

Цифровизация процессов на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства

И.А. Чернявский, Н.С. Ларин

Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В данной статье рассматриваются перспективы и проблемы развития цифровых технологий в строительной отрасли Российской Федерации. В рамках работы представлены основные законодательные акты и федеральные проекты направленные на цифровизацию строительства в стране, особенности внедрения цифровых технологий на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства среди которых: информационное моделирование зданий (BIM), их цифровые двойники (Digital Twin), интернет вещей (IoT), с помощью которых создается единое информационное пространство, позволяющее собирать, систематизировать все полученные данные, на основании которых осуществляется управление на различных этапах жизненного цикла.

Ключевые слова: цифровая трансформация, строительство, жизненный цикл здания, BIM-технологии, Digital Twin.

Строительная отрасль на сегодняшний день представляет собой одну из основных отраслей российской экономики. Являясь сложной системой, инвестиционно-строительные проекты требуют регулярного контроля и управления на протяжении его жизненного цикла. Во многих странах с развитием технологий происходит связанная с цифровизацией экономики цифровая трансформация жизненного цикла жилых, общественных и промышленных объектов, задачами которой являются энергосбережение, автоматизация, оптимизация и повышение эффективности процессов управления объектом и прочих инженерных процессов.

В последние 15 лет в связи с развитием цифровых информационных технологий возникли новые подходы, благодаря которым осуществляется сбор, комплексная обработка и использование полученной информации об объекте для достижения поставленных целей. Также полученная информация позволяет снизить риск ошибок, а в случае их возникновения оперативно внести изменения, что позволяет существенно облегчить процессы на инвестиционном цикле и этапе эксплуатации [1].

В России на протяжении последних лет поднимаются вопросы по цифровизации строительной отрасли. Связано это с большой экономической потребностью, которая направлена на эффективное управление проектируемыми, строящимися зданиями, так и существующими объектами.

Указом Президента РФ № 204 от 7 мая 2018 года была поставлена задача по осуществлению модернизации строительной отрасли и повышению качества жилищного строительства, в том числе, посредством установления ограничений на использование устаревших технологий и стимулирования внедрения передовых технологий.

С цифровизацией строительной отрасли связаны три федеральных проекта. Согласно федеральному проекту «Цифровые технологии», одной из задач является преобразование приоритетных отраслей экономики и социальной сферы государства, в том числе, и строительную отрасль путем внедрения инновационных цифровых технологий.

Федеральный проекта «Цифровое государственное управление» ставит задачи по внедрению систем и созданию нормативно-правовой базы для управления жизненным циклом объектов строительства с использованием технологий информационного моделирования.

В рамках федерального проекта «Цифровая инфраструктура» ставится задача по созданию цифровой платформы жилищно-коммунального комплекса для контроля за оказанием коммунальных услуг, за состоянием имущественных комплексов и инвентаризации, в том числе, с использованием интернета вещей (IoT) с целью повышения качества предоставляемых услуг жильцам в многоквартирных домах.

Традиционно в жизненном цикле инвестиционно-строительного проекта выделяют пять основных этапов, каждому из которых присущ свой объем выполняемых задач. На рис.1 отражена последовательность этапов жизненного цикла и задачи выполняемые на каждом из этапов.



Рис. 1. – Этапы жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта

Всеобъемлющая модель жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта необходима для разработки плана его реализации от начальной стадии до полного завершения. Этапы жизненного цикла различаются по продолжительности и интенсивности в зависимости от потребностей отдельного проекта.

Цифровизация всех этапов жизненного цикла здания заключается в использовании современных цифровых технологий и программного

обеспечения для повышения эффективности, качества и безопасности процессов, а также в осуществлении контроля за сроками выполнения работ и снижении затрат.

Одним из главных преимуществ цифровизации на этапе проектирования является повышение эффективности и точности проектирования. Цифровые модели зданий позволяют инженерам и архитекторам создавать более точные и детальные планы, что уменьшает вероятность ошибок и снижает затраты на исправление ошибок.

Цифровизация также улучшает процесс строительства. С помощью BIM-модели, смарт-технологий и автоматизации можно контролировать качество выполняемых работ, а также управлять процессом строительства более эффективно. Наконец, цифровизация позволяет улучшить эксплуатацию объектов. На рис.2 отражены основные технологии цифровизации строительной отрасли [2].

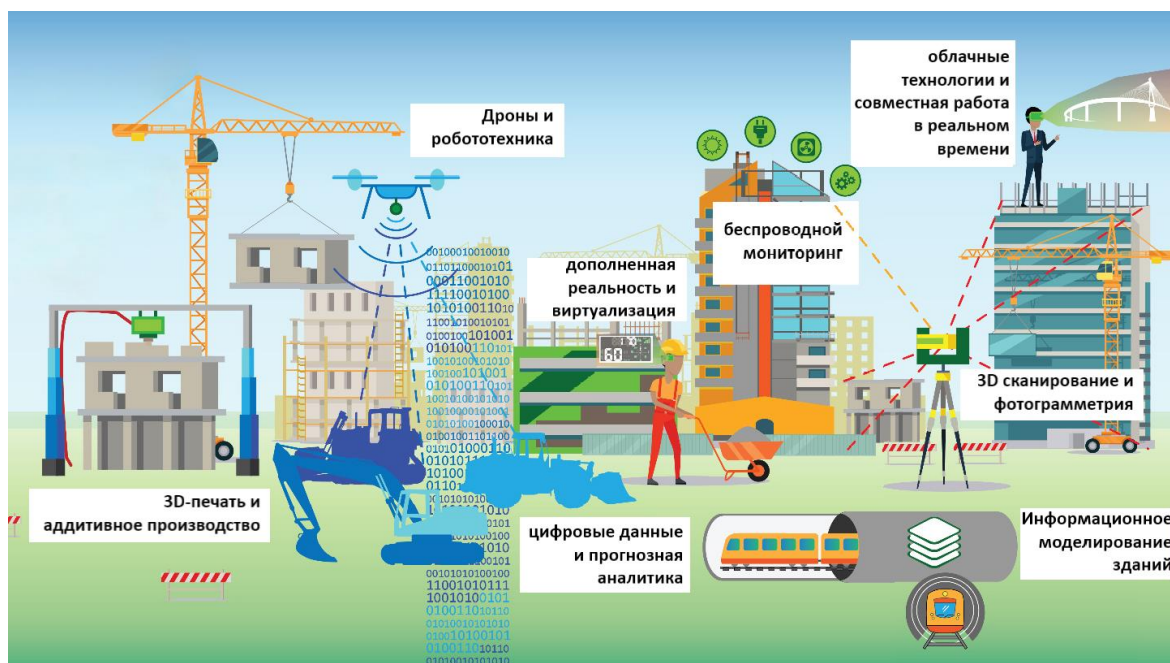


Рис. 2. – Технологии цифровизации строительной отрасли

Основой цифровизации строительной отрасли безусловно являются информационное моделирование зданий (BIM) и цифровые двойники (Digital Twin).

С 1 марта 2022 года согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 05.03.2021г. №331 «Об установлении случая, при котором 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» устанавливается обязательное применение BIM-технологий на государственных объектах [3].

Информационное моделирование зданий (BIM) – процесс, заключающийся в целостном и всестороннем создании, редактировании объектно-ориентированной параметрической модели объекта и базы данных на этот объект, его элементы в режиме реального времени [4].

Информационная модель обеспечивает точное планирование и анализ цифрового проекта. Кроме того, она предоставляет статические данные, формирующие основу для операционной эффективности, а также важную информацию, такую как взаимозависимость, взаимодействия, геометрия, отношения атрибутов.

На этапе проектирования ценность информационного моделирования заключается в том, что все задействованные в проектировании стороны работают вместе при помощи использования облачных технологий для хранения и обработки данных. Это позволяет обеспечить доступ к информации о здании из любого места и устройства, а также ее защиту.

На этапе строительства BIM как обособленный инструмент может быть использован в авторском надзоре проектировщика. Поскольку BIM-модель содержит в своём составе всю информацию об объекте, она может быть

использована для проверки соответствия выполненных работ проектной документации и в случае отклонения позволит своевременно исправить ошибки и устранить несоответствия. Также с помощью информационного моделирования можно оптимизировать процесс сдачи здания в эксплуатацию, поскольку в модели содержится информация о всех системах и оборудовании здания [5,6].

Цифровой двойник (Digital Twin) представляет собой виртуальную копию реального объекта, в которой содержатся все данные о самом объекте, его элементах и их характеристиках, состоянии и функциональности. В контексте эксплуатации здания, цифровой двойник используется для мониторинга и управления его работой, что позволяет значительно улучшить эффективность и продлить срок службы. Схема работы цифрового двойника здания на этапе его эксплуатации представлена на рис. 3.

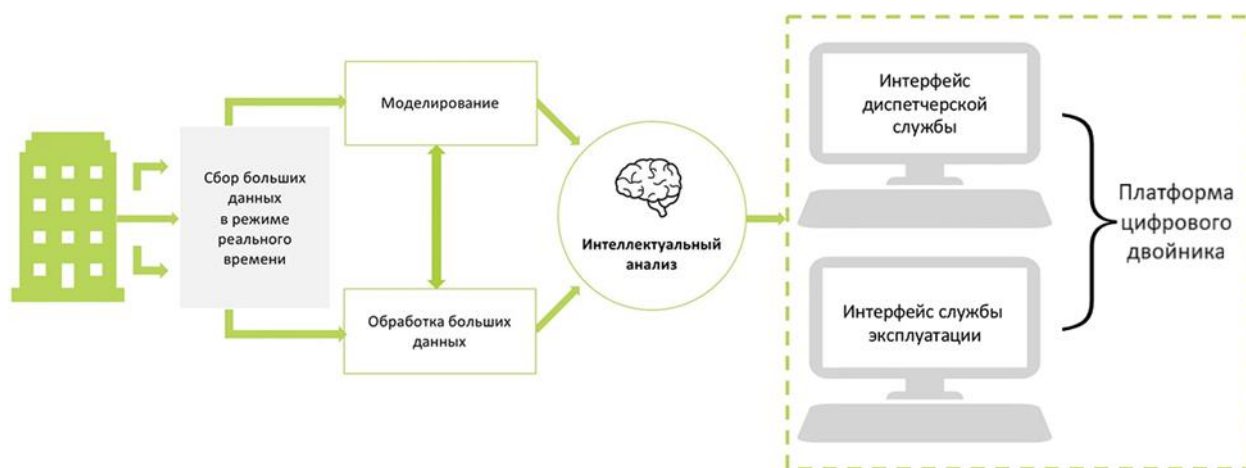


Рис. 2. – Работа цифрового двойника здания

Информационная модель и ее библиотеки содержат до 95 % всей информации, необходимой формирования цифрового двойника и в сочетании с BIM стремится обеспечить экономию средств в процессах планирования и ввода в эксплуатацию.

Преимущества Digital Twin экспоненциально возрастают на этапе эксплуатации здания. Например, с его помощью выявляются проблемные моменты во время эксплуатации, прогнозируются ошибки и аварийных ситуации. Это помогает предпринимать необходимые меры по предотвращению проблем до их возникновения [7,8].

Также с помощью двойника можно отслеживать температуру, влажность и другие параметры внутри здания, а также работу системы кондиционирования и вентиляции в режиме реального времени. Это позволяет оптимизировать энергопотребление здания, снижать затраты на эксплуатацию и оперативно реагировать на возникающие проблемы и улучшать условия работы инженерного оборудования в здании.

Совмещение цифрового двойника и интернета вещей (IoT) в эксплуатации зданий позволяет создать уникальную систему управления. Цифровой двойник позволяет создавать точную копию реального объекта в виртуальном пространстве, которая может быть использована для онлайн-мониторинга объекта. Система IoT связывает технические устройства, датчики, которые имеют связь с оборудованием в здании с цифровым двойником и передает данные о состоянии объекта в режиме реального времени. Это упрощает процессы технического обслуживания, предотвращает аварийные ситуации и повышает эффективность эксплуатации объекта в целом. Например, с помощью синергии цифрового двойника и интернета вещей можно контролировать использование ресурсов, а также управлять подачей питания к оборудованию [9].

На завершающем этапе инвестиционно-строительного проекта, в случае если предполагается снос объекта, цифровизация, как и на этапе строительства характеризуется использованием информационной модели здания, которая содержит информацию о его конструкциях, материалах, инженерных системах и оборудовании. Тем самым, это позволяет определить

наиболее эффективный и безопасный способ демонтажа элементов, оценить возможные риски и проблемы, которые могут возникнуть в процессе сноса, а также определить оптимальный порядок сноса здания, чтобы минимизировать повреждения окружающей структуры и загрязнения окружающей среды.

Проблемы цифровизации строительной отрасли в данный момент заключаются в отсутствии стандартов и единой методологии внедрения цифровых технологий, отсутствии стандартов для обмена информацией между участниками проекта, а также недостаточном уровне инвестиций частных компаний в цифровизацию связи с невозможностью или нежеланием малыми и средними предприятиями инвестировать из-за дороговизны программных продуктов [10]. Цифровизация также требует изменения строительной культуры и подходов к работе, что может быть сложно для традиционно настроенных компаний и отдельных специалистов.

Проблемы присутствуют и на этапе взаимодействия между участниками реализации проекта, вследствие несовершенства традиционной схемы «проектирование-тендер-строительство», в которой их взаимодействие характеризуется тем, работы на разных этапах жизненного цикла выполняются разными участниками, при этом, проектные и строительные работы осуществляются последовательно. Традиционная схема участников проекта отражена в таблице 1.

Так, команда проектировщика может формировать информационную модель в программном комплексе, которого может не быть у подрядчиков, эксплуатационной организации и таким образом, все преимущества информационной модели на строительной площадке не смогут быть использованы. Часто в традиционной схеме участников инвестиционно-строительного проекта происходит выгрузка информационной модели: после

подготовки модели она импортируется из BIM-пакета в формат, понятный строительной бригаде. Это может быть, например, формат САД.

Таблица № 1

Традиционная схема участников инвестиционно-строительного проекта

Участники проекта	Этапы жизненного цикла				
	I	II	III	IV	V
1. Застройщик	+	+			
1.1. Технический заказчик	+	+			
1.2. Инвестор	+	+	+		
2. Генеральный проектировщик		+			
2.1 Субподрядный проектировщик		+			
3. Генеральный подрядчик			+		
3.1 Субподрядчик			+		
4. Эксплуатирующая организация				+	
5. Пользователи объектом				+	
6. Инвестор					+
7. Подрядчик (работы по сносу)					+
7.1 Субподрядчик (работы по сносу)					+

В этом отношении наиболее гибкой системой выглядит схема участников проекта, в которой ключевую роль играет speculative-девелопер. Девелоперская компания инвестирует свои средства в собственный проект беря на себя риски реализации. В этом случае девелопер создает коммерческую недвижимость, выступая как единоличный организатор проекта и занимается построением финансовой схемы проекта. При этом девелопер вкладывает в проект собственные средства, которые и являются стержнем будущей финансовой схемы. Также на этапе ликвидации проекта

инвестором также может является нынешний девелопер, владелец земельного участка, который может перепрофилировать объект недвижимости, либо снести его для возведения нового в рамках иного инвестиционно-строительного проекта. Схема участников инвестиционно-строительного проекта с участием speculative-девелопера отражена в таблице 2.

Таблица № 2

Схема участников инвестиционно-строительного проекта с участием speculative-девелопера

Участники проекта	Этапы жизненного цикла				
	I	II	III	IV	V
1. Speculative-девелопер	+	+	+	+	+
1.1. Субподрядный проектировщик		+			
1.2. Субподрядчик			+		
1.3. Эксплуатирующая организация				+	
2. Подрядчик (работы по сносу)					+
2.1. Субподрядчик (работы по сносу)					+

Он, как крупный игрок на рынке, в отличии от мелких участников, может позволить использование дорогостоящего программного обеспечения, а также его разработку для повышения эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов. Подобные девелоперские компании имеют в своём составе проектное бюро и подрядную организацию, которые будут эффективнее работать и использовать единую платформу в том числе BIM нежели обособленные компании.

Литература

1. Гареев И.Ф., Мухаметова Н.Н. Внедрение цифровых технологий на этапах жизненного цикла объектов жилой недвижимости // Жилищные стратегии. 2018. № 5 (3). С.305-322.

2. Новоселова И.В., Чернявский И.А. Применение BIM-технологий на всех стадиях жизненного цикла строительного проекта // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2022. №1 (3). С.5-16.

3. Шеина С.Г., Шуйков С.Л. Нормативное регулирование и опыт внедрения BIM на различных этапах жизненного цикла объекта строительства в России // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2022. №2 (1). С.4-11.

4. Зильберова И.Ю., Новоселова И.В., Маилян В.Д., Петров К.С., Швец А.Е. Перспективы применения BIM-технологий на всех стадиях жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2023. №2 (1). С.44-53.

5. Ожгибесова К.Е., Мингареева Р.Р., Сондуева С.Р. Технологии информационного моделирования (ТИМ) в строительстве РФ: особенности применения на различных стадиях жизненного цикла объекта // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2021. №. 11 (1). С. 157-159.

6. Чубарова К.В., Тальников Д.М. Использование BIM-технологий при эксплуатации зданий и сооружений // Международная научно-практическая конференция «Строительство и архитектура – 2021». Ростов н / Д. 2021. С. 89-90.

7. Шеина С.Г., Чубарова К.В., Савин М.А. Использование BIM-технологий в управлении строительным объектом // Международная научно-



практическая конференция «Строительство и архитектура – 2022». Ростов н / Д. 2021. С. 127-129.

8. Крюков К.М., Шаповалов А.В. Использование технологии цифровых двойников в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2022, №5 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7640.

9. Шеина С.Г., Марценюк А.А. Информационное моделирование на этапе эксплуатации строительного объекта // Национальная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки и техники. 2019». Ростов н / Д. 2019. С. 339-341.

10. Борисова Л.А., Абидов М.Х. Проблемы цифровизации строительной отрасли // УЭПС: управление, экономика, политика, социология. 2019. №1. С. 1-6.

References

1. Gareev I.F., Muhametova N.N. ZHilishchnye strategii. 2018. № 5 (3). pp.305-322.

2. Novoselova I.V., Chernyavsky I.A. Sovremennye tendencii v stroitel'stve, gradostroitel'stve i planirovke territorij. 2022. №1 (3). pp.5-16.

3. Sheina S.G., Shuikov S.L. Sovremennye tendencii v stroitel'stve, gradostroitel'stve i planirovke territorij. 2022. №2 (1). pp.4-11.

4. Zilberova I.Yu., Novoselova I.V., Mailyan V.D., Petrov K.S., Shvets A.E. Sovremennye tendencii v stroitel'stve, gradostroitel'stve i planirovke territorij. 2023. №2 (1). pp.44-53.

5. Ozhgibesova K.E., Mingareeva R.R., Sondueva S.R. Gumanitarnye, social'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki. 2021. №. 11 (1). pp. 157-159.

6. Chubarova K.V., Talnikov D.M. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Stroitel'stvo i arhitektura – 2021». (International scientific and practical conference «Construction and architecture – 2021»). Rostov-on-Don, 2021, pp. 89-90.



7. Sheina S.G., Chubarova K.V., Savin M.A. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Stroitel'stvo i arhitektura – 2022». (International scientific and practical conference «Construction and architecture – 2022»). Rostov-on-Don, 2021, pp. 89-90.

8. Kryukov K.M., Shapovalov A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7640.

9. Sheina S.G., Martsenyuk A.A. Nacional'naya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Aktual'nye problemy nauki i tekhniki. 2019». (National scientific and practical conference «Actual problems of science and technology. 2019»). Rostov-on-Don, 2021, pp. 339-341.

10. Borisova L.A., Abidov M.Kh. UEPS: upravlenie, ekonomika, politika, sociologiya. 2019. №1. pp. 1-6.