

УДК 69.059:004.94      DOI: 10.14451/1.256.182

# Практика применения цифровых двойников в управлении и эксплуатации зданий в российских реалиях

© 2026 **Гладышева Ирина Валерьевна**

Кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры Менеджмент. Российский университет дружбы народов имени П. Лумумбы, Москва, Россия.

E-mail: gladysheva-iv@rudn.ru

© 2026 **Хромова Анастасия Сергеевна**

Студент. Российский университет дружбы народов имени П. Лумумбы, Москва, Россия.

E-mail: 1032219641@rudn.ru

**Ключевые слова:** цифровой аналог, цифровизация, эксплуатация зданий, трансформационные и бизнес-процессы.

В современных условиях цифровой экономики и экономики данных происходит трансформация как отдельных секторов экономики, так и всего хозяйственно-экономического комплекса страны. Сфера строительства и эксплуатации зданий также оказались подвержены изменениям. Инновационные технологии, в частности технология цифровых двойников, активно внедряются в сферу строительства и эксплуатации зданий. Лучшие практики реализации подобных проектов в России начали появляться с 2020 года в Москве в инновационном центре «Сколково» и Санкт-Петербурге на объекте «Лахта-Центр». Применение технологии цифрового двойника как некоего виртуального образа настоящего объекта дает возможность прорабатывать разные модели его существования, строить сценарии с потенциально возможными рисками и угрозами, предотвращать потери ресурсов (времени, материалов и т. д.), разрабатывать обоснованные управленческие решения, которые обеспечат своевременные корректировки процессов и объектов для их эффективного функционирования. Наличие явных выгод применения технологии цифровых двойников в сфере строительства и эксплуатации зданий повышает интерес к теме исследования и подчеркивает ее актуальность в России и мире.

**Цель.** Исследование и детальное рассмотрение отечественного опыта применения технологий виртуальных аналогов в сфере управления объектами недвижимости, определение возможностей и препятствий ее распространения. Изучение и анализ российского опыта использования технологии цифрового двойника в управлении зданиями, выявление перспектив и барьеров развития.  
**Задачи.** Раскрытие сущности понятия цифровой аналог (двойник) применительно к управлению строительством и эксплуатацией зданий, обнаружение проблем и ограничений в реализации инновационных технологий такого формата.

**Методология.** Исследование построено на анализе публикаций по вопросам теории и практики цифровых двойников, анализе отраслевой специфики бизнес-процессов строительной отрасли и эксплуатации зданий, эмпирических данных для выработки рекомендаций. Авторы выявили и систематизировали специфику практики применения цифровых двойников в сфере строительства

и эксплуатации зданий, выявили основания для дальнейшего повышения уровня цифровизации системы управления эксплуатацией зданиями в России, подчеркнув, что эффективное освоение данной технологии возможно лишь при условии интегрированного подхода, охватывающего как технологическую сторону вопроса, так и организационные и экономические составляющие процесса.

## Введение

Россия несколько позже, чем другие страны пришла к практике внедрения цифровых двойников. Если за рубежом впервые данный термин прозвучал в докладе профессора М. Гривза в 2002 году [15], то в России данная категория стала входить в терминологический оборот только с 2017 года с разработкой и принятием национальной программы «Цифровая экономика». Два годами позже основные термины в сфере цифровой экономики нашли отражение в нормативно-правовом поле, когда был принят соответствующий ГОСТ [6].

В ГОСТ закреплено основное определение сути цифрового двойника, под которым стали понимать «цифровую модель и различные ее связи с продуктом через комплекс данных и программного кода, который обеспечивал работу с необходимыми данными» [6].

Что касается определения сути цифрового двойника для объекта недвижимости, то под ним подразумевается подробная цифровая копия здания, включающая как модель несколько элементов: датчики, собирающие сведения о работе инженерных систем, интерфейс или программное обеспечение, через которые сотрудники видят состояние здания, алгоритмы, которые помогают анализировать собранные данные и прогнозировать поломки, архив, который хранит историю работы всех систем здания. Такая трехмерная модель помогает лучше управлять зданием и вовремя его ремонтировать [10; 12]. Терминологически такую трехмерную модель можно рассматривать как информационную модель здания (BIM)<sup>1</sup>. Подчеркнем, что такая модель работает в динамике, то есть позволяет

отслеживать и обновлять процессы в реальном времени.

В контексте управления недвижимостью цифровой двойник обладает рядом характеристик [2; 3; 14]:

- Актуальность Цифровой двойник соответствует актуальному состоянию объекта за счет постоянных обновлений данных, поступающих с датчиков мониторинга.
- Интерактивность Система цифрового двойника позволяет пользователям моделировать различные сценарии работы и получать необходимую информацию.
- Предикативность Цифровой двойник может давать прогноз о состоянии здания и его инженерных систем, что позволяет предотвращать аварийные ситуации и оптимизировать процессы обслуживания.
- Целостность и полнота данных в системе цифрового двойника содержится вся информация о здании, начиная с проектной документации и заканчивая данными о текущем состоянии объекта.

Цифровые двойники на практике могут быть применены в двух основных вариантах [3; 14]:

1. Этапы жизненного цикла объекта недвижимости.
  - Этап проектирования Технология реализуется в качестве информационной модели.
  - Этап строительства Цифровой двойник применяется для контроля хода строительства, в том числе и для управления ресурсами.
  - Этап эксплуатации Технология становится основным инструментом управления.

<sup>1</sup>BIM – Building Information Modeling (анг.)

- Этап реконструкции или сноса Архитектура и прогноз процесса реконструкции или снос.

## 2. Функциональное назначение.

- Мониторинг состояния здания Для своевременного выявления изменений, которые могут привести к снижению надёжности и безопасности объекта.
- Прогнозирование будущего состояния здания Анализ собранных данных, выявление трендов и прогноз возможных проблем, например перегрузки конструкций, риска обрушения или износа элементов, что помогает для предотвращения аварий.
- Оптимизация процессов управления зданием и его системами. Рост эффективности принятия решений для обеспечения безопасности, эффективности эксплуатации и снижения затрат на обслуживание зданий.

В современном мире внедрение технологии цифрового двойника в сферу управления недвижимостью привело к серьезным изменениям в традиционных бизнес-моделях. Речь идет о таких моделях, как модели девелопер, генеральный подрядчик, управляющая компания, проектная организация, технический заказчик. Эти модели претерпели трансформацию, в результате чего появились новые подходы к управлению. Наиболее распространенные из них следующие:

- модель «интегрированное управление». Суть в создании единой информационной системы, которая дает возможность контролировать все ресурсы здания (от инженерных коммуникаций до предметов интерьера и мебели);
- модель «предиктивное управление». Данная модель предназначена для предсказания возможных рисков и их потенциальных проявлений. Такой подход «предугадывания» опасностей и проблем создает условия для проактивного управления, что повышает эффективность функционирования объекта за счет нейтрализации или снижения потерь и затрат;
- модель «энергоэффективное управление». За счет мониторинга загруженности объекта, влияния экологических или климатических факторов, затем анализа собранных данных об

этих изыманиях, выявляются предпосылки для снижения затрат на обслуживание объекта и его энергопотребление.

Активное внедрение технологий цифрового аналога объектов приводит к тому, что компаниям удастся существенно оптимизировать эксплуатационные расходы и повысить эффективность управления объектами.

Лучшие практики внедрения технологий виртуального аналога в отдельных компаниях рассматриваемой отрасли показали рост эффективности как в разрезе управления процессами эксплуатации зданий, достигнув уровня порядка 30%, так и конкретно в операционных процессах, демонстрируя снижение затрат на уровне 15–25% [4; 15; 16].

Ряд успешных кейсов в российской практике, несмотря на только зарождающуюся активность распространения подобных технологий, также свидетельствуют о целесообразности, а главное эффективности внедрения (табл. 1).

Реализация проектов цифровых двойников на российском рынке недвижимости демонстрирует ряд отличительных черт, свойственных отечественной практике:

- доминирование масштабных решений, что объясняется значительными капиталовложениями, требуемыми для внедрения технологии цифровых двойников;
- акцент на энергосберегающих решениях, продиктованный существенными затратами на энергоносители и задачей минимизации операционных издержек;
- взаимодействие с государственными информационными платформами, необходимое для соблюдения законодательных норм и упрощения процедур отчетности перед контролирующими органами;
- подключение к охраняемым комплексам, обусловленное ужесточением требований к защите объектов недвижимости [8];
- российское программное обеспечение, созданное как альтернатива импортным программам [7; 9; 11].

**Таблица 1.** Лучшая российская практика применения технологии «цифровой двойник» (кейсы) в области строительства и эксплуатации объектов недвижимости.

Компания (объект)	Специфика объекта	Элементы технологии	Пояснение
Бизнес-центр «Академик»	Офисный комплекс	BIM-модель; Система мониторинга; Платформа для анализа данных; Интерфейс для взаимодействия.	Снижение эксплуатационных расходов на 23%; Снижение энергопотребления на 15–20%.
«Лахта Центр»	Многофункциональный комплекс	Информационная модель; Система мониторинга; Платформа для анализа данных; Система управления эксплуатацией.	Рост скорости реакции на инцидент на 35%; Снижение эксплуатационных расходов на 18%.
ЖК «Скандинавия»	Жилой комплекс	Трехмерная модель; Система мониторинга; Платформа для анализа данных; Мобильное приложение.	Снижение затрат на обслуживание на 12%; Уменьшение количества аварийных ситуаций на 28%.
Технопарк «Сколково»	Комплекс зданий	Информационная модель; Система мониторинга; Платформа для анализа данных; Система управления эксплуатацией.	Снижение энергопотребления на 22%; Рост скорости реакции на инцидент на 40%.

Источник: составлено авторами на основе [1; 10; 12; 13; 15].

Интеграция решений цифрового двойника в систему управления объектами недвижимости обеспечивает множество преимуществ, среди которых: рациональное использование энергетических ресурсов, минимизация рисков нештатных ситуаций, совершенствование сервисного обслуживания. Замена планово-предупредительных ремонтов на предиктивный период дает возможность существенно уменьшить расходы на поддержку работоспособности инженерной инфраструктуры.

Анализ экономических показателей ряда столичных офисных комплексов категории «А» демонстрирует, что период возврата вложенных средств в разработку и запуск цифрового аналога варьируется в пределах 24–42 месяцев, что определяется параметрами сооружения и уровнем технологического оснащения. В течение пяти лет использования совокупная финансовая выгода, способная превысить стартовые вложения в 2–2,5 раза.

Кроме непосредственной финансовой отдачи, использование цифровых двойников обеспечивает существенные улучшения в сфере управле-

ния: растет скорость и качество управленческих решений, совершенствуются бизнес-процессы, улучшается качество коммуникаций с арендаторами и потребителями услуг.

Репрезентативным кейсом комплексной эффективности цифрового двойника служит практика применения данной технологии в многофункциональном комплексе «Лахта Центр» (Санкт-Петербург) [1; 15].

Для системы управления данным объектом создана интегрированная цифровая модель, консолидирующая свыше 30 разнородных подсистем, среди которых системы контроля качества инженерной инфраструктуры, обеспечения безопасности, а также информационные платформы для арендаторов и посетителей. Результаты двухлетнего функционирования системы демонстрируют следующие достижения:

- экономия энергии порядка 23,5% относительно проектных значений;
- затраты на сервисное обслуживание сократились на 18,7%;
- число нештатных ситуаций уменьшилось на 82%;

- объем выбросов CO<sub>2</sub> снизился на 19,8% по сравнению с проектными расчетами;
- совокупный экономический результат за два года достиг 127 млн рублей.

Особую значимость приобретает синергетический эффект от комплексной цифровизации. Объединение систем климат-контроля, освещения и энергоменеджмента обеспечивает не только минимизацию затрат на энергосбережение, но и улучшение пользовательского комфорта, что повышает конкурентоспособность объекта на рынке аренды.

Отечественная практика подтверждает, что взвешенный подход к внедрению цифровых двойников в эксплуатацию недвижимости дает ощутимые результаты.

Вместе с тем, специфика российского рынка, обусловленная состоянием инфраструктуры и особенностями нормативного регулирования, вызвала необходимость адаптации международных практик и формирование собственных технологических и управленческих подходов. Несмотря на неоспоримые преимущества и перспективы технологии цифровых двойников в сфере управления недвижимостью, ее имплементация в российских условиях сталкивается с рядом существенных препятствий. На основании изучения научной литературы, источников [5] и практического опыта выделены следующие категории барьеров: технологические, организационно-управленческие, экономические, нормативно-правовые и кадровые. Типичные проблемы применения технологии цифровых двойников в российской практике:

#### 1. Технологические.

- Отсутствие единых стандартов и протоколов обмена данными. Отсутствие общепринятых стандартов интеграции различных информационных систем и устройств в единую экосистему цифрового двойника.
- Сложный процесс интеграции с существующими системами. Большинство зданий в России, особенно разработанных до 2000-х годов, проектировались без учета возможности цифровизации процессов

управления из-за чего требуется значительная модернизация существующей инфраструктуры и информационных систем.

- Проблемы с качеством и надежностью данных. Функционирование цифрового двойника напрямую зависит от качества и актуальности данных, поступающих от различных датчиков и систем мониторинга. В российских условиях часто наблюдаются проблемы с надежностью работы таких систем.
- Ограниченная доступность высокопроизводительных вычислительных ресурсов. Работа с цифровыми двойниками сложных объектов требует значительных вычислительных мощностей, особенно при создании прогнозных моделей на основе bigdata. В условиях санкционных ограничений и зависимости от импортных комплектующих для серверного оборудования это создает дополнительные риски для проектов внедрения цифровых двойников.

#### 2. Экономические.

- Высокие начальные инвестиции. Создание цифрового двойника здания требует значительных финансовых вложений в оборудование, программное обеспечение, инфраструктуру и обучение персонала.
- Неопределенность экономической эффективности. Несмотря на очевидные преимущества цифровых двойников, точная оценка их экономической эффективности затруднена из-за отсутствия достаточного количества реализованных проектов и долгосрочной статистики.
- Ограниченный доступ к финансированию. В условиях экономической нестабильности и высоких процентных ставок многие компании строительной отрасли испытывают трудности с привлечением финансирования для долгосрочных инновационных проектов, к которым относится внедрение цифровых двойников.
- Зависимость от импортных технологий и решений. Значительная часть технологий и программного обеспечения для создания цифровых двойников в России

импортируется из-за рубежа. В условиях санкционных ограничений и колебаний валютных курсов это создает дополнительные экономические риски для проектов цифровизации.

### 3. Организационные.

- Сопротивление изменениям со стороны персонала и руководства. Как и при введении любой инновации человеческий фактор играет важную роль для полноценного функционирования системы.
- Отсутствие четкой стратегии цифровизации. Многие российские компании внедряют отдельные элементы цифровых технологий без комплексного подхода и понимания конечных целей трансформации.
- Сложность управления изменениями. Переход к использованию цифровых двойников требует значительных изменений в организационной структуре, бизнес-процессах и корпоративной культуре компаний.

Для устранения обозначенных выше препятствий необходима выработка целостной стратегии и консолидации усилий всех вовлечен-

ных субъектов рынка: органов государственной власти, предпринимательского сообщества, а также научных и образовательных учреждений. При условии грамотной реализации проекты цифровых двойников способны стать действенным инструментом для улучшения качественных характеристик зданий, повышения их безопасности и оптимизации энергозатрат. Данные направления полностью коррелируются со стратегическими ориентирами развития строительного комплекса [7] и общим вектором цифровой трансформации экономики России. Научные изыскания в сегменте цифрового моделирования зданий продолжают высокими темпами, что позволяет прогнозировать появление в ближайшем будущем передовых технологических продуктов и новых экономических моделей. Это, в свою очередь, должно сделать рассматриваемую технологию более доступной и производительной. Для закрепления лидерских позиций России в этой сфере необходимо углублять партнерство между государственным сектором, бизнесом и наукой, а также формировать адаптивную регуляторную среду, поддерживающую инновационные процессы в строительстве и управлении недвижимым имуществом.

### Библиографический список

1. 3000 глаз для искусственного интеллекта. Как устроена система мониторинга конструкций Лахта Центра / Хабр. — URL: <https://habr.com/ru/companies/lakhtacenter/articles/414549/> (дата обр. 25.01.2026).
2. *Абрамов В. И., Громыко А. А.* Цифровые двойники для цифровой трансформации управления городом : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 26–27 августа 2021 года // Управление, экономика и право: проблемы, исследования, результаты. — Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2021. — С. 11–18. — EDN IWBBRL.
3. *Боровков А. И., Рябов Ю. А.* Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки : Сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 20–22 июня 2019 года // Цифровая трансформация экономики и промышленности. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. — С. 234–245. — DOI: [10.18720/IEP/2019.3/25](https://doi.org/10.18720/IEP/2019.3/25). — EDN ZUPIWC.
4. Внедрение цифрового двойника: от проекта до запуска / Alpha Intech. — URL: <https://www.alpha-intech.com/blog/ypravlenie-proizvodstvom/vnedrenie-tsifrovogo-dvojnika/> (дата обр. 18.01.2026).
5. *Горбова И. Н., Аванесова Р. Р., Мусаев М. М.* Цифровая трансформация строительной отрасли России // Вестник Академии знаний. — 2023. — 2 (55). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-stroitelnoy-otrasli-rossii> (дата обр. 12.02.2026).
6. ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники. Общие положения. — 2021. — URL: [https://normadocs.ru/gost\\_r\\_57700\\_37\\_2021](https://normadocs.ru/gost_r_57700_37_2021) (дата обр. 18.01.2026).
7. Государственные инициативы и программы поддержки цифровизации в строительстве / Цифрастрой. — URL: <https://cifrastroy.ru/posts/gosudarstvennye-initsiativy-i-programmy-podderzhki-tsifrovizatsii-v-stroitelstve> (дата обр. 18.01.2026).
8. Использование цифрового двойника в задачах управления информационной безопасностью /

- А. Р. Касимова [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2023. – 1 (61). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tsifrovogo-dvoynika-v-zadachah-upravleniya-informatsionnoy-bezopasnostyu> (дата обр. 20.01.2026).
9. *Караетян В. А.* Цифровизация строительной отрасли в России // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – 5–4(73). – С. 143–145. – EDN KIWGZC.
10. *Куприяновский В. П., Климов А. А., Воронев Ю. Н.* Цифровые двойники на базе развития технологий BIM, связанные онтологиями, 5G, IoT и смешанной реальностью для использования в инфраструктурных проектах и IfraBIM // International Journal of Open Information Technologies. – 2020. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-dvoyniki-na-baze-razvitiya-tehnologiy-bim-svyazannye-ontologiyami-5g-iot-i-smeshannou-realnostyu-dlya-ispolzovaniya-v> (дата обр. 20.02.2026).
11. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» / Минцифры России. – URL: <https://digital.gov.ru/target/nacziionalnaya-programma-czifrovaya-ekonomika-rossijskoj-federaczii> (дата обр. 12.01.2026).
12. Применение BIM / Sonns.ru. – 2019. – URL: <http://www.sonns.ru/upload/2019/primenenie%20BIM.pdf> (дата обр. 23.01.2026).
13. *Солдатова Е. В., Терещенко Е. Д.* Эволюция концепции цифровых двойников и ее реализация в управлении предприятиями : Сборник трудов научно-практической и учебной конференции, Санкт-Петербург, 04–06 июня 2019 года. Ч. 2. // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. – СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. – С. 110–115. – EDN GHFCBL.
14. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности : Краткий доклад / А. И. Боровков [и др.]. – СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. – 62 с. – ISBN 978-5-7422-6922-9. – EDN ELMCKN.
15. Что такое цифровые двойники и где их используют / Т-Банк. – URL: <https://secrets.tbank.ru/razvitie/digital-twin/> (дата обр. 25.01.2026).
16. Экономические аспекты внедрения цифрового двойника здания на стадии эксплуатации / В. П. Грахов [и др.] // Вестник УМЦ. – 2021. – 4 (33). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-aspekty-vnedreniya-tsifrovogo-dvoynika-zdaniya-na-stadii-ekspluatatsii> (дата обр. 12.03.2025).
17. Digital Twin Market Size & Share Analysis – Trends, Drivers, Competitive Landscape, and Forecasts (2025–2032) / P&S Market Research. – URL: <https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/digital-twin-market> (visited on 01/19/2026).
18. Digital twin-driven product design framework / F. Tao [et al.] // International Journal of Production Research. – 2018. – Feb. – Vol. 57, no. 12. – P. 3935–3953. – ISSN 1366-588X. – DOI: [10.1080/00207543.2018.1443229](https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1443229).