

УДК 69.003

*Э.М. Салех, И.И. Сучкова*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва

## **ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Ключевые слова:** BIM-моделирование, цифровые технологии, строительная отрасль, уровни BIM, динамики рынка информационного моделирования.

В статье рассмотрены современные цифровые технологии в строительной отрасли. Выявлена актуальность внедрения цифровых технологий в производственные процессы, которая заключается в росте заинтересованности к положениям, потенциалу, рискам и преимуществам, которые могут появиться в процессе внедрения и использования инновационных технологий. Дана характеристика BIM-моделирования, рассмотрены его этапы и уровни. Приведена статистика использования BIM технологий на современном рынке. Автором выделены преимущества BIM-моделирования, а также рассмотрены прогнозы динамики рынка информационного моделирования зданий и внедрения их на государственном уровне. Сделан вывод, что с каждым годом рынок информационного моделирования растет и поддерживается со стороны государства при помощи создания законодательной базы. В настоящие дни BIM-моделирование является ведущей технологией в строительной отрасли, которая обеспечивает более высокое качество заданий и сооружений, а также помогает своевременно предотвратить аварийные ситуации на объекте.

*E.M. Saleh, I.I. Suchkova*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education National Research Moscow State Civil Engineering University, Moscow

## **STUDYING THE FEATURES OF THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF ORGANIZING THE CONSTRUCTION PRODUCTION**

**Keywords:** BIM modeling, digital technologies, construction industry, BIM levels, information modeling market dynamics.

The article considers modern digital technologies in the construction industry. The relevance of introducing digital technologies into production processes is revealed, which consists in the growth of interest in the provisions, potential, risks and benefits that may appear in the process of introducing and using innovative technologies. The characteristic of BIM-modeling is given, its stages and levels are considered. The statistics of the use of BIM technologies in the modern market is given. The author highlights the advantages of BIM-modeling, and also considers forecasts for the dynamics of the building information modeling market and their implementation at the state level. It is concluded that every year the information modeling market is growing and supported by the state through the creation of a legislative framework. Today, BIM modeling is the leading technology in the construction industry, which provides a higher quality of tasks and structures, and also helps to prevent accidents at the facility in a timely manner.

В современном мире цифровые технологии стали одной из главных составляющих производственных, хозяйственных и других процессов и оказывают большое влияние на работу экономики, как отдельной страны, так и мира в целом.

Благодаря инновационным технологиям, управленческие технологии, предпринимательские структуры видоизменяются, а бизнес-проекты совершенствуются и становятся более выгод-

ными. В связи с этим, производственные процессы многих предприятий, в особенности в строительной отрасли, становятся более экологичными, безопасными и, в отдельных случаях, выгодными. Такая тенденция наблюдается по причине перехода от традиционного производства к цифровому.

Внедрение цифровых технологий с каждым годом становится более актуальным. Это происходит за счет роста

заинтересованности отдельных граждан и государства к преимуществам, появляющимся в процессе внедрения и использования инновационных технологий.

### Основная часть

Строительная отрасль, как и многие другие отрасли, имеет свои особенности, которые вносят коррективы в производственный процесс отдельных организаций и развитие отрасли в целом. Большинство бизнес-проектов, предлагаемых и осуществляемых строительными организациями, являются уникальными в своем роде, состоят из большого многообразия работ и занимают немалое количество времени, что в свою очередь для отрасли является негативным фактором, отражающимся на ее развитие.

С каждым годом наблюдается тенденция сокращения проводимых строительных работ, так как производственный процесс становится более трудным и сложно осуществимым. Именно по этой причине, основой для роста анализируемой отрасли являются BIM (Building Information Model или Modeling) технологии.

Под BIM-моделированием понимается подход к проектированию, строительству и эксплуатации здания, с помощью которого управляется и контролируется строительный объект на протяжении всего жизненного цикла, начиная с концептуальной модели и заканчивая демонтажем. BIM технологии почти полностью автоматизируют процесс: изменяя один элемент, автоматически изменяется ряд связанных между собой элементов или полностью объект, если эти изменения были значительными, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика.

BIM совмещает в себе два направления. С такими технологиями значительно упрощается производственный процесс, так как они хранят данные о разделах архитекторы, дизайна, инжиниринга и экономических решениях, что в свою очередь дает возможность сократить ошибки, увеличить окупаемость проекта и его эффективность.

Как показывает статистика на конец 2021 года, строительная отрасль, по сравнению с другими европейскими странами, почти не применяет данные техноло-

гии, что провоцирует «застой» строительной отрасли в стране (рис. 1).

BIM технологии разделяются на несколько уровней, с которыми можно ознакомиться на рисунке 2.

Согласно данным уровням, была предложена статистика среди анализируемых стран (рис. 3). В этой статистике можно заметить то, что отечественные специалисты пока не готовы полностью перейти на BIM технологии по причине того, что большинство из них находятся на 1 уровне.

Ими используется 3D-формат, базовая информация BIM, которая хранится только на электронных носителях, однако 4D и 5D модели ими пока не затрагиваются и данные проектов и всех этапов процесса не совместимы с форматом IFC.

BIM технологии формируют модель объекта из информации, встроенной в систему. Данная информация состоит из нескольких элементов:

1. Конструктивные элементы здания, то есть та часть системы несущих и ограждающих конструкций, каждая из которых имеют свое функциональное назначение. К таким элементам относятся каркас, стена, фундамент, плиты перекрытия, лестница и другие.

2. Элементы самого здания, среди которых окна, двери, мебель, оборудование и пр.

Конструктивные элементы зданий и сооружений на основе BIM из конструктивных элементов, уже ранее занесенных в базу данных BIM-проекта. Однако стоит отметить, что не всегда данные уже содержатся в базе, в таком случае архитектор самостоятельно их формирует в процессе проектирования.

Сами же элементы объекта не требуют отдельной проработки, они создаются на основе стандартной базы данных. Такая база данных является всемирной, она уже занесена в библиотеку в формате IFC и находится в свободном доступе, но не стоит забывать, что проектировщикам разрешено создавать в программе свои элементы и, при необходимости, добавлять в общедоступную базу.

Такой подход проектирования зданий и сооружений дает возможность производственный процесс сделать более простым и трудозатратным, а также минимизировать траты, касающиеся исправления ошибок ручного труда.

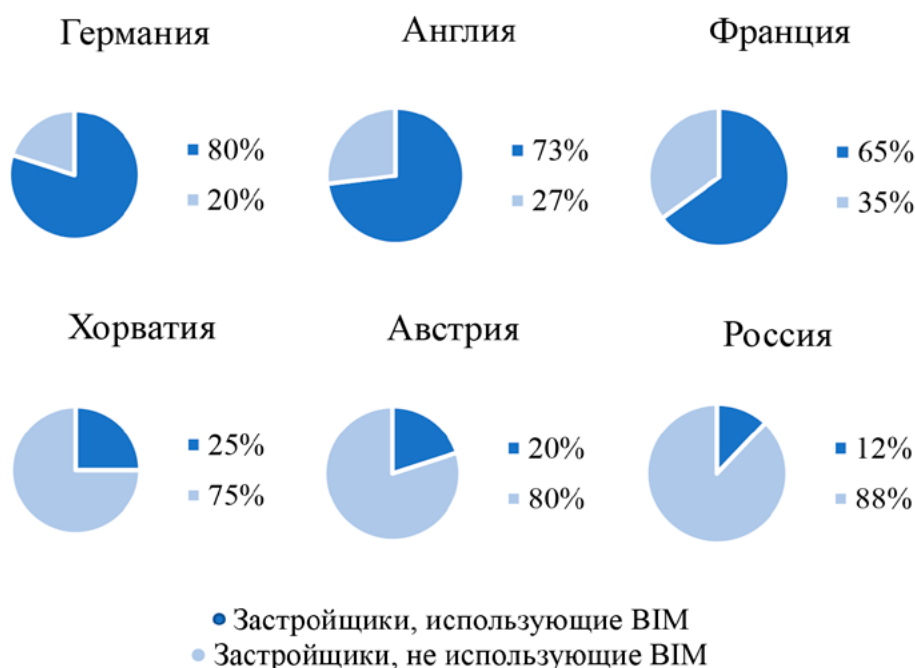


Рис. 1. Процент застройщиков, использующих BIM технологии

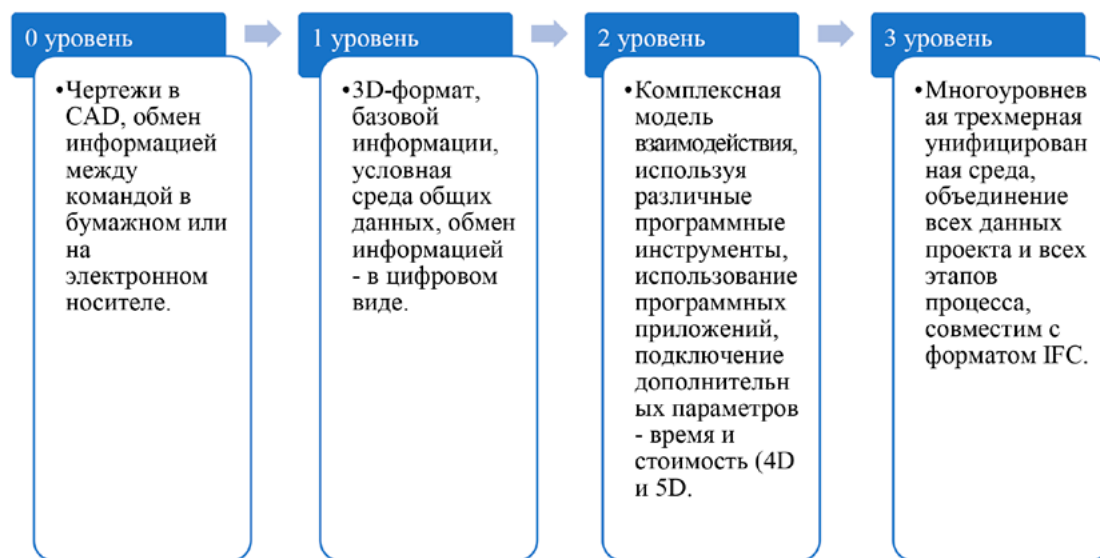


Рис. 2. Уровни BIM

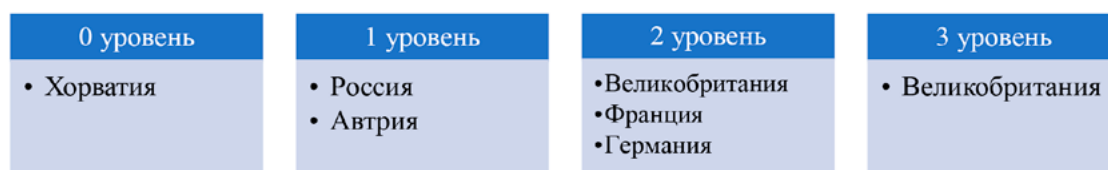


Рис. 3. Распространенный уровень BIM в странах

ВМ-модель объекта проходит три основных этапа:

1. Проектирование;
2. Строительство;
3. Эксплуатация.

На первом этапе создается 3D-модель зданий и сооружений. В данную модель включаются планы, разрезы и все виды объекта. Параметры всех элементов зданий рассчитываются автоматически при помощи специального конструктора после внесения модели в программу. Обширная база данных позволяет получить все рабочие чертежи, спецификацию, информацию об объеме будущих работ, планируемых затратах.

На этапе проектирования в модель объекта должны быть включены такие данные логистики, как срок доставки и метод доставки.

Также стоит отметить, что на первом этапе согласуется план строительно-монтажных работ, график выполнения и материалы, которые будут необходимы для них.

На втором этапе «Строительство» ВМ технологии позволяют отслеживать ход производственного процесса и состояние уже выполненных работ. С помощью таких технологий ведется контроль за всеми расходами, субподрядчик понимает, насколько реализован уже заложенный бюджет, в случае отклонений от него, он может своевременно скорректировать сам производственный процесс с целью их устранения.

Третий этап – это этап эксплуатации. На данном этапе при помощи датчиков информационная модель собирает все данные о состоянии здания. Это помогает контролировать ситуацию, как внутри, так и снаружи здания, и своевременно обнаруживать потенциальные аварии.

ВМ-моделирование от других современных строительных технологий отличается тем, что результат его работы является наиболее качественным и безопасным, что является его главным преимуществом. К положительным качествам относятся высокое качество самой застройки, ее архитектура, тщательно продуманная инфраструктура; удобство объекта; высокая безопасность.

Модель, созданная на основе ВМ технологий, позволяет застройщику сократить расходы на разработку отдельных элементов, что в свою очередь

влечет за собой сокращение времени. Также такие технологии способствуют сокращению ошибок в производственном процессе и более рациональному распределению человеческих и материальных ресурсов.

Сравнивая традиционное проектирование с информационным моделированием можно заметить, что в планировании бюджета при использовании ВМ технологий ошибок в среднем совершается в 3-4 раза меньше. Помимо этого, на само проектирование закладывается лишь 5% из общего бюджета, заложенного на строительство того или иного объекта.

Анализируя данные Минстроя РФ, ВМ-моделирование сокращает в четыре раза в планировании бюджета, а также сокращает расходы на производственный процесс и эксплуатации в 3 раза.

Стоит отметить, что такой метод моделирования дает возможность сократить время на проектирование, в среднем на 35%, и уменьшить время на проверку документации на 60%, так как большая часть производственного процесса автоматизирована. И немаловажным является то, что за счет ВМ технологий сроки координации и согласования сокращаются на 90% по причине хранения всей информации в одном месте.

Однако из-за пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19), динамика развития ВМ-моделирования начала ухудшаться.

Согласно прогнозам, объем глобального рынка информационного моделирования зданий вырастет с \$4,5 млрд в 2020 г. до \$8,8 млрд в 2025-м (среднегодовой темп роста – 14,5%) (рис. 4) [5]

По «доковидным» прогнозам в 2025 г. рынок должен был составить \$9,5 млрд при среднегодовом темпе роста 11,9%. Экстраполируя графики MarketsandMarkets, можно предположить, что кривые прогнозов практически сблизятся в районе 2027-2028 гг. Если, конечно, не случится ничего подобного эпидемии коронавируса.

Основой для ВМ рынка в Российской Федерации в 2020 году послужило подписание ряда постановлений правительства РФ, а также обязательного включения среди коммерческих организаций в ТЗ требования на разработку информационной модели.

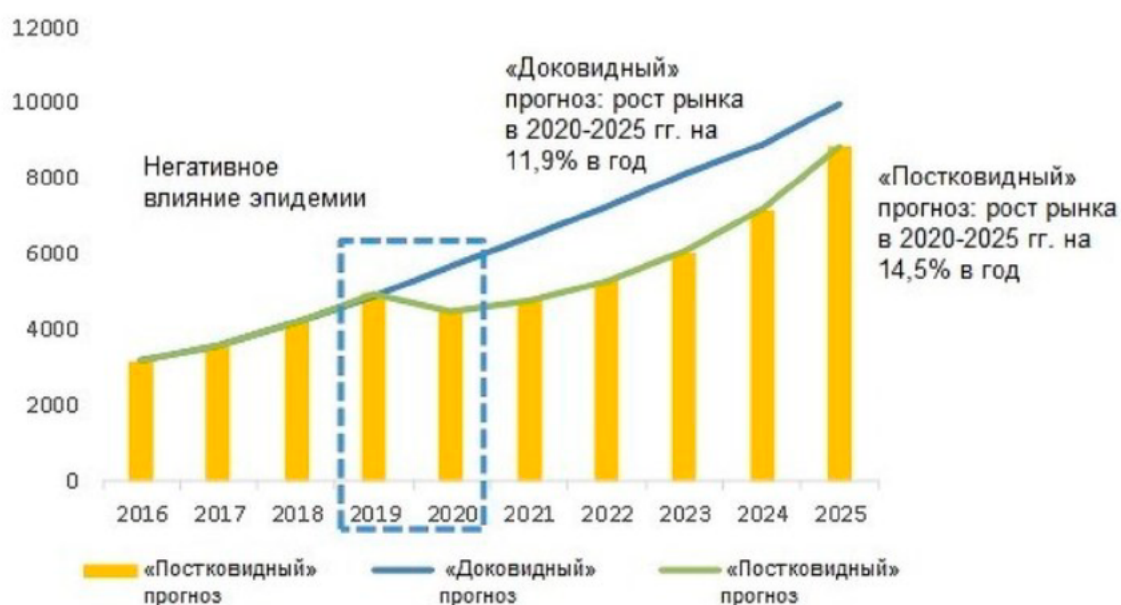


Рис. 4. Прогнозы динамики рынка информационного моделирования зданий, \$млн [5]



Рис. 5. Законы, являющиеся основой для информатизации строительства

Однако осуществление такой практики среди заказчиков стало достаточно затруднительным. Главным препятствием являлся и остается по сей день тот факт, что BIM-моделирование подразумевает знание отдельных программных обеспечений, что предполагает определенную квалификацию сотрудника. Тем самым, BIM технологии требуют больших расходов на самом ПО, заработную плату рабочих и их обучение работе с ПО.

Стоит отметить, что государство в России традиционно выступает драйвером ИТ-прогресса. Это можно заметить по тому, что в 2020 г. был подписан ряд законов, основой которых является информатизация строительной отрасли (рис. 5).

Особенно стоит отметить Постановление правительства РФ № 1431. В данном законодательном документе выделены ключевые правила формирования

и ведения информационной модели объекта капитального строительства. В данном постановлении перечислен состав документов и материалов, включающихся в обязательном порядке в модель объекта. Этот документ дал право государственным структурам выступать в роли заказчиков информационных моделей.

### Выводы

Таким образом, BIM-моделирование представляет под собой почти полностью автоматизированный процесс проектирования, строительства и эксплуатации здания. Оно дает возможность управлять целым жизненным циклом строительного объекта на всех этапах существования.

BIM-модель объекта проходит три основных этапа: проектирование; строительство; эксплуатация. В Российской Федерации BIM технологии используются лишь малой частью застройщиков, они составляют всего 12% от общего количества.

BIM-моделирование имеет несколько уровней, каждый из которых представляет собой ряд навыков и технологий используемых в производственных процессах. Знания и навыки большинства отечественных специалистов соответствуют 1 уровню. Это значит, что они используют 3D-формат построения объектов, их знания BIM являются базовыми. Чаще всего информация об объекте хранится на электронных носителях, однако 4D и 5D модели специалистами РФ пока мало используются и данные проектов и всех этапов процесса не совмещаются с форматом IFC, который соответствует 4 уровню.

Однако с каждым годом рынок информационного моделирования растет и поддерживается со стороны государства при помощи создания законодательной базы.

Сравнивая традиционное проектирование с информационным

моделированием можно заметить, что в планировании бюджета при использовании BIM технологий ошибок в среднем совершается в 3-4 раза меньше. Помимо этого, на само проектирование закладывается лишь 5% из общего бюджета, заложенного на строительство того или иного объекта.

Также, благодаря данной технологии, возможность сокращения сроков инвестиционной фазы проекта достигает 50%, а строительства – 20–50%. Общие затраты на строительство и эксплуатацию снижаются до 30%.

Однако из-за пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19), динамика развития BIM-моделирования начала ухудшаться.

Анализируя прогнозы MarketsandMarkets, можно отметить, что объем рынка BIM-моделирования вырастет к 2025 году, средний темп его роста будет составлять 14,5%.

В Российской Федерации основой для внедрения и развития BIM-моделирования стали новые нормативные документы, подписанные в 2020 году. Среди них выделяются 3 основных постановления: Постановление правительства РФ № 279 «Об информационном обеспечении градостроительной деятельности»; Постановление правительства РФ № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства»; Постановление правительства РФ № 1558 «О государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации».

Можно сделать вывод, что в настоящие дни BIM-моделирование является ведущей технологией в строительной отрасли, которая обеспечивает более высокое качество заданий и сооружений, а также помогает своевременно предотвратить аварийные ситуации на объекте.

### Библиографический список

1. Бакрунов Ю.О., Дядькова Е.А. Строительство и ввод в действие жилых домов в РФ: проблемы и перспективы // Экономика и предпринимательство. 2021. № 7 (132). С. 909-914. DOI: 10.34925/EIP.2021.132.7.164.
2. Жахина У.А., Епифанцева Л.Р. Особенности BIM. Опыт применения BIM в России // Новые технологии – нефтегазовому региону: Материалы Международной научно-практической

конференции, Тюмень, 17–18 мая 2018 года / Ответственный редактор П.В. Евтин. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. С. 175-177.

3. Романова Т.А., Потужная И.Р., Марковский И.Г. Введение в концепцию BIM // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2019. № 2. С. 213-220.

4. Шлокова Е.Н. BIM-технологии как индикатор эффективного развития инвестиционно-строительной отрасли в условиях развития цифровой экономики // Вопросы современных научных исследований: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Кишинев, Молдавия, 14 апреля 2020 года / Под общей редакцией А.И. Вострецова. Кишинев, Молдавия: Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2020. С. 66-70.

5. Информационные технологии в строительной отрасли. Что изменилось в 2020 г.? [Электронный ресурс]. URL: [https://www.cnews.ru/articles/2021-01-25\\_informatsionnye\\_tehnologii\\_v\\_stroitelnoj](https://www.cnews.ru/articles/2021-01-25_informatsionnye_tehnologii_v_stroitelnoj) (дата обращения 09.04.2022).

6. Состояние внедрения BIM в 2021 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://ardexpert.ru/article/21317/> (дата обращения 09.04.2022).