



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Технология строительного производства»

Учебное пособие

Перспективы внедрения технологий BIM в строительстве

Автор
Иванчук Е.В.



Ростов-на-Дону, 2022



Оглавление

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ BIM ТЕХНОЛОГИИ	3
2. Процесс создания объекта строительства по технологии BIM	6
3. Анализ зарубежных и отечественных комплексов для работы на базе технологии BIM	19
4. тенденции и перспективы внедрения технологий BIM в Российской Федерации	27
5. Концепция BIM и организационно-технологическое проектирование	38
Заключение	39
Список использованных источников	41



1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ BIM ТЕХНОЛОГИИ

Современный подход к строительству включает в себя совокупность разных факторов, влияющих на развитие данной отрасли, такие как архитектурно-строительные требования, климатические и экологические условия, экономические возможности, социальные потребности граждан, а также стремление современного мира к усовершенствованию системы осуществления процесса проектирования и строительства зданий и сооружений. Абсолютно новым и радикальным инструментом для удовлетворения данных потребностей является концепция BIM-технологий. Информационное моделирование зданий и сооружений (от англ Building Information Modeling (BIM))—это сложный процесс нового интеллектуального подхода и сохранения всей соответствующей информации о строительстве на протяжении всей фазы жизненного цикла. Он используется для улучшения процесса прогнозирования результатов и создания визуального представления [1]. Важно понимать, что BIM — это не название компьютерной программы или семейства — программ—это именно метод проектирования, при котором учитываются все параметры, связанные с жизненным циклом здания, начиная от затрат на строительство до последующих ежемесячных расходов на электроэнергию. Все эти данные — наряду с ТЭПами и прочими физическими характеристиками — и формируют так называемую информационную модель, в которой изменение одного параметра приводит к автоматическому перерасчету всех остальных. В этом принципиальное отличие BIM от обычной 3D-визуализации. Что включает в себя вселенная BIM можно увидеть на рисунке 1.

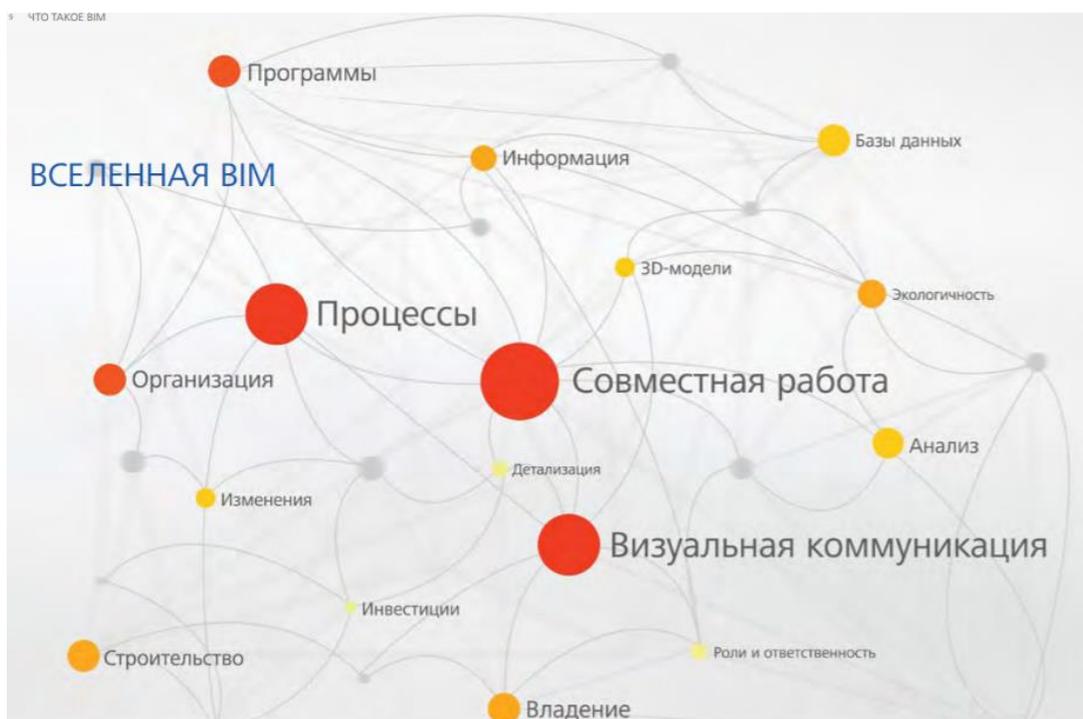


Рис. 1 - Вселенная BIM

Основа технологии BIM — это процессы, способы совместной работы с информацией об объекте строительства. Процессы регулируют работу с BIM-моделью, которая состоит из интеллектуальных объектов и параметрических взаимосвязей. Для каждого этапа работы над проектом прописан уровень детализации BIM-модели. Это позволяет принимать управленческие решения, имея всю необходимую информацию и при этом не перегружая модель.

BIM охватывает все этапы жизненного цикла сооружения: планирование, составление технического задания, проектирование и анализ, выдача рабочей документации, производство, строительство, эксплуатация и ремонт, демонтаж.



Рис. 2 – Жизненный цикл объекта строительства

Данные добавляются в информационную 3D-модель на протяжении всего жизненного цикла сооружения. Они необходимы для планирования бизнеса, проектирования, закупки материалов, координации работы на различных участках проекта, логистики, монтажных работ и сборки, строительства, передачи в эксплуатацию. BIM-технология позволяет объединить информацию, которой уже владеет организация, с новыми знаниями, которые появляются у компании при переходе на BIM. Она обеспечивает обмен данными между существующими системами предприятия и BIM-моделью. Информационная модель становится поставщиком данных для системы закупок, системы календарного планирования, системы управления проектами, внутренней ERP-системы и других систем предприятия. Определение уровня детализации BIM-модели на каждом этапе жизненного цикла является одним из ключевых элементов внедрения технологии BIM. Проблемой может стать как нехватка информации, так и ее избыток. Модель должна содержать ровно тот объем данных, который поз-

волит принимать необходимые и заранее определенные управленческие решения именно в тот момент, в который это необходимо. Кто и в какой момент закладывает информацию в BIM - модель или получает ее, каким образом информация перемещается с одного этапа проекта на другой, описывается в BIM-процессах.

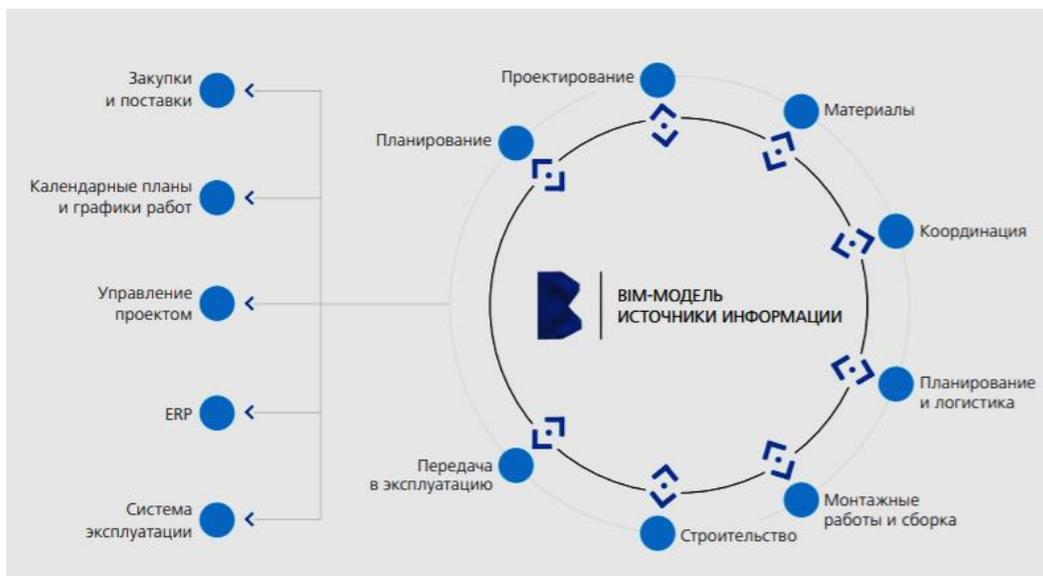


Рис. 3 – BIM – модель источников информации

2. ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ПО ТЕХНОЛОГИИ BIM

Типовой процесс создания объекта строительства по технологии BIM включает в себя все стадии от этапа получения инвестиций до этапов возведения и сдачи в эксплуатацию. Условно схему можно разделить на четыре уровня: верхний — ключевые участники, средний — процесс, нижний — выходящие документы, четвертый — информация, за счет которой происходит наполнение проекта. Выделены пять стадий:

- ПРЕДПРОЕКТ ПРОЕКТ (П)
- РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ (РД)
- СТРОИТЕЛЬСТВО
- УПРАВЛЕНИЕ
- ЭКСПЛУАТАЦИЯ.

Взаимодействие между ключевыми участниками проекта может выстраиваться по-разному в зависимости от выполняемых функций. Например, если у инвестора/заказчика есть свой проектный отдел, то концепт-проект может быть выполнен на стороне заказчика, с последующей передачей ген. проектировщику, который будет осуществлять проектирование и выпуск РД, возможно, при участии субподрядчиков, выполняющих часть работ (см. голубую пунктирную линию). Если у инвестора/заказчика нет своего проектного отдела, то ген. проектировщик берет на себя разработку концепт-проекта, стадии «предпроект», «проект» и РД, проводит согласование всех стадий с заказчиком, ген. проектировщик выполняет авторский надзор. Обычно ген. подрядчик отвечает только за строительство, но при наличии собственного проектного подразделения может выступать и в роли ген. проектировщика.

ПРЕДПРОЕКТ — решение, которое разрабатывается на основе технического задания с учетом норм и правил проектирования, характеристик объекта строительства. На этой стадии ведется разработка нескольких вариантов проекта, проводится анализ и поиск оптимального решения.

ПРОЕКТ — конкретное техническое воплощение объекта строительства с общим описанием объекта. По сути, стадия «проект» дает полное представление о том, каким будет объект. После завершения этой стадии проект сдается в экспертизу. При положительном заключении экспертизы выдается разрешение на строительство и начинается стадия разработки РД.

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ — описывает процесс реализации проекта. По сути, такие участники, этапы и документы присутствуют в работе практически любой компании строительного сектора, вне зависимости от того, внедрен или нет в их производственный процесс BIM. Однако информационное моделирование позволяет принципиально другим образом

управлять этими компонентами. Во-первых, модель является базой данных, имитирующей реальный объект. Данные из модели можно извлекать, сортировать, обрабатывать и менять одновременно с процессом проектирования. Графические изменения автоматически меняют базу данных — это важное свойство BIM-модели. Во-вторых, BIM помогает всем участникам проекта (заказчику, проектировщику, строителю, поставщику, эксплуатирующей организации) лучше воспринимать объект строительства на ранних стадиях. Вовлеченность становится залогом высокого качества проекта, так как позволяет с самого начала учесть бесценные знания и опыт экспертов. В-третьих, в существующей технологии все дисциплины включаются последовательно, что удлиняет процесс проектирования и строительства и увеличивает время внесения изменений и реагирования на них. Технология BIM позволяет организовать коллективную работу на более высоком уровне с отслеживанием изменений. Технология BIM открывает дополнительные возможности за счет высокой интеллектуальности программных средств по сравнению с традиционными 2D-системами. Например, разработанная с помощью современных продуктов стадия «предпроект» позволяет перенести на стадию «проект» до 30% информации, в то время как при использовании старой технологии работа на стадии «проект» начинается практически с нуля. И, конечно же, стоит сказать о качестве проекта в целом. Нестыковки и ошибки при работе с BIM видны сразу благодаря и 3D-моделям, и специальным инструментам, осуществляющим проверку на пересечения и логистические нестыковки. После окончания строительства «исполнительная документация», оформленная соответствующим образом, облегчает процесс эксплуатации, отражая техническое состояние, давая четкое представление об ответственных производителях работ по любому из ее видов и сокращая стоимость эксплуатации.

Преимущества внедрения технологии BIM представлены в таблице 1-2.

Таблица 1 - ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ BIM НА КАЖДОЙ СТАДИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА

Решаемые задачи	Преимущества использования BIM-технологии
ПЛАНИРОВАНИЕ, ПРЕДПРОЕКТ	
<ul style="list-style-type: none"> • создание концепт-модели будущего объекта, переходящей без потери данных на следующую стадию; • многовариантное проектирование; • получение ТЭО; • размещение объекта строительства в существующую застройку; • представление проекта на рассмотрение заинтересованным лицам; • оценка стоимости вариантов. 	<ul style="list-style-type: none"> • оперативное воплощение концепции проекта планировки и объемнопланировочного решения в 3D модели; • удобная визуальная оценка предлагаемых проектных решений; • возможность изучения нескольких вариантов и выбор оптимального на основе проектных данных и оценочной стоимости строительства; • предварительный анализ энергоэффективности; • ТЭО объекта строительства; • предварительный анализ видимости; • предварительный анализ затенённости; • ускорение процесса проектирования за счет использования данных предпроектной стадии на последующих этапах без потери данных.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

- качественное проектирование согласно установленным срокам;
- создание информационной модели;
- коллективная работа территориально отдаленных коллективов;
- координация всех разделов;
- получение рабочей документации;
- однозначное понимание, кто и каким образом изменил данные;
- отсутствие дублирующихся данных.

- устранение ошибок в проекте за счет сборки всех разделов в едином пространстве;
- устранение потерь проектной информации при передаче данных между отделами и платформами;
- эффективная коллективная работа;
- повышение наглядности и качества передаваемой информации;
- снижение сроков рассмотрения проблемных мест и принятия решений;
- поиск проектных ошибок и устранение до того, как они выявятся на стройплощадке;
- отслеживание внесения изменений;
- выпуск аккуратной и актуальной проектной документации;
- импорт и экспорт файлов в формате *.DWG: обмен данными с субподрядчиками;
- оптимизация подъездных дорог для строительной техники.

ПОДГОТОВКА К СТРОИТЕЛЬСТВУ И СТРОИТЕЛЬСТВО

- взаимодействие проектного отдела со строителями;
- подготовка организации и управления строительством;
- сроки-4D — календарный и сетевой график производства работ;
- стоимость — 5D-укрупненный расчет стоимости строительства;
- расчет потребности в материалах;
- организация и управление строительством;
- осуществление строительного надзора;
- отслеживание динамики выполнения работ;
- сравнение плана и факта;
- контроль отклонений (совмещение облака точек с моделью);
- своевременная сдача объекта.

- устранение ошибок в проекте за счет сборки всего проекта в едином информационном пространстве;
- наложение календарных графиков из программ планирования на модель и визуализация;
- возможность создания инвестиционного плана на основе точных цифровых данных;
- поиск и разрешение пространственных временных коллизий;
- доступ всех участников к информации: связь проектного бюро, управленцев, строителей и подрядчиков;
- централизация данных: связь проектного бюро, управленцев, строителей и подрядчиков;
- отслеживание процессов ввода оборудования в эксплуатацию;
- обеспечение комплекса мер по охране труда;
- снижение временных затрат и устранение дублирования информации в системе по ходу строительства;
- сокращение ошибок и времени строительства.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ

- быстрый поиск информации по объекту строительства;
- достоверная информация;
- связь с системами эксплуатации.

- возможность получения и внесения информации по эксплуатируемому объекту;
- наглядность;
- построение системы эксплуатации на основе точных цифровых данных об объекте;
- повышение скорости и качества технического обслуживания и ремонта.

Таблица 2 - ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ BIM ДЛЯ РАЗНЫХ УЧАСТНИКОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

Задачи	Решения
ИНВЕСТОР, ЗАКАЗЧИК, ДЕВЕЛОПЕР	
<p>1. Оптимизировать инвестиции, сокращать стоимость проекта.</p> <p>2. Определять оценочную стоимость проекта строительства на нулевой стадии для расчета его окупаемости.</p> <p>3. Иметь полную информацию о расходах в процессе работы над проектом, точно прогнозировать финансовые потоки на этапе проектирования, строительства и эксплуатации.</p> <p>4. Экономить бюджет строительства за счет оптимизации логистики на стройплощадке.</p> <p>5. Получать информацию о проекте, необходимую для принятия решения, в удобном и наглядном виде.</p> <p>6. Создавать высокий спрос на объект строительства на нулевой стадии.</p>	<p>1. Сокращать время проектирования и строительства и тем самым оптимизировать денежные потоки и сроки кредитования, что дополнительно сокращает стоимость строительства.</p> <p>2. На ранних этапах оценивать объемы материалов и работ, стоимость строительства на базе информационной BIM-модели.</p> <p>3. Создавать точные и наглядные визуализированные планы-графики строительства, которые позволяют спланировать время поступления денежных средств.</p> <p>4. Проводить проверку на пространственно-временные коллизии на стройплощадке, анализировать и оптимизировать сроки использования строительной техники на основе BIM-модели для сокращения сроков и стоимости строительства.</p> <p>5. Использовать современные средства коммуникации на основе BIM-процессов и BIM-модели.</p> <p>6. С помощью BIM-инструментов создавать концептуальную 3D-модель, которая максимально соответствует будущему объекту. Ее использование в маркетинговых целях позволяет улучшить коммуникацию с клиентом.</p>

ПРОЕКТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: ДИРЕКТОР	
<p>1. Получать новые заказы/увеличивать бизнес компании.</p> <p>2. Выпускать качественную документацию в срок.</p> <p>3. Повышать производительность — за меньшее время выполнять большее количество проектов.</p> <p>4. Исключать текучку кадров и удерживать передовых сотрудников</p>	<p>1. Предлагать решения на базе BIM-модели в соответствии с запросом рынка, в том числе со стороны государственных заказчиков.</p> <p>2. Более чем на 30% сокращать количество ошибок за счет скоординированной работы всех участников проекта на основе BIM-модели.</p> <p>3. Более чем на 30% ускорять процесс проектирования.</p> <p>4. Увеличивать привлекательность собственной компании для наиболее перспективных сотрудников, которые желают повысить профессиональный уровень, работая по BIM-технологии.</p>
РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА САПР/IT	
<p>1. Оптимально инвестировать, добиваясь максимальной отдачи от каждого вложенного рубля.</p> <p>2. Способствовать увеличению прибыли компаний с помощью IT-инструментов.</p> <p>3. Обеспечивать четкий бесперебойный выпуск конечной продукции — рабочей документации.</p>	<p>1. 90% компаний добиваются положительной отдачи от внедрения BIM, 50% компаний заявляют о ROI более 25% (McGraw Hill Construction).</p> <p>2. Технология BIM позволяет увеличить скорость проектирования до 30%, сократить количество ошибок*.</p> <p>3. Правильно организованное внедрение технологии BIM позволяет не снижать общего темпа выпуска документации. В дальнейшем весь комплект документов, согласно 87-му постановлению, можно будет выпускать на основе BIM-модели.</p>

ПРОЕКТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: АРХИТЕКТОР

1. Создавать уникальные проекты высокого качества.

2. Соблюдать сроки и бюджет проекта.

3. Выполнять специальные требования заказчика, в т.ч. в области энергопотребления здания.

4. Выбирать и утверждать с заказчиком оптимальные решения на ранней стадии проекта.

1. Автоматизировать рутинные операции, сосредоточившись на творчестве.

2. Повышать качество и сроки проектирования за счет обнаружения коллизий на ранней стадии проекта, минимизировать количество исправлений в проекте на стадиях подготовки рабочей документации и строительства.

3. На этапе концептуального проектирования проводить предварительные расчеты энергоэффективности и других параметров здания.

4. Предлагать заказчику наглядные варианты проектных решений, снабжая их исчерпывающей аргументацией.

КОНСТРУКТОР	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Соблюдать требования по безопасности для сложных проектов. 2. Управлять большим количеством проектных изменений. 3. Координировать работу с другими отделами, в том числе с инженерами и архитекторами. 4. Сокращать время на подготовку аналитической модели 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проводить расчеты на основе BIM-модели на разных этапах проектирования, в том числе на стадии концептуального проектирования. 2. Поддерживать совместную работу в рамках информационной модели, позволяющей автоматически обновлять все разделы проекта после внесения какого-либо изменения. 3. Обсуждать проектные решения на всех этапах проектирования с помощью программных инструментов для обратной связи. 4. Создавать упрощенную модель и задавать нагрузки для передачи в расчетные программы без лишнего моделирования и перестроения основной модели.
ИНЖЕНЕР	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Выбирать оптимальный вариант инженерного проекта. 2. Исключать коллизии между различными инженерными системами и архитектурным проектом. 3. Выпускать качественную проектную документацию в установленные сроки. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вариативное проектирование на основе BIM-модели. 2. Организация совместной работы, эффективная координация работы между всеми участниками проекта. 3. Сокращение времени проектирования за счет автоматического поиска коллизий и их устранения на ранних этапах проектирования.

ПРОЕКТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕНПЛАНИСТ	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Находить оптимальный вариант проекта планировки. 2. Создавать план организации рельефа, вычислять объемы земляных работ и оформить картограмму. 3. Разрабатывать сводный план инженерных сетей. 4. Создавать план благоустройства территории. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Автоматизировать трудоемкие процессы по вычислению объемов и составлению ведомостей на основе BIM-модели. 2. Автоматизировать изменение модели и всех полученных по ней чертежей при внесении изменений в проект. 3. Выпускать чертежи в соответствии с российскими стандартами и стандартами предприятия на основе преднастроенных шаблонов. 4. Оформлять план благоустройства территории с использованием библиотек блоков и автоматически получать ведомости по преднастроенным шаблонам.
СТРОИТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Точно оценивать стоимость строительства до участия в торгах. 2. Сокращать риски превышения заявленной стоимости строительства. 3. Контролировать заявленные сроки возведения объекта. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сокращать погрешность расчетов потенциальной стоимости строительства на основе BIM-модели с погрешностью 5-10%. 2. Проводить симуляцию процесса строительства на основе BIM-модели, создавать график строительства, оптимизировать время работы дорогостоящей строительной техники, точно определять сроки участия в проекте подрядчиков, оптимизировать объемы строительного материала. 3. Контролировать план-факт работ всех участников процесса строительства на основе BIM-модели, в том числе с помощью использования мобильных устройств на стройке.

Одним из важных замечаний в характеристике BIM является то, что сооружение и все, что с ним связано, рассматривается в общем, как еди-

ное неделимое целое, то есть туда уже входят архитектурная модель, конструктивная модель, коммуникационные модели (например, отопление, электричество, водопровод). Одним из главных качеств BIM-технологий можно выделить автоматизирование однообразных и утомительных процессов сложной работы с проектными документами, анализом и экспертизой. К примеру, логичная связь присутствующих в модели элементов: изменение одного из параметров любого объекта строительства приведёт к обновлению рабочих чертежей, 3D-модели, сметы, документов и прочих параметров. Ещё одним бесспорным преимуществом является наглядность 3D-модели будущего здания. Такую модель легко показать заказчику, обратив внимание на любой интересующий элемент. Также именно такие модели способствуют более быстрому и точному изучению проекта специалистами-строителями.

Способов использования BIM множество. Рассмотрим самые распространенные:

- 3D-визуализация. Появилась возможность создать на экране трехмерную подробную и правдоподобную модель здания. С помощью такой функции можно преподнести проект, визуально его оценить, распечатать натуральный макет на 3D-принтере, а также тестировать постройку и вносить коррективы.
- Сгруппированное хранение данных. Все сведения, которые известны проектировщику, находятся в одной программе, в одной связке чертежей. Если изменить один параметр, то автоматически изменения подтянутся к остальным элементам. Такой объединенный конгломерат значений снижает вероятность ошибки.
- Комплексное управление данными. Обычный генплан включает в себя отдельно проектные решения в виде чертежей и сопровождающую документацию. В софте с поддержкой BIM можно соединить все све-

дения в одной программе, в одном файле. Для примера: если вы изменяете на схеме сечение какой-либо трубы или профиля, то автоматически происходят расчетные процессы – в смете на закупку материалов сразу пересчитается метраж и примерная стоимость этого стройматериала.

Плюсом внедрения этой технологии является быстрота создания проекта. Из-за отсутствия лишних этапов, когда все данные рассчитываются и записываются вручную, проектирование осуществляется в краткие сроки.

Из этого достоинства выходит второе – экономия материальных и трудовых ресурсов. Теперь меньшее количество инженеров может работать над конструированием одного здания, так как много процессов выполняет «умная» программа.

Таким образом, можно выделить основные особенности BIM - проектирования:

1. Своевременное выявление ошибок традиционного 2D проектирования, повышение продуктивности команды, сокращение времени на проект

2. Трехмерная визуализация. Возможность 3D-визуализации моделей BIM может принести большую пользу в качестве средства подтверждения работоспособности и демонстрации аспектов самой конструкции, таких как последовательность строительства, логистика, доступ, хранение и безопасность.

3. Использование совместной среды BIM позволит существенно экономить время во время предварительного проектирования. Координационные проверки также не нужны, поскольку информация, полученная из модели, приведет к меньшему количеству ошибок, что обычно вызвано неточной и нескоординированной информацией.

4. Распределение ресурсов и сокращение отходов. Согласно словам экспертов, в строительной отрасли почти 10% материалов тратятся впустую, а 30% - переработка. Благодаря BIM, при планировании строительства 4D, члены команды могут понять объем работы и доступность различных ресурсов для оптимизации ее и рабочей силы.

5. С помощью BIM можно заранее рассчитать бюджет каждого этапа строительства и контролировать расходы в режиме реального времени. Технология позволяет не просто построить трёхмерную информационную модель, но и составить точный график строительства.

6. Своевременное обнаружение коллизий.

3. АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РАБОТЫ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ BIM

На сегодняшний день существует множество программных комплексов от различных компаний, предлагающих свои индивидуальные решения по технологии информационного моделирования. Многие из этих комплексов поддерживают отдельные элементы информационного моделирования и обладают широкими возможностями.

Основными поставщиками программных продуктов на российском рынке являются компании Bentley и Autodesk.

Реализующие технологию BIM программные продукты Autodesk - Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, AutoCAD Civil 3D, Autodesk Infraworks

Ниже представлены некоторые зарубежные программные продукты, реализующие технологию BIM:

Таблица 3 – Зарубежные программные продукты BIM

Программное обеспечение	Цена	Характеристика
SketchUp, США	Бесплатно / Коммерческий \$ 299*	<p>SketchUp позволяет вам скомпилировать свое собственное программное обеспечение BIM, которое точно соответствует вашим потребностям. Вот список некоторых из этих плагинов:</p> <p>PlusSpec (коммерческий плагин, который обеспечивает всесторонние функции BIM в программном обеспечении 3D-архитектуры), OpenStudio (бесплатный плагин, разработанный Министерством энергетики США для помощи в проектировании энергоэффективных зданий), 4D Virtual Builder (позволяет планировать свой проект на протяжении всего жизненного цикла). .</p> <p>Кроме того, плагин BIM позволяет создавать анимации, диаграммы и рендеры для четкого информирования всех этапов о всех вовлеченных командах.</p>
FreeCAD Arch, США	Бесплатно	<p>FreeCAD — это бесплатное программное обеспечение CAD, разработанное на основе параметрического моделирования. Оно было разработано для трехмерного проектирования реальных объектов любого размера, включая здания. Программное обеспечение FreeCAD предлагает модульную архитектуру, которая позволяет монтировать рабочие места, предназначенные для очень специфических областей, в основном приложение. Среди этих рабочих мест есть то, который обеспечивает полноценные возможности программного обеспечения BIM.</p>
Динамо, Autodesk США	Бесплатно	<p>Динамо относится к новому виду программного обеспечения для 3D-архитектуры, которое может создавать проекты на основе набора параметров.</p>

B-processor , Дания	Бесплатно	Разработано для архитектурного проектирования с нуля, весь пользовательский интерфейс и рабочий процесс намного более интуитивны, чем многие коммерческие решения, которые по сути являются расширениями старого программного обеспечения САПР. Как следствие, это программное обеспечение для 3D-архитектуры полностью обходится без 2D-видов — все моделирование выполняется в 3D-окне, которое лучше подходит для этой задачи.
TAD (рабочий стол архитектора) , Индия	Бесплатно	TAD предназначен для использования старшими архитекторами, которые обрисовывают концепцию здания, а не проектируют его до последнего винта, как другое бесплатное программное обеспечение BIM. Следовательно, это программное обеспечение 3D-архитектуры не охватывает весь процесс проектирования. Детали заполняются ниже по течению в других решениях.
Revit , Autodesk США	Бесплатная образовательная лицензия / \$ 2,310*	Разработано для архитекторов, но и призвано объединить все соответствующие дисциплины проектирования зданий в одном наборе. Преимущество этого подхода очевидно; архитекторы должны сотрудничать с командами разработчиков MEP, электрики, механики и конструкции, поэтому использование одного и того же инструмента облегчает взаимодействие и координацию между дисциплинами. Одной из ключевых особенностей Revit является реализация параметрического моделирования зданий. Это означает, что все компоненты здания в этом программном обеспечении BIM являются взаимозависимыми. Таким образом, перемещая стену в проекте, соседние компоненты, такие как стены или полы, также обновляются, чтобы обеспечить согласованность замысла здания. Эта функция позволяет планировщикам вносить существенные изменения без необходимости перерисовывать каждый компонент вручную.

ArchiCAD , Autodesk США	Бесплатно / \$ 300- \$ 6800*	Это программное обеспечение для 3D-архитектуры, специально разработанное для архитекторов и архитекторов интерьера.
Vectorworks , Германия	\$ 2945*	Это программное обеспечение 3D-архитектуры очень графически ориентировано. Поэтому он хорошо подходит для презентаций и конкурсов. Вы также можете создавать простые 2D и 3D чертежи САПР.
MicroStation , Bentley США	Бесплатная образовательная лицензия / \$ 5627*	Программа предназначена для включения работы архитекторов и инженеров в одной среде. Благодаря этому универсальному подходу к проектированию зданий, проектные группы могут общаться и сотрудничать быстрее и эффективнее, чем это возможно в отдельных приложениях. Инструменты моделирования этого программного обеспечения для 3D-архитектуры позволяют моделировать практически любые геометрические фигуры.
Allplan , Nemetschek Германия	Бесплатная образовательная лицензия / \$ 9 500*	Allplan Architecture — это инструмент, разработанный для архитекторов. Основанная на мощном ядре моделирования Parasolid от Siemens, эта часть программного обеспечения для 3D-архитектуры обеспечивает высокую степень свободы при создании 3D-моделей. Второй компонент — Allplan Engineering Building. Эта часть программного обеспечения для 3D-архитектуры была разработана с учетом потребностей инженеров-строителей. Он использует общую модель BIM для генерации планов оболочки и армирования, включая определения количества и графики изгиба.
Rhinoceros , США	Образовательная лицензия \$ 230 / Коммерческая \$ 800*	Программное обеспечение 3D-архитектуры Rhino особенно хорошо известно для реализации сложных структур. Кроме того, он также может визуализировать мебель, транспортные средства и многие другие предметы по сравнению с другими обычными. Структурное проектирование в программном обеспечении для 3D-архитектуры может быть использовано для объединения проекта здания с функционирующей конструкцией.

<p>BricsCAD Бельгия</p>	<p>BIM, Бесплатная образовательная лицензия / \$ 2,405*</p>	<p>программное обеспечение для 3D-архитектуры, которое помогает создать богатое цифровое представление здания, которое включает все его физические и функциональные свойства. Грубый силуэт здания блокируется с использованием традиционных методов моделирования поверхности, известных из программного обеспечения для 3D-моделирования.</p>
---	--	---

*- Цены с сайта разработчиков

Также на рынке существуют программные комплексы отечественных производителей, такие как компании ITLand, «1С-Парус», «ЭЛИАС», «Эрикос ЦСП», НПП «АВС-Н», НТЦ «АПМ», SCAD Soft, «Кредо-Диалог», «Лира сервис», «ЕВРОСОФТ», которые не уступают признанным лидерам, а в чем-то даже превосходят их. Главным преимуществом отечественных программных комплексов – это соотношение «цена/качество» и то, что их основа лежит на нормах и стандартах, которые могут существенно отличаться от зарубежных.

Renga – это архитектурно-строительный проект, который полностью ориентирован на русскоговорящих проектировщиков. Это значительно облегчает процесс проектирования, так как в софт встроены все нормативы по оформлению проектной и рабочей документации.

Объект в 3D моделируется автоматически, вместе с тем автоматизирован и процесс заполнения чертежей и получение схем фасадов и разрезов в заданных масштабах. Также есть функция, которая подготавливает экспликации, ведомости и спецификации.

Также софт поддерживает множество форматов, что позволяет свободно обмениваться данными со сторонними системами. Коллективное проектирование также учтено в разработке, можно работать с разных устройств над одним макетом.

Одно из преимуществ Renga - можно скачать пробную версию бесплатно. Так же компания предоставляет бесплатную версию для студентов

и преподавателей.

Преимущества:

- Автоматизация рутинных операций по оформлению проектной документации
- Интеллектуальный подход в трассировках сетей.
- Автоматическое армирование и подготовка ведомостей
- Импорт/экспорт чертежей (в т.ч. как подложку к модели) в dwg и pdf
- Можно использовать созданную модель в решениях 1С (сметы, календарное планирование, работа с недвижимостью).
- Коммерческие лицензии как постоянные, так и временные (годовые) на выбор. Нет разницы в стоимости сетевых или локальных лицензий.

Недостатки:

- На данный момент отсутствуют инструменты по работе с генпланом, газом, наружными сетями
- Невозможно редактировать объекты на разрезах
- Ограниченные возможности в создании приложений и их интеграции через API
- Нет настройки горячих клавиш
- Визуализация (рендеры) делается в отдельно покупаемом ПО.
- Не предусмотрены текстуры материалов в 3D
- Нет инструментов визуального программирования (Dynamo, Grasshopper и т.д.)

Программное обеспечение от ZWSOFT

Компания «ЗВСОФТ» предлагает программы для автоматизированного проектирования. Так как все приложения переведены на русский

язык и имеют понятный интерфейс, то российскому пользователю будет легко освоить набор функций.

Разработчики ZWSOFT активно работают над новыми проектами в сфере BIM технологий. Официальные представители в скором будущем обещают представить свои разработки с широким функционалом, высокой совместимостью с расчетными программами и САПР.

Большинство технологий уже получили реализацию в продукции от «ЗВСОФТ». Это многофункциональная программа ZWCAD, а также множество надстроек и модулей, и отдельных приложений, таких как:

- ИНЖКАД – работа с инженерными сетями;
- Form•Z Jr – высокий уровень трехмерного моделирования;
- VetCAD++ – автоматизация строительной документации и многое другое.

Таблица 4 – Отечественные программные продукты BIM

Программное обеспечение	Цена	Характеристика
Renga, ООО "Ренга Софтвэз"	Бесплатно / Коммерческий 25 000-110 000 ₽*	Renga — это линейка продуктов для трёхмерного проектирования зданий. Renga Architecture — для архитектурного проектирования. Renga Structure — для конструктивного проектирования. Renga MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) — для проектирования внутренних инженерных систем.

ZWCAD, «ЗВСОФТ»	000	13 000-39 000 Р*	Профессиональная версия САПР ZWCAD 2020 предлагает наряду с уже известными функциями Стандартной версии возможности 3D-моделирования и редактирования, интеграцию с внешними приложениями, поддержку программных интерфейсов .Net, VBA и ZRX. ZWCAD 2020 Professional позволяет разрабатывать собственные профессиональные приложения для автоматизации работы проектировщиков. Среди дополнительных функций необходимо также отметить возможность настроить камеру и посмотреть на 3D модель в перспективе (DVIEW), возможность рендеринга части сцены. Программа предназначена для архитекторов, конструкторов, инженеров и прочих специалистов, использующих автоматизированное проектирование.
Инжкад, «ЗВСОФТ»	000	92 000 Р*	Программа предназначена для проектирования наружных инженерных сетей с применением технологии BIM в среде ZWCAD 2017-2019 Professional, AutoCAD, BricsCAD: водоснабжения, канализации, ливневой канализации, газоснабжения, теплоснабжения. По каждому виду сети программа решает следующие задачи: формируется план, сводный план инженерных сетей, выполняется детализация колодцев, создается таблица колодцев, выполняется формирование исходных данных для СО, нанесение геологических скважин, формируются таблицы объема земляных работ, предусмотрен выбор различных шаблонов подпрофильной шапки.
СПДС Стройпло- щадка для ZWCAD 2015, «ЗВСОФТ»	000	82 800 Р*	СПДС Стройплощадка — специализированное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации оформления чертежей по разделам «Проект организации строительства» (ПОС) и «Проект производства работ» (ППР). В качестве графической платформы СПДС Стройплощадка обязательно используется надстройка к AutoCAD/ZWCAD+ — СПДС GraphiCS

*- Цены с сайта разработчиков

Разработка отечественных BIM-систем в альтернативу зарубежным инструментам (например, Revit или Allplan) является, несомненно, одним

из важнейших направлений современного строительства. По некоторым оценкам, степень применения BIM в отечественном проектировании на сегодня составляет около 10%. Причина пока еще достаточно скромного присутствия информационного моделирования на нашем рынке — дороговизна и сложность этих решений. Задача российских разработчиков — сделать оборудование рабочих мест с использованием BIM доступным для всех компаний, а не только для крупных застройщиков и проектных бюро.

4. ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ BIM В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Главное достоинство BIM — умение этого программного комплекса устранять строительные нестыковки и ошибки еще на этапе проектирования. Это, безусловно, экономит время и силы проектировщика. Удобство трехмерной BIM-модели еще и в том, что из нее можно автоматически получать 2D-чертежи, ведомости, спецификации, графики проектных работ. BIM-модель описывает весь жизненный цикл здания, а значит, может применяться и на этапе его эксплуатации.

Еще одно несомненное преимущество этой технологии — возможность получить проектно-сметную документацию, где стоимость строительства рассчитана с точностью до копейки. Такая прозрачность ценообразования позволяет перейти с индексного на рыночно-ресурсный метод расчетов. Большая часть вышеперечисленных функций доступна теперь и в отечественных программах.

В условиях отмены ДДУ — договоров долевого участия — применение BIM может стать еще и конкурентным преимуществом. Сметная прозрачность крайне важна для банков, которые теперь будут контролировать и финансировать строительство. А предельная честность застройщика перед банком может повлиять на кредитную ставку — естественно, в

меньшую сторону. Поэтому и тут отечественный BIM может стать хорошей альтернативой зарубежных программных комплексов.

Уже с 2014 года в России ведется активная работа по внедрению BIM-технологий в строительство. 19 июля 2018 года президент Владимир Путин поручил премьер-министру Дмитрию Медведеву (Пр-1235) обеспечить в срок до 1 июля 2019 года переход к системе управления жизненным циклом объектов капитального строительства путем внедрения BIM-технологии. В России должны быть разработаны стандарты информационного моделирования, в первую очередь применение этой технологии необходимо распространить на объекты социальной сферы, говорится в поручении президента. Это должно помочь модернизации и повысить качество строительства в России.

Таким образом, с 2019 года применение BIM-технологии станет обязательным для проектов госзаказа, а до конца 2022 года все госструктуры при строительстве зданий и сооружений должны перейти на BIM. Многие строительные компании уже работают по современным стандартам.

На рис. 4-6 представлены ключевые этапы по внедрению BIM-технологий на государственном уровне и перспективы развития в этой области.

Ключевые события по внедрению BIM-технологий на государственном уровне

2014, Март

Решение по итогам заседания президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию о разработке и утверждении плана по внедрению информационного моделирования

2017, Апрель

Поручение Правительства РФ №2468п-П9 «План мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах «жизненного цикла» объекта капитального строительства»

2018, Июль

Поручение Президента № Пр-1235 «О модернизации строительной отрасли и повышении качества строительства»

2019, Август

В Минстрое представили доработанную Концепцию внедрения системы управления ЖЦ объектов капитального строительства с использованием BIM-технологий

До 2023

Завершение разработки нормативных и технологических основ для внедрения системы управления ЖЦ объектов капитального строительства с использованием BIM-технологий

2014, Декабрь

Приказ Минстроя РФ №926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства»

2018, Март

Введение Правил формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла – СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве

2019, Июнь

Президент РФ подписал №151-ФЗ, согласно которому с 01.07.2019 г. в Градостроительный кодекс вводятся понятия «информационная модель объекта капитального строительства», «классификатор строительной информации и др.». Общественный Совет Минстроя – основная экспертная площадка

До конца 2020

Завершение формирования классификатора строительной информации и запуск подсистемы его ведения

До конца 2024

Переход к системе управления ЖЦ объектов капитального строительства путем внедрения технологий информационного моделирования

Рис. 4 – Ключевые события по внедрению BIM-технологий на государственном уровне

Тенденции и перспективы развития BIM-технологии в России

Долгосрочная перспектива

- В качестве основных направлений развития и сфер применения BIM-технологии называют масштабирование – переход от использования на отдельных проектах к формированию моделей городов, куда интегрированы данные об объектах.
- Важным этапом будет переход на 3 уровень зрелости BIM, который позволит осуществлять управление и контроль проекта заинтересованными сторонами на всех этапах жизненного цикла объекта.
- Способствовать достижению вышеуказанных целей может переход на концепцию «OpenBIM», которая объединяет проекты и представления зданий в комплексную согласованную модель. Технология позволяет участникам проектирования взаимодействовать, невзирая на используемый инструмент: принцип открытого взаимодействия.

Краткосрочная перспектива

- Уменьшение «Dark data» в моделях – данных, которые не могут быть прочитаны, обработаны и эффективно использованы
- Использование облачных технологий в т.ч. для цифровых двойников, которые синхронизируются с физическими и с инженерно-техническими данными
- Расширение применения BIM на этапе эксплуатации: создание «единого окна», объединяющего в себе функционал нескольких систем: эксплуатационную базу данных (исполнительные чертежи, BIM-модель, документацию), FM (регламенты, периодичность обслуживания, «сервис-деск»), BMS (Building Management System – интеграция 3-мерной модели и показаний датчиков).

Рис. 5 – Тенденции и перспективы развития BIM-технологий в России

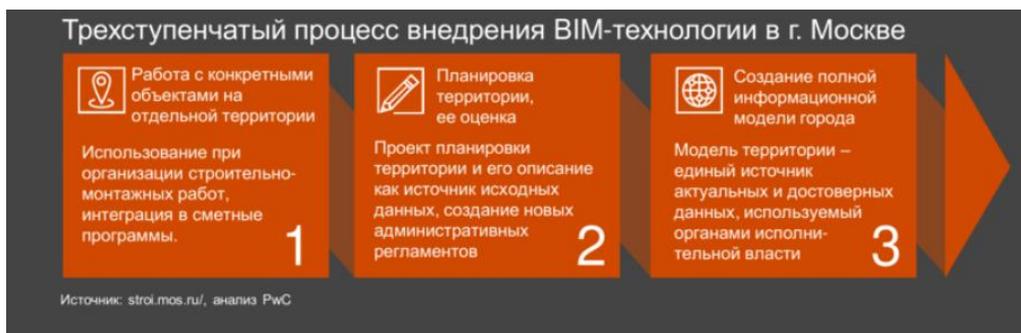


Рис. 6 – Процесс внедрения BIM-технологий в г. Москве

Международный опыт внедрения BIM

Ниже представлена карта внедрения BIM-технологий*. В ряде стран применение BIM обусловлено не только стремлением девелоперов к цифровизации, но и является обязательным для реализации проектов как с государственным участием, так и коммерческих.



География наиболее активных пользователей BIM-технологий



Великобритания

Страна – одна из лидеров по внедрению BIM: в 2011 г. британское правительство объявило обязательным требованием наличие 3-D BIM модели для строительных проектов с апреля 2016 г. По состоянию на начало 2019 г. согласно «National BIM Report 2019», применение технологии в среднем возросло с 10% в 2011 г. до 70% в 2019 г.



США

В США об использовании BIM задумались в 70-е, но постепенное внедрение началось в 90-е годы. Национальная программа «3D-4D-BIM Program» была сформулирована в 2003 г. Согласно программе использование технологии стало обязательным для проектов общественных зданий. С 2007 г. введено обязательное использование технологии при разработке кадастровых и геопространственных данных.



Сингапур

В 2010 г. был разработан проект дорожной карты по внедрению BIM, где основной целью был назван переход 80% отрасли на BIM-технологии уже к 2015 году. Разрабатывается вторая дорожная карта, направленная на расширение использования BIM в управлении инфраструктурой и «Smart city».



Европейский союз

В 2014 г. Евросоюз оценил экономическую выгоду от использования BIM и стал создавать условия для его более активного внедрения. В 2016 г. Была сформирована «EU BIM Task Group», целью которой является обмен позитивным опытом между странами Европейского союза при реализации проектов государственного сектора с использованием BIM-технологий.

Источник: openbim.ru, данные открытых источников, анализ PwC

*Уровень зрелости указан справочно для стран, по которым есть релевантная информация в открытых источниках, анализ PwC

Рис. 7 – Международный опыт внедрения BIM-технологий

Большим неудобством до недавнего времени было то, что импортные программные продукты не учитывали наших строительных реалий, особенностей нашей российской нормативной базы. Нельзя просто скопировать импортные документы и применить их. У нас есть свои особенности, свои подходы к строительству. Чтобы работать в импортных программах, нужно дорабатывать шаблоны, отечественные программы можно использовать без предварительной подготовки. Тем более, что зарубежный «софт» в последнее время становится все более дорогим, есть сложности с библиотеками. А в условиях периодического возникновения различных экономических санкций в отношении России, всегда есть угроза, что зарубежные программы просто перестанут у нас работать.

Ошибочно думать, что BIM равен одному программному продукту, для полноценной работы BIM, конечно же, нужен целый комплекс программ, а также содружество разработчиков и пользователей.

Так, например, фирма «1С» совместно с **Renga** объявила о выпуске комплексного BIM-решения для информационного моделирования зданий уровня 6D. Система построена на основе «**1С:ERP Управление строительной организацией**» и использует интеграцию с продуктами для трехмерного проектирования **Renga**.

В основу решения легла технология BIM (Building Information Modeling), которая предполагает построение объединенной информационной модели здания. Согласно концепции, 2D – это чертежи, 3D – это информационная модель, 4D – управление строительным производством. 5D – сметная подсистема, а 6D – блок аренды и управления недвижимостью.

На протяжении всего жизненного цикла объекта строительства информационная BIM-модель является его неотъемлемой частью и используется и на последующих этапах: при строительстве – для формирования графиков строительных работ и визуализации процесса строительства; при эксплуатации – для технического обслуживания и ремонта, модернизации и реконструкции.

Что включает в себя 1С:BIM 6D

В основе интегрированного комплекса лежит понятие информационной модели, которая используется во всех компонентах решения:

- архитектурно-строительная 3D-модель – реализуется с помощью продукта **Renga Architecture**;
- расчетно-конструкторская модель – реализуется с помощью продукта **Renga Structure**;
- модель инженерных систем и оборудования – реализуется с помощью продукта **Renga MEP** (Mechanical, Electrical, Plumbing);
- управление строительным производством – реализуется с помощью «**1С:ERP Управление строительной организацией**»;
- календарные графики работ и проектная документация – реализуется с помощью продукта «**1С:PM Управление проектами. Модуль**

для 1С:ERP»;

- ведомости и сметы – реализуется с помощью продукта «1С:Смета. Модуль для 1С:ERP»;

Модуль для 1С:ERP»;

- управление продажами – реализуется с помощью продукта «1С:Риэлтор. Управление продажами. Модуль для 1С:ERP»;

- управление технической эксплуатацией объектов недвижимости – реализуется с помощью продукта «1С:Аренда и управление недвижимостью. Модуль для 1С:ERP».

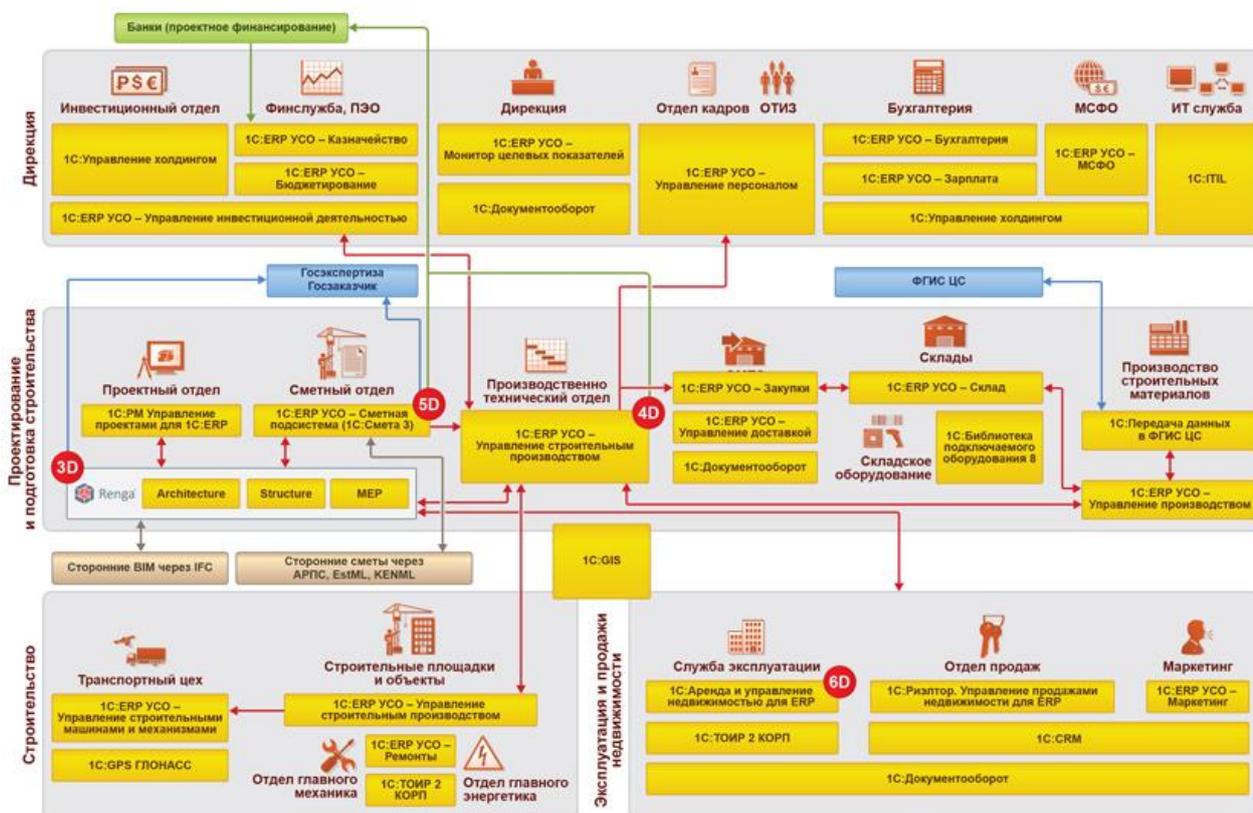


Рис. 8 - Схема взаимодействия компонентов программного комплекса

1С:ВIM 6D

Для чего нужен 1С:ВIM 6D

Основными целями и задачами, которые решает «1С:ВIM 6D» (Building Information Modeling или Building Information Model), являются:

- оценка сроков и инвестиций в проект строительства;

- 3D-проектирование зданий, сооружений, несущих конструкций и внутренних инженерных сетей (BIM 3D);
- определение сроков и план-фактного анализа выполнения строительно-монтажных работ (BIM 4D);
- определение стоимости, составления, расчета, хранения и печати сметной документации (BIM 5D);
- автоматизация процессов технической эксплуатации объектов недвижимости (BIM 6D), продажи и сдачи объектов в аренду.

Функциональные возможности продукта

Ядром программного комплекса «**1С:ВIM 6D**» является решение «**1С:ERP Управление строительной организацией**», предназначенное для автоматизации деятельности строительных компаний, реализующих полный цикл строительства.

С ядром интегрированы модули остальных компонентов и продукты **Renga**.

Проблема внедрения и использования в российских организациях отечественного программного обеспечения освещена во многих работах. Однако, несмотря на существование огромного количества программ, созданных нашими разработчиками, зарубежное программное обеспечение занимает 75% отечественного IT-рынка. Существует на сегодняшний момент сравнение некоторых зарубежных программ с российскими, однако глобального анализа возможности импортозамещения программного обеспечения не проводилось.

Несомненно, ведущим поставщиком BIM-платформ является компания Autodesk, чьи продукты AutoCAD, Revit, 3DS Max и другие активно используются во многих российских строительных организациях. К сожалению, сложившаяся политическая ситуация привела к тому, что компания Autodesk объявила о возможном скором прекращении про-

даже лицензий на использование их программных комплексов ряду российских компаний. Также существует вероятность формирования запрета на использование зарубежного программного обеспечения в ближайшем будущем со стороны российского законодательства. В связи с этим, возникает необходимость изучения ряда отечественных программных комплексов на предмет возможности импортозамещения зарубежных платформ. Существует единый реестр импортозамещения программного обеспечения [<https://reestr.minsvyaz.ru/>], насчитывающий более двух тысяч наименований продуктов отечественных разработчиков.

Для анализа возможностей отечественных комплексов по сравнению с зарубежными возьмем наиболее популярные продукты компании Autodesk: Revit, Inventor, 3ds Max, Vault и Navisworks, и определим их возможности для дальнейшего поиска альтернативных программных комплексов.

Соответствующие отечественные программные комплексы должны входить в реестр импортозамещения программного обеспечения и давать возможности для решения следующих задач:

- создание информационных моделей зданий и сооружений
- проектирование инженерных систем в 3D-среде
- проектирование строительных конструкций в 3D-среде
- создание элементов информационных моделей (семейств)
- формирование чертежей на основе созданных моделей
- осуществление автоматизированного обмена моделями и данными
- осуществление экспертизы выполненных информационных моделей

Всю информацию сведена в таблицу соответствия российских платформ зарубежным.

Таблица 5 - Соответствие российских программных комплексов зарубежным

Зарубежный программный комплекс	Функционал программного комплекса	Отечественные аналоги
Autodesk Revit Architecture	Создание информационных моделей зданий и сооружений	T-FLEX CAD Renga ПОЛИНОМ
Autodesk Revit MEP	Проектирование инженерных систем	СПЛИТ nanoCAD Отопление nanoCAD Электро nanoCAD СКС nanoCAD ОПС ZuluHydro ZuluThermo ZuluDrain
Autodesk Revit Structure	Проектирование строительных конструкций	SCAD ЛИРА nanoCAD Конструкции
Autodesk Inventor Autodesk 3ds Max	Создание элементов информационных моделей (семейств)	КОМПАС-3D EULER T-FLEX CAD
Autodesk Vault	Осуществление автоматизированного обмена моделями и данными	Vitro-cad
Autodesk Navisworks	Осуществление экспертизы выполненных информационных моделей	НЕОСИНТЕЗ InterBridge

Хотя существует значительное количество российских платформ, большинство из них не пользуются успехом у проектировщиков, ввиду их узкой направленности использования, а также неудобного интерфейса. Наиболее готовыми продуктами, позволяющими выполнять обширный ряд проектных задач, являются Renga и флагманское решение компании "НЕОЛАНТ" - ПОЛИНОМ.

Консалтинговая компания McGraw Hill Construction [2] провела опрос среди компаний строительной отрасли и узнала, какие преимущества они

получили с внедрением BIM. Так, 41% опрошенных компаний отметили сокращение количества ошибок после внедрения технологии. 35% и 32% обратили внимание на улучшение коммуникации между руководителями и проектировщиками и улучшение имиджа предприятия.

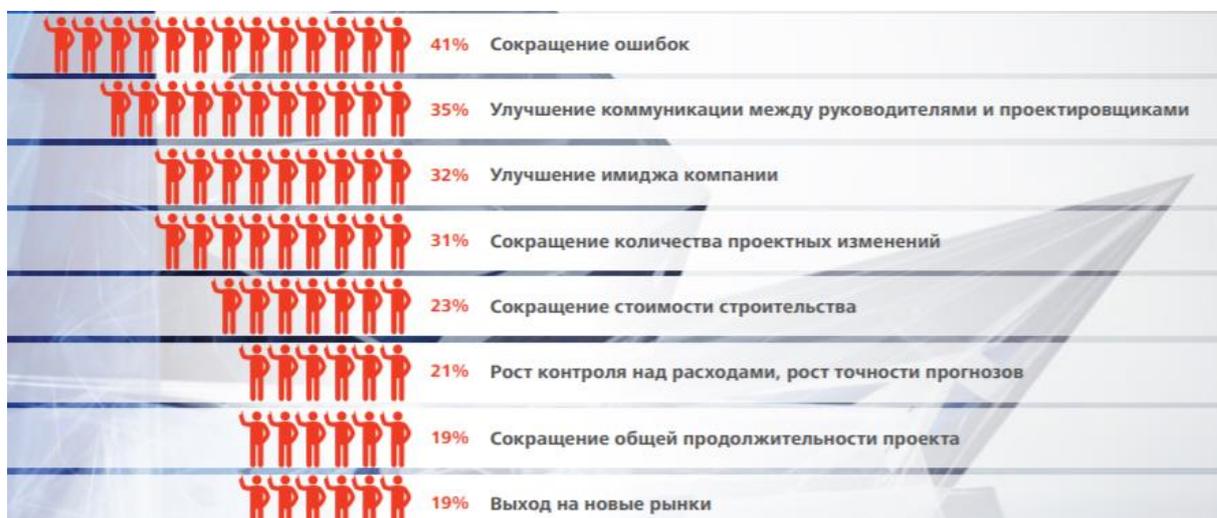


Рис. 9 – Преимущества компаний строительной отрасли с внедрением BIM-технологии

Помимо плюсов применения умных технологий при проектировании следует отметить, что применении BIM-технологии при экспертизе и мониторинге инвестпроектов позволит повысить качество, сделать работу над проектом прозрачной, сам проект более управляемым, что поможет экономить средства. По оценке Минстроя, эффект от этой технологии снизит до 40% вероятность ошибок и погрешностей в проектной документации в сравнении с традиционными методами проектирования, на 20–50% сократит время на проектирование, в шесть раз уменьшит время на проверку проекта, до 90% сократит сроки координации и согласования проекта. Также, по данным Минстроя, BIM позволит в четыре раза снизить погрешности бюджета при планировании, сократить сроки инвестиционной фазы проекта до 50%, сроки строительства — на 20–50%, затраты на строительство и эксплуатацию — до 30%.

5. КОНЦЕПЦИЯ BIM И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Инструментарий BIM (т.е. соответствующий набор программного обеспечения и алгоритмов работы с ним) в организационно-технологическом проектировании может быть использован в рамках двух нижеследующих направлений.

1. Создание реалистичных 4D-визуализаций хода строительства объекта в целом либо отдельных его частей в качестве наглядных материалов для презентации организационно-технологической части проекта заказчику, а также облегчения, с одной стороны, контроля им соблюдения календарного графика производства работ (начиная с инженерной подготовки и заканчивая благоустройством), а с другой – более детального целостного анализа такого проекта всеми его участниками. В видеороликах таких визуализаций, сформированных на основе соответствующих 4D-моделей, как, собственно, и в самих таких моделях, для работы с которыми, правда, нужен специальный софт (Nawisworks Manage/Simulate либо SYNCHRO Pro), отображается счетчик календарного времени и соответствующие ему наименования, объем, процент выполнения и 3D-результаты работ, а также задействованные при этом трудовые, интересующие материально-технические ресурсы и объем инвестиций.

2. Создание обучающих анимационных приложений к технологическим картам и картам трудовых процессов со сложной логистикой. Это может быть актуально, когда, например, рассматривается комплексный технологический процесс монтажа (в т.ч. с совмещением во времени) большого количества разнотипных конструкций, от последовательности установки которых (равно как и от последовательности выполнения сопряженных работ) могут существенно меняться значения основных тех-

нико-экономических показателей по техкарте; либо, например, когда рассматривается процесс "сложного" монтажа крупногабаритных тяжеловесных конструкций с не вполне очевидной без соответствующего видеоряда технологией. При этом в качестве таких процессов в первом случае могут, например, выступать процессы монтажа каркасов одно- и многоэтажных промышленных зданий, конструкций типовых этажей крупнопанельных зданий, а также сборно-монолитных и большепролетных сборных конструкций; во втором случае – процессы монтажа специальных сооружений методом подрачивания или в готовом виде способами скольжения, поворота вокруг шарнира (в две стадии, т.е. с дотяжкой полиспастной системой, либо путем выжимания) и тому подобными, в т.ч. с задействованием нескольких грузоподъемных машин и (или) механизмов. В случае же, если речь идет о картах трудовых процессов, то подразумевается, конечно, в первую очередь, типовое проектирование на базе соответствующих специализированных институтов и иных организаций, внедряющих рассматриваемую в карте технологию и (или) производящих необходимое для ее реализации оборудование; в привязке же к объекту – только в случае высокой степени его сложности.

Механизм создания такого рода анимационных приложений по сути своей аналогичен используемому в работе над реалистичными 4D-визуализациями и может обеспечивать включение в итоговый результат того же набора информации, включая сведения о ресурсных параметрах проекта, но в более крупном масштабе и с большей степенью детальности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход строительной индустрии на BIM – технологии позволит сократить вероятность ошибок и наступление коллизий, сократить время на проектирование, согласования и проверку и затраты на строитель-

ство и эксплуатацию. Появилась возможность осуществлять BIM – сопровождение строительного объекта на протяжении всего жизненного цикла.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что существует большое количество российских программных комплексов, способных решать обширный ряд задач. И хотя большинство из этих платформ имеют лишь узкое направление использования и неудобный интерфейс, существуют отечественные программные комплексы, не уступающие зарубежным в возможностях применения.

Абсолютное большинство российских строительных компаний предпочитают использовать иностранное программное обеспечение, однако в настоящее время существует риск формирования запрета на использование зарубежных программ со стороны российского законодательства, а также прекращения работы иностранных разработчиков с российскими компаниями.

В связи с этим, необходимо совершенствовать и продвигать отечественные продукты, входящие в реестр импортозамещения, на российском рынке. Особенно в этом преуспели Renga: они активно внедряют свой продукт не только проектировщикам, но и продвигают его в ВУЗовской среде, предлагая бесплатные учебные лицензии и обучение.

Многие компании по проектированию инженерных систем переходят на BIM-технологии. Поэтому на сегодняшний день студенты технических университетов нуждаются в практике BIM-моделирования.

Программное обеспечение BIM в основном направлено на проектирование зданий и сооружений и инженерных сетей, применение их в области технологии строительного производства не так широко.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Савченко Р.Н. «ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ BIM ТЕХНОЛОГИИ». [Вопросы науки и образования](#). 2018. № 27 (39). С. 26-29.
2. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства <https://damassets.autodesk.net/> (Дата обращения 5.05.2020)
3. Анахин Н.Ю., Groшев Н.Г., Оноприйчук Д.А. «BIM ТЕХНОЛОГИИ, КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОГО ОБЪЕКТА» [Вопросы науки и образования](#). 2018. № 26 (38). С. 29-31.
4. Дмитриева В.В., Давиденко А.Ю. «ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM ТЕХНОЛОГИЙ» В сборнике: [Наука молодых - будущее России](#) сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 6 томах. 2018. С. 108-111.
5. Ревенков Е.Д. «ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В РОССИИ» [Скиф. Вопросы студенческой науки](#). 2018. № 8 (24). С. 155-158.
6. Мустафин Н.Ш., Барышников А.А., Спрыжков А.М. Анализ возможности внедрения в строительство технологии информационного моделирования зданий программами вида "BIM" // Региональное развитие: электронный научно-практический журнал. 2015. № 8(12). URL: <https://regrazvitie.ru/analiz-vozmozhnosti-vnedreniva-v-stroitelstvo-tehnologii-informatsionno-go-modelirovaniva-zdanij-pro-grammami-vida-bim/> (Дата обращения 5.05.2020)
7. Чиркина М.А., Глебова Т.А. «[ИНФОРМАЦИОННЫЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ](#)» В сборнике: [Информационно-вычислительные технологии и их приложения](#) сборник статей XXII Международной научно-технической конференции. 2018. С. 118-121.

8. Жигулина А.Ю., Маракаев П.Е. «ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ» В сборнике: [Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн](#) сборник статей, электронный ресурс. под редакцией М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, Е.А. Ахмедовой. Самара, 2018. С. 108-112.
9. . Макарцова Т.Н., Фирсанова Н.В. «ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ». В сборнике: [Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации](#) сборник статей XII Международной научно-практической конференции: в 2 ч.. 2018. С. 55-57.
10. Теминовская А.А. «АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ». В сборнике: [СОВРЕМЕННАЯ НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ](#) сборник статей II Международной научно-практической конференции. В 4 частях. Ответственный редактор Гуляев Герман Юрьевич. 2018. С. 166-168.
11. Анахин Н.Ю., Groшев Н.Г., Оноприйчук Д.А. «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ». В сборнике: [Поколение будущего ГНИИ "Нацразвитие"](#) Материалы Международной студенческой научной конференции. Сборник избранных статей. 2018. С. 5-9.
12. Бардадым В.Ю. «НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ». [Инновационная наука](#). 2019. [№ 1](#). С. 14-17.
13. Червова Н.А., Егоров А.В., Лепешкина Д.О. «BIM-ПЛАТФОРМЫ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ». [Синергия Наук](#). 2017. [№ 12](#). С. 768-786.
14. Выпущен программный комплекс 1С:ВIM 6D/ Выпущен программный комплекс 1С:ВIM 6D <https://infostart.ru/public/1152557/> (Дата

обращения 5.05.2020)

15. Что такое BIM и зачем новые технологии нужны девелоперам и госструктурам BIM-технологии помогут снизить риски в проектном финансировании жилищного строительства

<https://realty.rbc.ru/news/5ca1ceff9a794758d0568b37> (Дата обращения

5.05.2020)