной деятельности как в России, так и за рубежом. Строительство является одной из ключевых сфер экономики, на долю которой в ВВП приходится 5–6 %, а доля

занятых в которой составляет порядка 9 % [1]. В настоящее время основным направлением в области внедрения инноваций выступает цифровая трансформация, связанная с распространением практики использования цифровых технологий на всех этапах реализации инвестиционно-строительного проекта.

Цифровая трансформация представляет собой «изменение подхода к ведению бизнеса (бизнес-модели), за счет интеграции инновационных технологий во все аспекты бизнес-деятельности, требующее внесения коренных преобразований в технологии, культуру, операции и принципы создания новых продуктов и услуг с целью обеспечения коммерческого успеха в условиях новой цифровой экономики» [2]. Зарубежные исследователи акцентируют внимание на том, что цифровая трансформация организаций связана не с внедрением отдельных инновационных инструментов производства и управления, а с совершенствованием всей деятельности организации в соответствии с принятой стратегией цифрового развития [3]. Однако плановый документ (стратегия, дорожная карта, план) по цифровой трансформации имеется только у 29% организаций строительной сферы, что снижает темпы распространения цифровых технологий в России [4].

Цифровая трансформация организаций строительной сферы выступает процессом, объединяющим в единой комплекс мероприятий различные цифровые технологии. Рассмотрим подробнее основные цифровые технологии, внедряемые в строительстве. По оценкам экспертов консалтинговой фирмы Strategy Partners, наиболее распространенными цифровыми технологиями, применяемыми строительными организациями в России, являются электронный документооборот, облачные технологии обмена данными, системы динамического ценообразования, а также технологии цифрового проектирования [5].



Рис. 1 – Уровень распространения цифровых технологий в организациях строительной сферы России [5]

Отметим, что наиболее распространены технологии, связанные с взаимодействием команды проекта как на строительной площадке, так и за её пределами. Кроме того, значительную долю в объеме цифровых технологий, используемых в строительстве, занимают программные комплексы по проектированию и ценообразованию.

Также в современных условиях цифровой экономики всё большее значение приобретают технологии, позволяющие качественно менять подход к ведению строительной деятельности. Так, среди цифровых технологий, значительно влияющих на процесс реализации инвестиционно-строительного проекта, являются:

1. Использование технологий искусственного интеллекта совместно с удаленным управлением техникой, что позволяет эффективнее выполнять повторяющиеся операции, требовавшие раньше значительных затрат времени и трудовых ресурсов [6]. Использование роботов позволяет также вести строительные работы с большей степенью безопасности при поддержании бесперебойного хода работ.

2. Виртуальная и дополненная реальность все чаще находят свое применение на этапе строительства в целях более реалистичного представления объекта и его отдельных элементов, избегания коллизий, возникающих при одновременном монтаже множества систем здания или сооружения. В то же время, использование виртуальной и дополненной реальности является маркетинговым инструментом, позволяющим потребителям строительной продукции оценить преимущества на этапе неполной готовности объекта [7].

3. Важнейшим этапом реализации инвестиционно-строительного проекта является эксплуатация, поэтому результатом цифровой трансформации также выступает постепенный переход к технологиям «умного дома», включающим в себя эффективное управление всеми инженерными системами в здании, системы безопасности и мониторинга (видеонаблюдение, контроль доступа, имитация присутствия, охранно-пожарная сигнализация, защита от протечек, удаленное информирование и пр.), что в перспективе приведет к увеличению интернет-трафика на умные датчики до 50% от общего объема, поступающего в жилые дома [8].

Внедрение вышеперечисленных цифровых технологий на текущий момент еще только получает распространение, в то время как по результатам опроса строительных организаций, проведенного МИСИ и МГСУ, электронно-цифровую подпись уже используют 87% организаций инвестиционно-строительной сферы, электронный документооборот внедрен в 85% организаций, а практика заключения договоров в электронной форме принята в 57% организаций [4].

В условиях цифровой экономики цифровая трансформация строительства стимулируется государственной политикой. Необходимость повышения эффективности, безопасности и качества строительства на основе внедрения технологий информационного моделирования (BIM-технологии) закреплена в ряде важнейших стратегических документов Российской Федерации, в числе которых Стратегия развития промышленности строительных материалов на

период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года, Национальный проект «Жилье и городская среда», проект Стратегии инновационного развития строительной отрасли.

Building Information Modeling (BIM) – это «технологический процесс, используемый в архитектурно-строительном проектировании и строительстве для разработки и применения многомерной цифровой модели строящегося, а также завершенного сооружения, в целях организации, хранения и использования данных для различных целей на всех стадиях жизненного цикла объекта» [7]. По состоянию на 2023 г. только 7% организаций строительной сферы полноценно используют BIM-технологии и 24% применяют информационное моделирование в ряде проектов [4]. 32% организаций планируют внедрение BIM в течение ближайших трех лет, а 28% пока что не рассматривают данные технологии в своих планах развития [4].

BIM представляет собой организацию числовой информации об объекте в единую управляемую систему, используемую на всех этапах жизненного цикла: от проектирования до эксплуатации и при необходимости сноса объекта [9]. Основными принципами информационного моделирования являются трехмерное моделирование; автоматическое создание графических и текстовых разделов проектной документации; набор атрибутивных данных, соответствующий объекту; интеллектуальная параметризация объектов; распределение процесса строительства по временным этапам и пр. [9].

Структура функционирования BIM-платформы представлена на рис. 2.

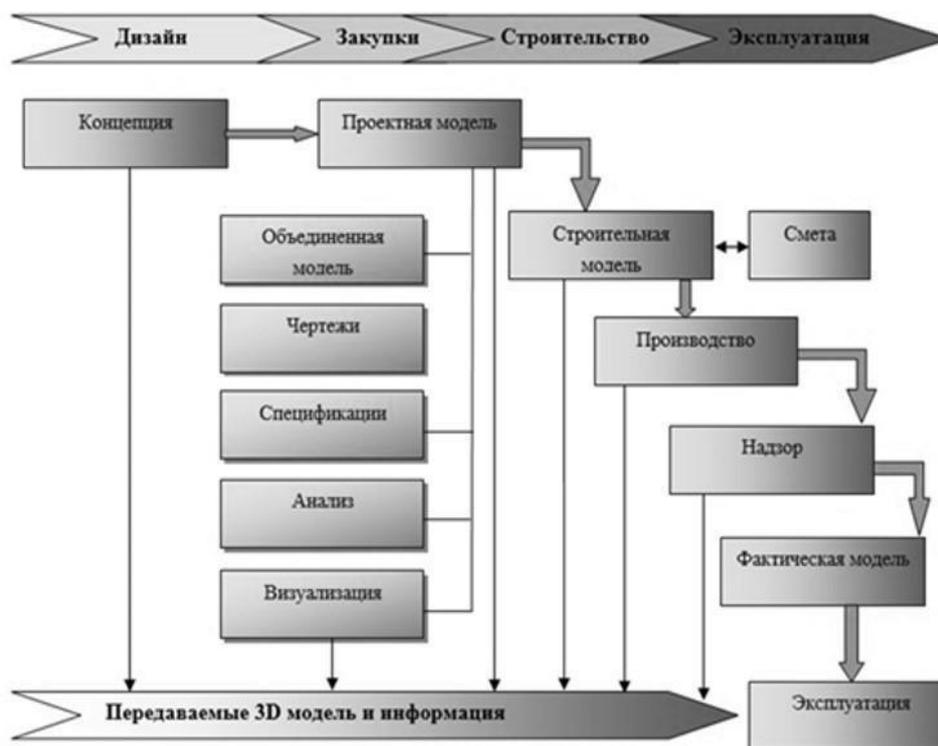


Рис. 2 – Схема функционирования BIM-платформы [10]

BIM-технологии выступают цифровой платформой, используемой участниками инвестиционно-строительного проекта для обмена данными и совместной работы, что позволяет сократить объем доработок проектов на 51%, снизить количество печаток и ошибок на 52%, экономить на затратах порядка 20% от общего объема, а также в целом уменьшить объем затрачиваемого на цикл производства работ времени на 10-20% [11].

В целом, BIM представляет собой один из первых этапов построения единой цифровой платформы в строительстве, являющейся основой для комплексной цифровой трансформации строительной сферы. Цифровая платформа – «система алгоритмизированных взаимовыгодных взаимоотношений значимого количества независимых участников или сферы деятельности, осуществляемых в единой информационной среде, приводящая к снижению транзакционных издержек за счет применения пакета информационных технологий работы с данными и изменения системы разделения труда» [12]. Ключевая особенность цифровых платформ в масштабе

сферы экономической деятельности – возможность совместной работы практически неограниченного числа пользователей.

В соответствии с типологией цифровых платформ, предложенной П. Эвансом, выделяют 4 типа цифровых платформ [13]:

1. Транзакционная, функционирующая как канал связи, облегчающая взаимодействие между пользователями, покупателями и поставщиками. Использование платформы повышает рентабельность процессов для участников, а также обеспечивает более комфортные условия взаимодействия между пользователями платформы.
2. Инновационная, в рамках которой пользователи разрабатывают технологии, товары и услуги. Подобные платформы зачастую включают в себя механизм привлечения финансирования, что в совокупности позволяет создать единую инновационную экосистему.
3. Интегрированная, сочетающая в себя признаки инновационной и транзакционной платформ.
4. Инвестиционная, предоставляющая инфраструктуру для проектов и удобный интерфейс для пользователей. Данная платформа объединяет организации, разрабатывающие стратегии финансирования портфеля платформы.

На практике в условиях цифровой экономики практически не существует платформ, однозначно относящихся к одному из вышеперечисленных типов. Кроме того, постепенный переход от автоматизации процессов (например, подключения системы электронного документооборота и цифровой подписи) к полноценной цифровой трансформации, связанной с использованием цифровых технологий в комплексе, в том числе при изменении бизнес-модели, происходит постепенно. Соответственно, на инновационное развитие строительства оказывают влияние такие факторы, как интенсификация коммуникаций, автоматизация взаимодействий в режиме реального времени, обработка информационных ресурсов в онлайн-режиме (рис. 3).

Цифровая трансформация и переход к цифровым платформам в строительстве позволяет повысить эффективность и производительность при реализации проектов, увеличить скорость выполнения работ, снизить временные затраты за счет сокращения количества ошибок проектирования, значительно увеличить степень безопасности производимых работ на строительной площадке, повысить качество готовой строительной продукции [10, 15, 16].



Рис. 3 – Факторы, оказывающие влияние на инновационное развитие строительства при переходе к цифровым платформам [14]

Тем не менее по результатам опроса организаций строительной сферы, цифровой трансформации препятствуют такие факторы, как отсутствие гарантированного эффекта (84% опрошенных), недостаток квалифицированных кадров для работы с цифровыми технологиями (83% опрошенных), отсутствие достаточного финансирования для проведения цифровой трансформации (78% опрошенных), высокие риски нарушения налаженных процессов (78% опрошенных), отсутствие стимулов для проведения цифровой трансформации

(75% опрошенных), отсутствие на рынке доступного программного обеспечения (78% опрошенных) [5].

Для преодоления существующих барьеров цифровой трансформации применяются методы государственного стимулирования, среди которых реализация национального проекта «Цифровая экономика», федерального проекта «Умный город», постановление Правительства РФ № 331 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам применения технологии информационного моделирования», программа «Цифровое строительство» Министерства строительства и ЖКХ. Также в целях интенсификации цифровой трансформации строительства необходимо проведение софинансирования подобных проектов [17], что, например, нашло отражение в создании Фонда содействия инновациям, реализующем программу поддержки инновационных технологий в строительной сфере на основе грантов и субсидий на разработку и внедрение передовых решений.

Таким образом, цифровая трансформация представляет собой комплексный процесс внедрения цифровых технологий в деятельность субъектов инвестиционно-строительной сферы, в том числе на основе перехода к цифровым платформам. Несмотря на преимущества от использования цифровых технологий, данный процесс зачастую связан как с потребностью в высоком объеме финансирования, так и с рисками неадаптации существующих процессов при реализации проектов к современным способам обмена данными, строительства и эксплуатации готового объекта. Однако инновационное развитие строительной сферы в условиях формирования цифровой экономики является неизбежным этапом полномасштабной цифровой трансформации всех сфер жизнедеятельности населения. Считаем, что постепенное внедрение цифровых технологий в деятельность строительных организаций является ключевым фактором роста эффективности процессов реализации

инвестиционно-строительных проектов как в рамках отдельных организаций, так и в целом строительной сферы России.

Список источников

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Строительство в России. 2020: статистический сборник [Текст]. — М.: Росстат, 2020. — 113 с.
2. Байбурин, А.Х. Применение цифровых технологий в строительстве [Текст] / А.Х. Байбурин, Н. В. Кочарин // Челябинск: Библиотека А. Миллера, 2020. - 167 с.
3. Kane, G. C. Is your business ready for a digital future? [Текст] / G. C. Kane, D. Palmer, A. N. Phillips, D. Kiron // MIT Sloan Management Review. - 2015. - Vol. 56. - Issue 4. - P. 1-37.
4. Кисель, Т.Н. Исследование уровня цифровизации на российских предприятиях инвестиционно-строительной сферы / Т.Н. Кисель, Ю.С. Прохорова // — Москва: Издательство МИСИ - МГСУ, 2023. – 52 с.
5. Strategy Partners. Приоритеты цифровизации российских девелоперских и строительных компаний [Электронный ресурс]. – URL: <https://strategy.ru/research/research/39> (дата обращения: 10.07.2024).
6. Миронова, Л. И. Современные цифровые технологии и возможность их применения в процессе цифровой трансформации строительной отрасли [Текст] / Л. И. Миронова, Н. И. Фомин, Д. С. Винокуров, С. С. Огородникова // Русский журнал строительных наук и технологий. – 2022. - Том 8. - № 1. – С. 55-64.
7. Москвичев, М. А. Цифровая трансформация строительных организаций [Текст] / М. А. Москвичев // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. - Том 13. - № 3А. – С. 294-304.
8. Шваб, К. Четвертая промышленная революция [Текст] / К. Шваб // - М.: Эксмо, 2016. - 138 с.
9. Талапов, В. В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий [Текст] / В.В. Талапов // - М.: ДМК-Пресс. 2015. - 410 с.

10. Саранчук, В.Р. Преимущества и проблемы цифровой трансформации в строительном секторе [Текст] / В.Р. Саранчук, И.Д. Кочетков // Экономика и предпринимательство. – 2023. - № 2. – С. 1047-1050.
11. НИУ МГСУ, ООО «КОНКУРАТОР». Оценка применения BIM-технологий в строительстве [Электронный ресурс]. - URL: https://www.nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchot.pdf (дата обращения: 12.07.2024).
12. Ростелеком. Цифровые платформы. Подходы к определению и типизация [Электронный ресурс]. – URL: https://files.data-economy.ru/digital_platforms.pdf (дата обращения: 10.07.2024).
13. Evans, P.C. The Rise of the Platform Enterprise: A Global Survey [Электронный ресурс] / P.C. Evans, A. Gawer // – New York: Center for Global Enterprise. – URL: https://www.thecge.net/app/uploads/2016/01/PDF-WEB-Platform-Survey_01_12.pdf (дата обращения: 10.07.2024).
14. Попов, Е.В. Эволюция цифровых платформ инновационной деятельности [Текст] / Е.В. Попов, В.Л. Симонова, А.Д. Тихонова // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. - 2022. - №4. - С. 117-130.
15. Аблязов, Т.Х. Инфраструктурное обеспечение цифровой трансформации строительной сферы [Текст] / Т.Х. Аблязов // Московский экономический журнал. – 2023. – Том 8. - № 10. – URL: <https://qje.su/wp-content/uploads/2023/10/Ablyazov-2.pdf>
16. Аблязов, Т.Х. Проблемы реализации потенциала роста строительной сферы [Текст] / Т.Х. Аблязов, С.П. Ширшиков // Московский экономический журнал. – 2022. – Том 7. - № 5. С. 583-591.
17. Шамсутдинова, А. Р. Развитие методов стимулирования цифровой трансформации строительной сферы в Российской Федерации [Текст] / А. Р. Шамсутдинова, Р. Р. Козаков // Вестник гражданских инженеров. – 2022. - № 5 (94). – С. 146-153.

References

1. Federal State Statistics Service (Rosstat). Construction in Russia. 2020: statistical collection [Text]. — Moscow: Rosstat, 2020. — 113 p.
2. Baiburin, A. Kh. Application of digital technologies in construction [Text] / A. Kh. Baiburin, N. V. Kocharin // Chelyabinsk: A. Miller Library, 2020. - 167 p.
3. Kane, G. C. Is your business ready for a digital future? [Text] / G. C. Kane, D. Palmer, A. N. Phillips, D. Kiron // MIT Sloan Management Review. - 2015. - Vol. 56. - Issue 4. - P. 1-37.
4. Kisel, T. N. Research on the level of digitalization at Russian enterprises in the investment and construction sector / T. N. Kisel, Yu. S. Prokhorova // — Moscow: MISI - MGSU Publishing House, 2023. – 52 p.
5. Strategy Partners. Digitalization priorities of Russian development and construction companies [Electronic resource]. — URL: <https://strategy.ru/research/research/39> (accessed: 10.07.2024).
6. Mironova, L. I. Modern digital technologies and their application possibilities in the process of digital transformation of the construction industry [Text] / L. I. Mironova, N. I. Fomin, D. S. Vinokurov, S. S. Ogorodnikova // Russian Journal of Construction Science and Technology. – 2022. - Vol. 8. - No. 1. – P. 55-64.
7. Moskvichev, M. A. Digital transformation of construction organizations [Text] / M. A. Moskvichev // Economics: Yesterday, Today, Tomorrow. – 2023. - Vol. 13. - No. 3A. – P. 294-304.
8. Schwab, K. The Fourth Industrial Revolution [Text] / K. Schwab // - Moscow: Eksmo, 2016. - 138 p.
9. Talapov, V. V. BIM Technology. The essence and features of building information modeling implementation [Text] / V. V. Talapov // - Moscow: DMK-Press, 2015. - 410 p.
10. Saranchuk, V. R. Advantages and problems of digital transformation in the construction sector [Text] / V. R. Saranchuk, I. D. Kochetkov // Economics and Entrepreneurship. – 2023. - No. 2. – P. 1047-1050.

11. NIU MGSU, LLC "KONKURATOR". Assessment of the application of BIM technologies in construction [Electronic resource]. – URL: https://www.nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchet.pdf (accessed: 12.07.2024).
12. Rostelecom. Digital platforms. Approaches to definition and typification [Electronic resource]. – URL: https://files.data-economy.ru/digital_platforms.pdf (accessed: 10.07.2024).
13. Evans, P. C. The Rise of the Platform Enterprise: A Global Survey [Electronic resource] / P. C. Evans, A. Gawer // – New York: Center for Global Enterprise. – URL: https://www.thecge.net/app/uploads/2016/01/PDF-WEB-Platform-Survey_01_12.pdf (accessed: 10.07.2024).
14. Popov, E. V. Evolution of digital platforms for innovative activities [Text] / E. V. Popov, V. L. Simonova, A. D. Tikhonova // Bulletin of PNIPU. Social and Economic Sciences. - 2022. - No. 4. - P. 117-130.
15. Ablyazov, T. Kh. Infrastructure support for the digital transformation of the construction sector [Text] / T. Kh. Ablyazov // Moscow Economic Journal. – 2023. – Vol. 8. - No. 10. – URL: <https://qje.su/wp-content/uploads/2023/10/Ablyazov-2.pdf>
16. Ablyazov, T. Kh. Problems of realizing the growth potential of the construction sector [Text] / T. Kh. Ablyazov, S. P. Shirshikov // Moscow Economic Journal. – 2022. – Vol. 7. - No. 5. P. 583-591.
17. Shamsutdinova, A. R. Development of methods to stimulate digital transformation of the construction sector in the Russian Federation [Text] / A. R. Shamsutdinova, R. R. Kozakov // Bulletin of Civil Engineers. – 2022. - No. 5 (94). – P. 146-153.

© Гусев А. А., Игнатъев И.В., Скидан А.А., 2024. Московский экономический журнал, 2024, № 7.