

Обоснование необходимости использования BIM-технологий с целью повышения эффективности строительных процессов

Т. В. Горохова, e-mail: GTV357@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Ключевые слова: цифровизация строительства, BIM – моделирование, информационная модель здания, внедрение, проектирование, управление строительством, жизненный цикл.

Аннотация. Актуальность внедрения цифровых технологий в строительстве определяется комплексом задач, поставленных в свете развития всей цифровой экономики страны. Проблемы инновационного развития строительной отрасли предполагают комплексное внедрение цифровых технологий при решении различных задач производства строительных материалов, строительного проектирования и, собственно строительного производства. В данной статье рассматривается влияние на эффективность строительных процессов при использовании BIM-технологий в строительстве. Данные исследования используются в качестве обоснования необходимости перехода на BIM-технологии. Методы исследования основаны на анализе российских и зарубежных источников с целью увеличения эффективности, связанной с применением BIM-технологий в строительстве. Обнаружено, что применение BIM-технологий способствует сокращению количества ошибок на 30 % и на 100 % обнаружить все пространственные неточности в конструкциях и устранить данные погрешности, ускорить процесс проектирования примерно на 25%, позволить в 3 раза сократить время, необходимое на подготовку рабочей документации.

Введение

Современные информационные и цифровые технологии внедряются как в повседневной жизни человека, так и в различных отраслях промышленности, более того такое внедрение сегодня уже является просто необходимым, в противном случае отставание в сфере современных информационных и цифровых технологий неизбежно приведёт к потере конкурентных преимуществ и потере части или всего рынка сбыта продукции.

Строительная отрасль не является исключением и применение новейших информационных и цифровых технологий позволяет не только сохранить конкуренцию на рынке, но и в целом развивать отрасль, повышать эффективность строительных процессов и проектирования.

Одной из новейших технологий в строительстве является так называемая BIM технология. Сам по себе термин BIM является аббревиатурой от Building Informational Modeling, что в переводе с английского означает: информационное моделирование зданий. То есть из определения следует, что подразумевается некий процесс моделирования и как итог информационная модель строительного объекта.

В целом можно дать следующее определение: информационное моделирование зданий (BIM) – это процесс, в результате выполнения которого в соответствии его этапам создаётся и совершенствуется информационная модель здания. [1]

Информационная модель здания (BIM) – это модель строительного объекта, содержащая информацию, организованную таким образом, что позволяет обрабатывать её с помощью цифровых технологий и достигать решения инженерных задач посредством автоматизированных систем, при этом обязательным является согласованность и взаимосвязь содержащейся информации вне зависимости от вида информации, возможность количественного и математического анализа, возможность динамического обновления модели в целом.

Современная действительность предъявляет новые, ранее не предъявляемые требования к проектированию объектов строительства. В настоящее время на этапе управления строительством необходимо не только проект объекта, а информационная модель, содержащая в себе все необходимые сведения, востребованные на протяжении всего жизненного цикла объекта. Вместе с тем, необходимо не только качественная разработка строительного проекта, также эффективное и рациональное управление объектом недвижимости является важнейшей задачей отрасли.

Строительная отрасль ориентирована на создание, воспроизводство и приобретение основных фондов в виде недвижимости посредством нового строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения капитальных объектов для последующего их применения в народном хозяйстве.

В соответствии со Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы технологии информационного моделирования зданий и сооружений являются

ключевыми технологиями в общей структуре цифровой экономики, так как позволяют значительно повысить эффективность одного из важнейших секторов экономики РФ — строительного комплекса.

Научно-технический прогресс стабильно набирает обороты, идет развитие всех отраслей. Технологии информационного моделирования (BIM) широко используются в США, Китае, Великобритании, Финляндии и Сингапуре, где с их помощью реализуется большинство строительных проектов (Зарипова А.В., Хабибуллин А. Э., 2017) [2]. В России пока не так много компаний, которые активно внедряют их в свой арсенал, однако с каждым годом количество девелоперов, стремящихся к освоению современных IT-продуктов, неуклонно растет. Этому способствует и политическая деятельность государства в сфере строительства: разработана дорожная карта перехода на BIM-технологии, разрабатываются государственные стандарты и своды правил по информационному моделированию зданий, определены пилотные проекты.

BIM — один из приоритетных пунктов в национальном проекте «Жилье и городская среда» [3] и важная составляющая федерального проекта «Цифровое строительство» [4]. Предполагается, что результатом его реализации станет сокращение затрат в строительстве на 20 %, а сроков — на 30 %.

Инструменты BIM — технологий предназначены для самых разнообразных задач, таких как детальная визуализация интерьеров и экстерьеров зданий в виртуальной реальности по фотографиям, автоматизированное управление строительной техникой, контроль за строительством и эксплуатацией, дежурство по объектам (Ерошкина Н. А., Коровкин М.О., 2019) [5]. Каждый масштабный строительный проект, будь это жилая или коммерческая недвижимость, дорога, мост, требует привлечения десятков подрядчиков и сотен единиц техники, это тысячи человеко-часов и десятки тысяч мегабайт информации.

1. Эффективность применения BIM-технологий

Качественная визуализация проектных решений в рамках информационного моделирования дает возможность еще до начала строительства получить более подробное представление об объекте строительства, чем при традиционном способе. Тем самым, возможно раньше получить обратную связь от заказчика, предпочтительнее предсказать риски, этим сэкономить бюджет и уложиться в сроки проекта, избежав бесчисленных переделок. Также становится более простым авторский надзор: инженер может приехать на объект со смартфоном, подключенным к облачному хранилищу BIM-системы, он

может сделать фотографии, интересующих его точки объекта и продолжить работу над моделью в офисе.

Информационная модель здания представляет собой не просто трехмерный объект, а цифровое представление физического объекта, который наполнен различных родов информацией: геометрической, физической, экономической, информацией о разработчиках и производителях изделий. Спроектированное с помощью BIM-технологий здание обладает физическими свойствами реального объекта.

Объект можно не только увидеть еще до начала строительства, но и рассчитать различные параметры и материалы на основе заложенной разработчиками информации.

Одной из основных проблем существующего подхода к формированию документации проекта на основе CAD-проектирования считается низкий уровень автоматизации процессов при разработке сметной документации. В частности, сметчику необходимо самому собирать и обрабатывать различную информацию от проектировщиков, изучать и сопоставлять данные двухмерных чертежей, назначать вручную сметные параметры. Значительная доля участия человека в составлении сметы обуславливает высокий риск ошибок и, таким образом, неточность в расчете бюджета строительства объекта.

Основные проблемы традиционного подхода (CAD-подхода) к моделированию и управлению объектом капитального строительства:

- отсутствие единого стандарта проектирования;
- не согласность действий участников бизнес-процессов;
- дефицит интеграции между специалистами;
- отсутствие координации между проектными документами;
- риск возникновения коллизий на стадиях изменения и обновления проекта;
- отсутствие связи источников информации;
- не результативность управления данными;
- проблемы несовместности форматов данных.

Традиционный подход к проектированию опирается на двухмерные модели — планы, чертежи, бумажную документацию. BIM-технологии добавляют новые измерения — планы строительства, время, стоимость — которые возможно представить в любом удобном виде с помощью информационной модели объекта в виртуальной реальности.

Основная технология – трехмерная модель. В зависимости от задач, которые предстоит решить в ходе работы, добавляются дополнительные векторы: 4D – время, 5D – стоимость, 6D – эксплуатация.

При применении BIM-технологий можно объединить различные разделы и решения в одном многомерном пространстве. У заказчика есть возможность увидеть результат строительства до его начала. Очень часто «3-D визуализацию» проекта сравнивают с «4-D» и даже «5-D». Это свидетельствует о том, что можно рассмотреть объект со всех сторон снаружи и пройти по внутренним помещениям. [6]

Сложности, возникающие при внедрении BIM.

Главные препятствия, возникающие на пути внедрения BIM технологии в России (Дронов Д. С., Киметова Н.Р., Ткаченко В. П., 2017) [7]:

- отсутствие понимания и сложность подсчета экономического эффекта на коротко срочном горизонте планирования;
- отсутствие точного понимания, что представляет из себя BIM;
- отсутствие тех оснащённости участников проекта;
- высокие первоначальные вложения (закупка оборудования и ПО), отсутствие в достаточной мере численности специалистов, высокая степень расходов на специалистов;
- потребность доработки нормативно-правовой базы, формирование единых стандартов;
- потребность перестроения внутренних процессов, продолжительность приспособления.

В таблице приведены результаты оценки эффективности.

Таблица

Оценка эффективности при применении BIM-моделирования

Операционная	Финансовая
Снижение количества переделок на стройплощадке на уровне от 20 до 90%.	Рост показателя NPV (10-25%).
Сокращение длительности этапа проектирования до 30%.	Рост индекса рентабельности (14-15%).
Повышение безопасности на объекте.	Рост внутренней нормы доходности (IRR) (14-20%).
Снижение рисков по проектам с BIM.	Сокращение сроков окупаемости инвестиционно-строительного проекта (15-17%).
Сокращение сроков согласования проектов.	Сокращение расходов на печать, упаковку, копирование, отправку, получение.

Продолжение таблицы

Операционная	Финансовая
Ускорение внесения изменений в проектную документацию в 1,5-5 раз.	Уменьшение количества запросов на дополнительную информацию и запросов на изменения по проекту, что приводит к снижению потерь.
Снижение количества коллизий на 50-100%.	Сокращение сроков подсчета объемов строительных работ и последующей корректировки сметных расчетов в 2-3 раза.
Повышение точности подсчета объема работ и разработки смет.	Повышение точности сметных расчетов, снижение средней величины ошибки в оценке общей стоимости проекта до 2%.
Сокращение длительности процесса формирования рабочей документации до 3-х раз.	Снижение затрат на этапе строительства и эксплуатации объекта до 30%.
Рост производительности труда до 30%.	Повышение стоимости проектных работ на 10-30%, связанное с детализацией проекта и значительным повышением его качества.
Сокращение продолжительности процедуры экспертизы.	Снижение административных расходов до 40%.
Организация эффективного мониторинга и контроля работ по проекту.	
Стратегическая	Промышленная
Повышение качества проекта при использовании BIM приводит к формированию согласованной документации, снижению количества запросов на информацию.	Улучшение рыночной позиции.
Повышение конкурентоспособности, которую оценивают в количестве выигранных тендеров.	Соответствие стандартам.

Коммуникации между заказчиком, проектировщиками и строителями.	Рост доли рынка.
Стратегическая	Промышленная
Хорошо понимаемый сторонами объем проектных работ.	Лидерство на рынке.
Формирование более качественного проекта.	Бренд надежной и качественной услуги.
Визуализация для субподрядчиков, генподрядчиков.	
Оптимизация графика производства работ.	
Хорошо организованный документооборот.	
Накопление и хранение информации об объекте для технического обслуживания и эксплуатации в цифровом формате.	
Увеличение вовлеченности персонала в производственный процесс.	
Прозрачность производственных процессов.	

2. Обоснование результатов оценки эффективности

1. Проектирование

Этап проектирования сокращается до 30 %. Проектные организации, применяющие технологии информационного моделирования и, следовательно, имеющие значительный опыт, отмечают об увеличении эффективности непосредственно процессов проектирования.

К примеру, наблюдается ускорение процессов проектирования на 20-30 %. У проектных организаций, которые не имеют достаточного опыта применения BIM (1-2 проекта), темп работы снижается на 5%, что может объясняться в первую очередь тем, что сотрудники не сразу получают опыт работы с BIM – этап обучения и адаптации может привести к снижению производительности труда.

По сведениям АО «ВЕРФАУ», представленным на Российском инвестиционно-строительном форуме-2016, использование возможностей программного обеспечения по автоматической

расстановке отдельных составляющих оборудования на сложном в технологическом плане объекте здравоохранения в ходе проекта позволяет экономить до 6 человеко-месяцев работы, что в стоимостном эквиваленте равно 0,5 млн рублей (при среднемесячной заработной плате специалиста в 60 000 рублей и с учетом отчислений на оплату труда).

2. Рабочая документация

Процесс формирования рабочей документации сокращается до 3-х раз.

Проектная документация с высоким качеством, разработанная с использованием технологий информационного моделирования на стадии проектирования, приводит к сокращению длительности формирования рабочей документации в 3 раза. Фактически объемы работ по проектированию смещаются как раз на стадию проектирования: производится больший объем работ, чем при традиционном методе. Таким образом, к стадии формирования рабочей документации в информационной модели накоплен большой объем информации, что позволяет выпускать рабочую документацию в автоматизированном режиме.

3. Запросы

Уменьшается частота запросов на дополнительную информацию и на изменения по проекту, и это приводит к снижению потерь.

Тщательная проверка проектной документации и развернутость проекта, созданного в трехмерном формате, значительно снижает частоту запросов на дополнительную информацию. Когда строителям непонятны детали проекта, им приходится просить разъяснения от проектировщиков. И эта необходимость запросов возникает в процессе выполнения строительно-монтажных работ. И вот такие запросы на информацию приводят к остановке производственного процесса и тем самым вызывают простой трудовых и материальных ресурсов, собственно, что и влечет за собой существенные потери. Поправка коллизий буквально на 100 % содействует снижению появления на стадии выполнения СМР запросов на исправления в проекте, который возникает из-за невыполнимости работ в зависимости от проекта и потребности его корректировки.

Так, по собранным сведениям, издержки на выполнение запросов на дополнительную информацию для проектов с масштабным использованием BIM сокращается в 2 раза, издержки на выполнение запросов на изменения – в 2,5 раза и снижаются с 6,9 % до 2,6 % от суммы договора.

4. Длительность подсчета объемов строительных работ и дальнейшей корректировки сметных расчетов сокращается в 2-3 раза.

Технология информационного моделирования объектов строительства дает возможность на основе данных 3D-модели выполнять подсчет объемов материальных ресурсов с высокой точностью, труднодоступной при традиционном методе (Без BIM). Также отмечают, что при высоком качестве проекта, существенной детализации, не требующаяся в соответствии с действующими стандартами проектирования, скорость пересчета объемов возрастает до 10 раз, и в результате, возможно полное автоматизирование. Впрочем, это гарантируется больше тщательной проработкой проекта и возможно даже увеличение времени на проектирование по сравнению с традиционным методом.

Так, одним из превосходства BIM считается вероятность выполнения расчетов и экономической модели проекта, включая разработки сметной документации. Вместе с тем, высокое качество, тщательный уровень проработки проекта и способности программного обеспечения способствуют сокращению времени на подсчет объемов строительных работ, формирование и дальнейшее уточнение сметной документации в 2-3 раза.

5. Затраты

Затраты на этапе строительства и эксплуатации объекта снижаются до 30 %.

Благодаря высокому качеству проекта и сметной документации, а также возможности по планированию закупок и т. д. некоторые организации могут говорить о снижении себестоимости проекта, которая связана со снижением затрат на этапе строительства (от 10 до 30 %). Эксплуатирующие организации также говорят и о возможности снижения затрат на этапе эксплуатации объекта в размере 30 %.

6. Производительность труда

Производительность труда повышается до 30 %.

Низкая производительность труда считается традиционной для российской экономики. Не считается исключением и строительная отрасль – данные производительности труда не допустимо считать высокими. Однако итоги изучения показывают, что использование BIM-технологий содействует повышению производительности труда на 10-30 % благодаря оптимизации и автоматизации различного рода задач.

7. Экспертиза

Уменьшение длительности процедуры экспертизы.

Некоторое количество организаций обращают внимание на сокращение сроков прохождения экспертизы при применении

технологий информационного моделирования. Такое сокращение сроков является возможным, в первую очередь благодаря тому, что детальность проекта и возможность экспертам быстро получить нужную дополнительную информацию за счет усовершенствованной визуализации проекта и быстрой генерации дополнительных видов и разрезов дает возможность более четкого формулирования замечаний, при этом у экспертов нередко отпадает надобность запрашивать дополнительную информацию по проекту. Это, в свою очередь, способствует скорой поправке замечаний, полученных от экспертов.

8. Административные расходы

Административные расходы снижаются до 40 %.

Снижение административных расходов, связанных с рутинной работой инженеров (подлежащих автоматизации), процессами обмена информацией (в единой информационной системе частота пересылок информации и потраченного на них времени сокращается на 40 %) является одним из факторов формирования общего экономического эффекта по инвестиционно-строительному проекту.

Так, к примеру, ООО «СОДИС ЛАБ» в рамках Российского инвестиционно-строительного форума-2016 представило итоги расчетов экономии трудозатрат и, в соответствии с этим, денежных ресурсов (которые были бы ориентированы на плату труда при неэффективной организации процесса взаимодействия в рамках проекта) на проведении совещаний, подготовке и проверке недельных отчетов, сборе информации для принятия управленческих решений по проекту и т. д. Трудовые затраты на перечисленные события оценены организацией на уровне 153 человеко-часов в месяц, что соответствует 1 836 человеко-часам в год. В стоимостном эквиваленте это порядка 0,8 млн рублей в месяц и почти 10 млн в год. Все перечисленные события в информационной системе, поддерживающей BIM, автоматизируются, а вследствие того ускоряются.

9. Организация эффективного мониторинга и контроля работ по проекту.

Использование BIM предоставляет возможность воплощать эффективный контроль за ходом строительства. Так, к примеру, есть вероятность организации автоматизированной системы мониторинга за строительством зданий и сооружений в режиме реального времени и интеграции ее с корпоративными системами управления, то есть выставление замечаний и выдача в электронной системе с возможностью отслеживания выполнения. Все это в совокупности с наличием комплекса информации по проекту способствует повышению качества принимаемых управленческих решений.

Заключение

Использование технологий информационного моделирования считается не просто модным трендом, это реальная экономическая надобность, обусловленная потребностью гарантировать эффективную работу инвестиционно-строительной отрасли.

Внедрение BIM упрощает управление строительным объектом на протяжении всего жизненного цикла — с предпроектной подготовки и вплоть до заморозки или реконструкции.

Внедрение и развитие BIM-технологий сегодня – это эволюционный прогресс системы проектирования и строительства в целом.

На сегодняшний момент выявлено, что применение BIM-технологий помогает сократить количество ошибок на 30 % и на 100 % обнаружить все пространственные неточности в конструкциях и устранить данные погрешности, ускорить процесс проектирования приблизительно на 25%, позволить в 3 раза сократить время, необходимое на подготовку рабочей документации. Компании, в которых были внедрены BIM-технологии, отмечают более высокое качество проекта, сокращение времени на внесение изменений, а также лучшее взаимодействие с заказчиком.

По результатам проведенного анализа всех факторов экономического и неэкономического характера можно с уверенностью говорить о том, что применение технологий информационного моделирования объектов строительства повышает конкурентоспособность предприятия, способствует снижению уровня затрат, сокращению сроков строительства, повышению качества проекта и непосредственно строительства, снижению рисков и повышению безопасности, а также обеспечивает менеджмент полным объемом информации, необходимой для принятия управленческих решений. Из этого следует, что использование данных технологий, при наличии условий для них, является очень привлекательным.

Список литературы

1. Технология BIM: единая модель и связанные с этим заблуждения [Электронный ресурс]: Интернет-портал: Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. – Режим доступа: https://stroi.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiiabim-iedinaia-modiel-i-sviazannyye-s-etimzabluzhdeniia
2. Зарипова А.В., Хабибуллин А. Э. Применение BIM-технологий в строительстве: Россия и зарубежный опыт // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 8-2 (85). – С. 1151-1156.
3. Национальный проект «Жилье и городская среда» Минстроя России во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
4. Федеральный проект «Цифровое строительство» во исполнение поручения Президента Российской Федерации от 19 июля 2018 г. № 1235.
5. Ерошкина Н. А., Коровкин М.О., Саденко С.М., Лавров И. Ю., Кабанова Л. А. Использование BIM-технологии в проектировании и строительстве // Молодежный научный вестник. – 2019. – № 1 (38). – С. 127-131.
6. Проектирование с применением BIM технологий [Электронный ресурс]: Интернет-портал: Проектное бюро «ВЕЛЕС». – Режим доступа: <https://www.bimtechnology.pro/koncepciiiproektirovaniija-s-primeneniem-bim>
7. Дронов Д. С., Киметова Н.Р., Ткаченко В. П. Проблемы внедрения BIM-технологий в России // Синергия наук. – 2017. – № 10. – С. 529-549.