

УДК 332.1:69:004.9

Г. В. Гусева

Байкальский государственный университет, Иркутск, e-mail: galigus@mail.ru

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: РОССИЙСКИЙ ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ключевые слова: технологии информационного моделирования, ТИМ, BIM, CIM, умный город, цифровой двойник, жизненный цикл объекта, комплексное развитие территорий, BIM-менеджмент, цифровая трансформация строительства, BIM-зрелость.

В статье анализируется трансформация строительной отрасли под влиянием технологий информационного моделирования (ТИМ). В исследовании представлена эволюция нормативно-правовой базы применения ТИМ в строительстве, рассмотрены некоторые практические кейсы реализации проектов с использованием технологий BIM (Building Information Modeling) и CIM (City Information Modeling) в России. Особое внимание уделено перспективам интеграции BIM с Интернетом вещей (IoT) и CIM для создания цифровых двойников и «умных городов». Приводится обзор основных барьеров, тенденций и трендов развития технологий информационного моделирования. Рекомендации включают необходимость разработки Федерального закона о ТИМ, субсидирование отечественного программного обеспечения и важность оказания поддержки регионам с целью преодоления «цифрового разрыва». Результаты исследования показывают, что BIM и CIM-технологии становятся стандартом для устойчивого строительства и управления инфраструктурой.

G. V. Guseva

Baikal State University, Irkutsk, e-mail: galigus@mail.ru

INFORMATION MODELING TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: RUSSIAN EXPERIENCE, PROBLEMS AND PROSPECTS

Keywords: information modeling technologies, BIM, CIM, smart city, digital twin, object life cycle, integrated development of territories, bim management, digital transformation of construction, bim maturity.

This article analyzes the transformation of the construction industry under the influence of information modeling technologies (BIM). The study presents the evolution of the regulatory framework for the use of BIM in construction, considers some practical cases of implementing projects using BIM (Building Information Modeling) and CIM (City Information Modeling) technologies in Russia. Particular attention is paid to the prospects for integrating BIM with IoT and CIM to create digital twins and «smart cities». An overview of the main barriers, trends and tendencies in the development of information modeling technologies is provided. Recommendations include the need to develop a federal law on BIM, subsidizing domestic software and the importance of providing support to regions in order to overcome the «digital divide». The study results show that BIM and CIM technologies are becoming the standard for sustainable construction and infrastructure management.

Введение

Строительная отрасль в настоящее время переживает трансформацию, движимую цифровизацией. Технологии информационного моделирования, зародившиеся ещё в 1970-х гг. как инструменты визуализации, эволюционировали в комплексные системы управления жизненным циклом объектов. Статистические данные показывают, что применение ТИМ сокращает ошибки проектирования на 80%, сроки строительства – на 30-50%, а затраты – до 20% [3]. Учеными отмечается принципиальная «необходимость внедрения цифровых и информационных технологий для оптимизации специализированных процессов и улучшения

показателей качества разработки проектов и систем будущего объекта строительства» [5]. Уже в 2025 г. такие технологии становятся стандартом для комплексного управления жизненным циклом объектов на каждой стадии – от проектирования до эксплуатации.

Актуальность исследования обусловлена целым рядом аспектов, среди которых необходимость усовершенствования законодательной базы, доказанная экономическая эффективность при большом количестве барьеров и глобальный тренд на интеграцию технологий информационного моделирования с Интернетом вещей, искусственным интеллектом и облачными платформами.

Целью исследования является выявление новшеств в законодательстве в области ТИМ в строительстве, оценка опыта применения ТИМ в России, определение барьеров и тенденций в сфере применения технологий информационного моделирования в строительстве.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу исследования составил анализ нормативных правовых актов (НПА), регулирующих сферу применения технологий информационного моделирования в России и обзор некоторых реализованных в нашей стране объектов с внедрением ТИМ.

В исследовании применялись методы анализа, сравнения, обобщения, индукции и прогнозирования.

Результаты исследования и их обсуждение

О применении технологий информационного моделирования в строительстве заговорили уже довольно давно, так как автоматизация начала захватывать более гибкие отрасли экономики и показывать свои результаты, строительный сектор не мог не отреагировать на данную тенденцию. Первой страной, законодательно закрепившей BIM, стала Великобритания. Там с 2016 г. применение технологий информационного моделирования стало обязательным для всех государственных строительных проектов. Сингапур и страны ЕС с 2018 г. также довольно оперативно начали внедрять такие технологии в строительстве. Именно Сингапур первым достиг 100% применения BIM в госпроектах.

Нормативно-правовое регулирование

В России закрепление технологий информационного моделирования началось с декабря 2021 г. принятием распоряжения Правительства №3719-р [7], утвердившего «дорожную карту» по внедрению ТИМ, включая разработку ГОСТов и методик расчета затрат на информационное моделирование. В марте 2021 г. было принято Постановление Правительства №331 [6], закрепившее обязательное использование BIM для госзаказа с 1 января 2022 г. Позднее данные поправки коснулись и коммерческого сектора, а именно с 1 июля 2024 г. формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства обязательно

для застройщиков в долевым строительстве (кроме индивидуального жилищного строительства), а с 1 января 2025 г. – в отношении индивидуальных жилых домов в границах территории малоэтажного жилого комплекса. Соответствующие нововведения довольно оперативно нашли отражение в Градостроительном кодексе. Так, например, в ст. 48 ГрК РФ [2] закреплена подача документации в форме информационной модели.

Важнейшим национальным стандартом в строительстве стал ГОСТ Р 57363-2023 «Управление проектом в строительстве. Деятельность управляющего проектом (технического заказчика)», предыдущей редакцией которого был ГОСТ Р 57363-2016. Новый ГОСТ регулирует применение ТИМ в строительстве посредством систематизации введения новых понятий и требований к управлению проектами, создает правовые рамки для цифровизации строительства через обязательную интеграцию технологий информационного моделирования в процессы управления проектами. Документ стимулирует переход от фрагментарного использования ТИМ к системному внедрению на каждом этапе жизненного цикла объекта.

Кроме того, важно, что реализация процессов цифровой трансформации закреплена не только на государственном уровне, но и указана также в муниципальных программах, которые разработаны почти в каждом муниципалитете [8].

Как упоминалось ранее, технологии информационного моделирования должны применяться на каждой стадии реализации проекта. В данный момент нормативные акты урегулируют лишь некоторые аспекты внедрения ТИМ в строительстве. В таблице соотнесем основные регулирующие документы и области применения ТИМ в процессе реализации проектов.

Нами рассмотрены лишь основные НПА, закрепляющие применение технологий информационного моделирования в строительстве. Так или иначе, очевидным является факт, что ТИМ будет все больше внедряться не только в области госзаказов, но и в коммерческой сфере. Динамика принятия соответствующих НПА и оперативное внесение изменений в уже действующие акты подтверждают актуальность рассматриваемой в исследовании темы и неизбежность повсеместного внедрения BIM-технологий в строительстве.

Аспекты регулирования применения ТИМ в нормативных правовых актах

Документ	Область применения и основные положения
Градостроительный кодекс РФ	Ст. 57. Предусматривает обязанность информационной модели для застройщиков, технических заказчиков и эксплуатирующих организаций.
Постановление Правительства №331	С 01.01.2022 – ВІМ обязателен для госзаказа, с 01.07.2024 – для коммерческих МКД, с 01.01.2025 – для малоэтажных объектов.
ГОСТ Р 57366-2022	Создает правовые рамки создания информационной модели объекта строительства и ее применения на каждом этапе реализации проекта
ГОСТ Р 57363-2023	Центральным элементом стандарта являются ТИМ. Стандарт устанавливает роль ТИМ-менеджера, координирующего работу по созданию, актуализации и использованию информационной модели, устанавливает категорию зрелости застройщика, инвестора, технического заказчика, обозначающей готовность организации внедрять ТИМ на каждом этапе жизненного цикла объекта.
СП 531.1325800.2024 Градостроительство МОДЕЛИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ	Утвержден Приказом Минстроя № 25/пр. П. 4.1.6 «Проектирование моделей городской среды выполняют с учетом размещения кварталов с жилой и многофункциональной застройкой в различных градостроительных условиях, используя методы цифрового моделирования и информационных технологий, положения стратегий демографического, социального и экономического развития городских и сельских населенных пунктов с учетом требований СП 333.1325800 и СП 404.1325800». П. 4.4.3. ... «Интенсивность движения транспорта и пешеходов, возникающих вследствие реализации ДПТ, прогнозируют с применением транспортного моделирования с учетом ГОСТ Р 56162, ГОСТ Р 59205»
СП 333.1325800.2020 ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	Утвержден Приказом Минстроя №928/пр. Закрепляет правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла
СП 404.1325800.2018 ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	Утвержден Приказом Минстроя № 814/пр. Закрепляет правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования

Источник: составлена автором по данным НПА из СПС «Консультант Плюс».

*Опыт применения ТИМ
в строительстве*

В качестве подтверждения озвученной гипотезы о скорейшем повсеместном применении ТИМ обратимся к практике. На сегодняшний день, в России, как и во всем мире, технологии информационного моделирования уже довольно активно используются в строительстве, в частности, при реализации проектов комплексного развития территорий (КРТ). Некоторые авторы отмечают неравномерность внедрения ТИМ на территории страны [4], и с этим нельзя не согласиться, однако опыт внедрения таких технологий наблюдается не только с столице. Рассмотрим некоторые примеры из российской практики реализации объектов строительства с использованием технологий информационного моделирования. Обратим внимание как на опыт г. Москва, так и на практику крупнейших городов нашей страны, так как, на сегодняшний день, проектов, реально сопоставимых по мас-

штабу со столичными, в регионах реализуется не так много.

1. Интересным примером реализации проекта с применением ТИМ является «Невская Ратуша» в Санкт-Петербурге (рис. 1), являющаяся реконструкцией территории завода «Красный треугольник» в деловой квартал площадью 10 га, включающий офисные центры, апартаменты, а также общественные пространства с сохранением промышленной архитектуры XIX века.

Данный проект реализуется с применением ТИМ, среди которых:

– Цифровые двойники, через которые реализуется эксплуатация объектов, то есть осуществляется управление жизненным циклом (например, датчики в инженерных сетях передают данные об износе труб в модель).

– 3D-сканирование исторических зданий, позволяющее точно смоделировать кирпичные корпуса для интеграции в новую застройку, что позволяет усиливать конструкции без нарушения аутентичности.

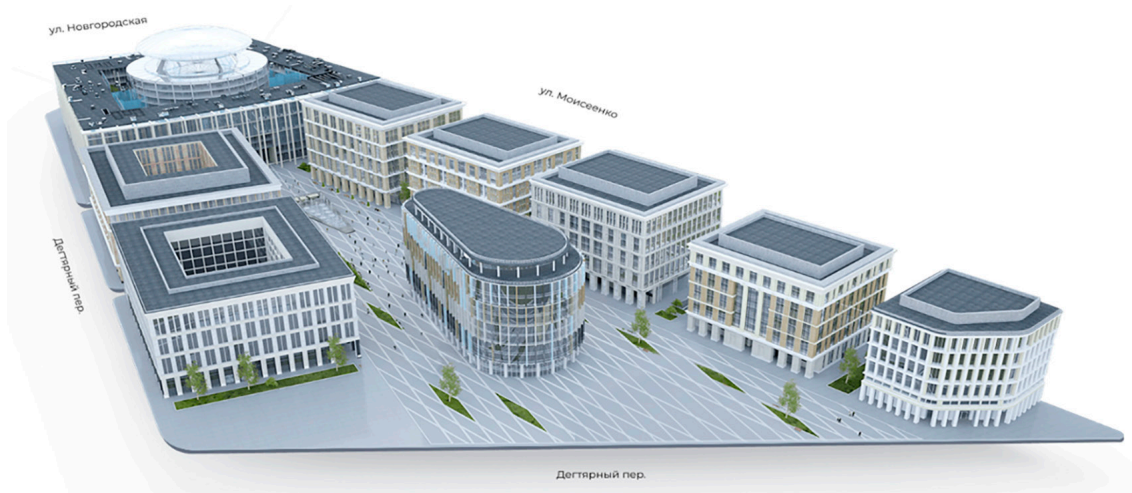


Рис. 1. Проект «Невская ратуша»
Источник: ГАЛС [1]

– Моделирование транспортных потоков, позволяет спроектировать дорожную сеть в BIM-среде (анализ проводится в формате 4D (привязка к календарному графику)).

2. Первым в России «умным городом», построенным с использованием технологий BIM и CIM стал Иннополис (рис. 2), расположенный в Татарстане. Этот «умный город» существует обособленно, имеет школу, университет, иные объекты инфраструктуры, отвечает экологическим требованиям. Все системы там создавались комплексно, и главное – высокотехнологично. Среди очевидных особенностей и преимуществ отмечается следующее: вход в дома производится по отпечатку пальца, доставку выполняют роботы, перевозку осуществляет беспилотное такси, дронопорт мониторит городскую среду, а управление всеми коммунальными системами реа-

лизуется через цифровую платформу, что представляет собой единую концепцию для города [10, 11]. Но главное, что город был продуман до мелочей с момента его проектирования, в процессе создания города применялись BIM-технологии на каждом этапе жизненного цикла – от проектирования до эксплуатации.

3. Масштабным проектом в столице является реконструкция территории завода ЗИЛ (рис. 3). Это не только крупнейший в стране реализуемый проект КРТ площадью 460 га, но и пример эффективного внедрения технологий информационного моделирования. К 2028 г. там планируется создание «умного района» на 77 тыс. жителей со всей необходимой инфраструктурой. Названный проект реализуется с 2016 г. и объединяет жилые кварталы, культурные объекты (например, филиал «Эрмитажа») и деловые центры.

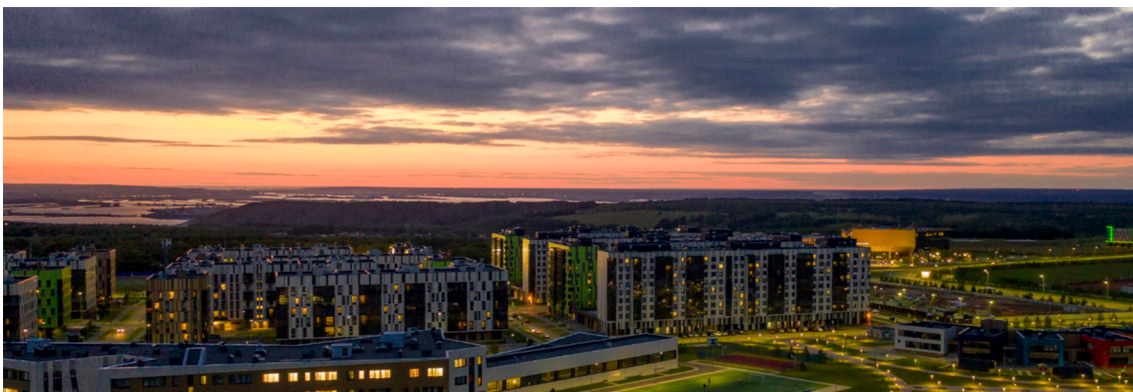


Рис. 2. Иннополис – первый «умный город» в России
Источник: innopolis.ru [11]

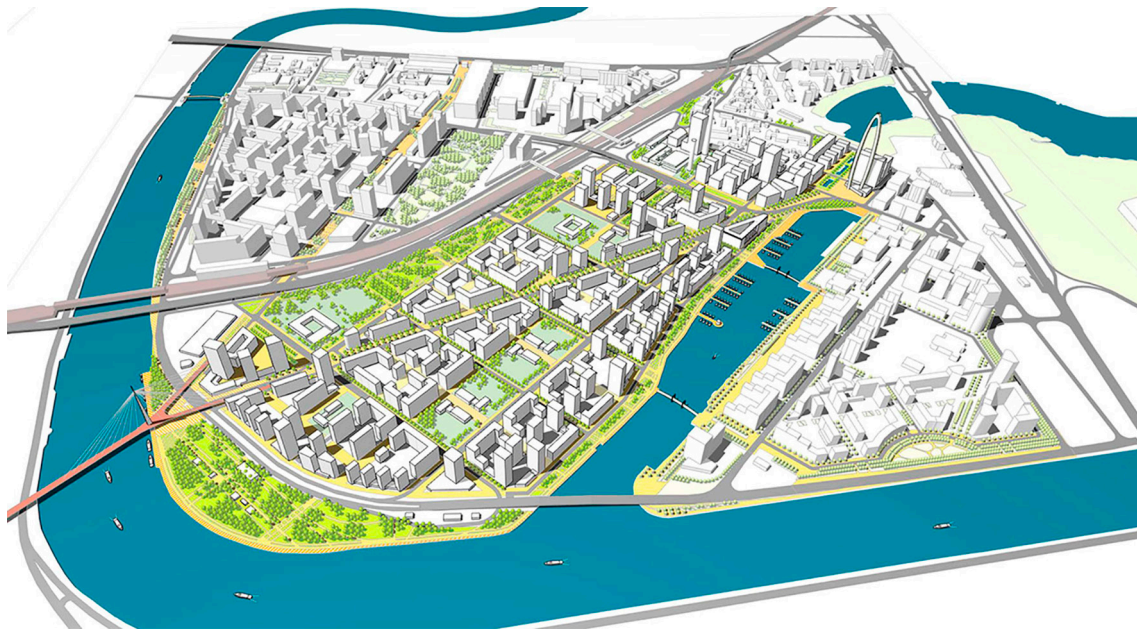


Рис. 3. Проект градостроительной реабилитации бывшей промышленной территории завода ЗИЛ
Источник: genplanmos.ru [9]

В проекте комплексно используются различные технологии информационного моделирования, среди которых:

- Цифровой двойник территории, суть которого заключается в интеграции BIM с геоинформационными системами (ГИС) для создания единой 3D-модели, включающей рельеф, инженерные сети, дороги и здания. Такая модель автоматически обновляется данными с датчиков IoT, что позволяет отслеживать стройку в реальном времени.

- Технологии CIM, представляющие собой систему управления социальными параметрами, что позволяет рассчитать количество школ, поликлиник, парковок и других объектов инфраструктуры на основе демографии.

- 3D-сканирование и реставрация в BIM – технология, позволяющая сохранить исторические здания (таким образом, например, 9 конструктивистских зданий братьев Весниных интегрированы в новую застройку).

Заключение

Исходя из рассмотренной законодательной базы и опыта реализации проектов с использованием ТИМ в России, основными направлениями применения технологий информационного моделирования в 2025 г. являются: проектирование застройки (координация между субъектами проектирования:

архитекторами, инженерами, застройщиками; создание цифровых двойников территорий и др.), управление жизненным циклом (BIM используется для эксплуатации объектов во время и после строительства: например, «умный район», «умный город»), инфраструктурные решения (анализ нагрузки на инфраструктуру, моделирование инженерных сетей), прохождение госэкспертизы и согласования (сейчас стало возможным требование подачи проектов в BIM-формате для ускорения проверок).

Практика применения ТИМ в столице и регионах позволяет отметить сложившиеся барьеры повсеместного внедрения ТИМ в строительстве, к которым относятся: дублирование бумажной документации, так как архивное законодательство требует хранения бумажных копий; дефицит кадров, в связи с отсутствием образовательных программ, позволяющих студентам овладеть компетенциями BIM-менеджеров; высокая стоимость внедрения технологий и «цифровой разрыв» между регионами. В связи с этим, рекомендуется усовершенствовать архивное законодательство, а в перспективе принять федеральный закон о ТИМ, который обеспечит всестороннее нормативное регулирование данной темы и позволит избежать дублирования норм и пробелов в законодательстве. Кроме того, необходимо

сфокусироваться на вопросе субсидирования отечественного программного обеспечения, что позволит ликвидировать неравенство в доступе к цифровым технологиям, а также способствует большей экономической эффективности реализации проектов с применением ТИМ.

В итоге хочется отметить, что к основным трендам в строительстве, связанным с ТИМ, исходя из складывающегося опыта и формируемой законодательной базы, можно отнести переход от BIM к CIM и их интеграцию с IoT и big data; зеленый блокчейн,

то есть переход на энергоэффективные алгоритмы; создание государственных реестров (земельные кадастры, паспорта зданий) и интеграцию BIM с геоинформационными системами. Так технологии информационного моделирования укрепляют свое место в строительстве, и в ближайшей перспективе ожидается их повсеместное применение. Дальнейшие исследования на рассматриваемую тему, на наш взгляд, целесообразно проводить в области обоснования экономической эффективности реализованных проектов как в столице, так и в регионах.

Библиографический список

1. ГАЛС. Административно-общественный деловой квартал. URL: https://hals-development.ru/realty/object/nevskaya_ratusha (дата обращения: 11.05.2025).
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ // Российская газета от 30 декабря 2004 года № 290. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 03.05.2025).
3. Доля работающих с технологиями информационного моделирования застройщиков увеличилась до 38%. URL: <https://www.minstroyrf.ru/press/dolya-rabotayushchikh-s-tekhnologiyami-informatsionnogo-modelirovaniya-zastroyschikov-velichilas-d/> (дата обращения: 10.05.2025).
4. Казимиров И.А. Выбор метода и критериев анализа единства экономического пространства региональных и локальных рынков // Baikal Research Journal. 2025. Т. 16, № 1. С. 367-374. DOI: 10.17150/2411-6262.2025.16(1).367-374. EDN: DPLEWS.
5. Михеев Г.В. Исследование процессов управления малоэтажным жилищным строительством в условиях экономического пространства России. DOI: 10.17150/2500-2759.2024.34(3).528-537 // Известия Байкальского государственного университета. 2024. Т. 34, № 3. С. 528–537. EDN EMAFWR.
6. Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства : Постановление Правительства РФ от 5 марта 2021 года № 331 // Собрании законодательства Российской Федерации от 15 марта 2021 года. № 11. Ст. 1823. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_378847/ (дата обращения: 13.04.2025).
7. Об утверждении плана мероприятий («Дорожная карта») по использованию технологий информационного моделирования при проектировании и строительстве объектов капитального строительства, а также по стимулированию применения энергоэффективных и экологических материалов, в том числе с учетом необходимости их производства в РФ: Распоряжение Правительства РФ от 20 декабря 2021 года № 3719-п // Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_404896/d0357c314e9d1ce07c63f92209f1b99a46516360/ (дата обращения: 13.05.2025).
8. Пешков В.В., Зданович Н.В. Цифровизация процессов управления реализацией муниципальных программ капитального строительства // Baikal Research Journal. 2022. Т. 13, № 1. DOI: 10.17150/2411-6262.2022.13(3).18. EDN: JENTZR.
9. Проект градостроительной реабилитации бывшей промышленной территории завода ЗИЛ. URL: <https://genplanmos.ru/project/proekt-gradostroitelnoj-reabilitacii-byvshej-promyshlennoj-territorii-zavoda-zil/> (дата обращения: 05.05.2025).
10. Торохова К.Е., Матвеева М.В. Оценка экономической эффективности и перспектив внедрения технологий информационного моделирования на этапе проектирования в строительной отрасли региона // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. Т. 13, № 2 (45). С. 192–201. DOI: 10.21285/2227-2917-2023-2-192-201. EDN: LMGVFY.
11. Эпицентр новых технологий. URL: <https://innopolis.ru/ru/city> (дата обращения: 04.05.2025).