

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI: 10.12737/article_590878fb8be5f0.72456616

Абакумов Р. Г., канд. экон. наук, доц.,
Наумов А. Е., канд. тех. наук, доц.,
Зобова А. Г., студент магистратуры,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРЕИМУЩЕСТВА, ИНСТРУМЕНТЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

AbakumovRG2000@mail.ru

В статье раскрывается определение и сущность информационного моделирования в строительстве. Описано содержание и эффект применения информационного моделирования на различных этапах жизненного цикла объекта недвижимости. Проанализированы краткосрочные и долгосрочные преимущества. Проведен аналитический обзор программного обеспечения Revit в сравнении Autodesk по критериям: возможности, преимущества и недостатки, стоимостные характеристики и рентабельность. Приведен прогнозный расчет эффективности внедрения технологий информационного моделирования в строительстве, приведены примеры по успешному внедрению информационного моделирования в строительстве за рубежом и в России.

Ключевые слова: информационное моделирование, программное обеспечение, экономическая эффективность внедрения, прогрессивные технологии.

Информационное моделирование в строительстве (BIM) – процесс коллективного создания и использования информации о сооружении, формирующий основу для всех решений на протяжении жизненного цикла объекта (от планирования до проектирования, выпуска рабочей документации, строительства, эксплуатации и сноса). В основе BIM лежит трехмерная информационная модель, на базе которой организована работа инвестора, заказчика, ген. проектировщика, ген. подрядчика, эксплуатирующей организации.

BIM (Building Information Modeling) представляет собой комплексную программу, использующую общую трехмерную единую для модели и инструментов базу, пополняемую и совершенствующуюся в процессе проектирования. Информационная модель является цифровым прототипом объекта, в котором однозначно определен каждый его элемент и обеспечена их логическая взаимосвязь. Именно структура и назначенные взаимосвязи – основные признаки информационной модели. Таким образом, BIM это не новое ПО (программное обеспечение), это не 3D-визуализация и уж тем более не просто красивая картинка. BIM это процесс создания и управления информацией.

BIM охватывает все этапы жизненного цикла сооружения (см. рис.1): планирование, составление технического задания, проектирование и анализ, выдача рабочей документации, производство, строительство, эксплуатация и ремонт, демонтаж.

Основу любого проектирования можно представить в виде «трех слагаемых успеха» см. табл. 1.

Министерство строительства РФ так же отображает значимость и перспективность внедрению BIM-технологий. Так, по подсчетам Министерства строительства выявлено, что в процентном соотношении сокращение затрат на строительство и эксплуатацию составляет 30%, а сокращение времени проектирования достигает 50% см. рис. 2. По планам Минстроя России с 2019 года все объекты, строящиеся за государственный счет, должны проектироваться с помощью технологий информационного моделирования (BIM). В рамках подготовки нормативной базы НИЦ Строительство с учетом зарубежного и российского опыта в 2016 году разработало 4 свода правил в области информационного моделирования в строительстве, определяющие общие принципы применения данных технологий.

Они будут регламентировать требования и правила по обмену данными (интероперабельности) в процессе проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений, требования к компонентам информационных моделей строящихся объектов, к программным интерфейсам обмена данными, объемам и содержанию передаваемой информации, уровням геометрической и атрибутивной проработки компонентов информационных моделей зданий и сооружений. Их утверждение планируется в 2017 году. К ним относятся: СП «Информаци-

онное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами»; СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах»; СП «Информационное

моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла»; СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели» [14].



Рис. 1. BIM на различных этапах жизненного цикла объекта

Таблица 1

Содержание «слагаемы успеха» проектирования

Слагаемы успеха проектирования	Суть	Результат
Единая проектная сущность	все участники проекта работают с одними и теми же проектными решениями. В случае изменения проектных решений - они изменяются у всех участников проекта.	снижение возможных проектных ошибок (коллизии).
Постоянное взаимодействие всех участников процесса	налаженная коммуникация, способствующая постоянному взаимодействию всех участников процесса	сводятся к минимуму переделки и исправление ошибок
Единая структура хранения и передачи данных	хранение файлов в одной системе	быстрый доступ к нужной информации



Рис. 2. Эффект от внедрения BIM по данным Минстроя России [13]

В ходе опроса руководителей ведущих строительных и проектных организаций, нами были выделены краткосрочные и долгосрочные преимущества при переходе от САД (системы автоматического проектирования) к BIM-технологиям (см. рис. 3).

BIM-технология дает ряд возможностей:

1. Позволяет объединить информацию, которой уже владеет организация, с новыми зна-

ниями, которые появляются у компании при переходе на BIM.

2. Она обеспечивает обмен данными между существующими системами предприятия и BIM-моделью.

3. Информационная модель становится поставщиком данных для системы закупок, системы календарного планирования, системы управления проектами, внутренней ERP-системы и других систем предприятия.

Краткосрочные преимущества BIM



Долгосрочные преимущества BIM

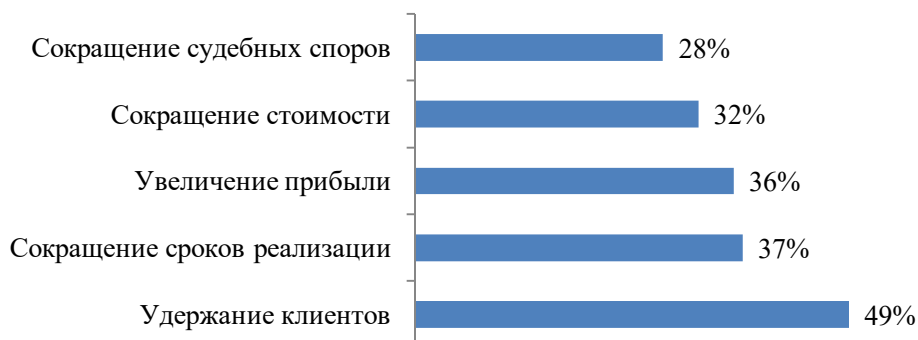


Рис. 3. Краткосрочные и долгосрочные преимущества BIM

BIM-технологии это процесс создания информационной модели, которая является цифровым прототипом проектируемого объекта – 3D модель наполненной информацией об объекте.

Разработка систем информационного моделирования за рубежом ведется с 80-х годов прошлого столетия. Одним из лидеров и основоположников движения стала компания Autodesk, достижения которой послужили толчком к созданию альянса по взаимодействию различных графических платформ. В «Alliance of Interoperability» вошли 12 крупнейших разработчиков программного обеспечения, среди которых Autodesk (Revit, Autocad), Tekla,

Graphisoft (Archicad), Trimble (Sketchup) и другие.

Проведем аналитический обзор программного обеспечения Revit в сравнении Autodesk, как инструмента реализации информационного моделирования в строительстве по следующим критериям: возможности, преимущества и недостатки, стоимостные характеристики и рентабельность.

Revit – это отдельное приложение, которое поддерживает рабочий процесс BIM - от разработки концепции до строительства. Назначение Revit: создание точных моделей проекта; оптимизация производительности; эффективное взаимодействие между участниками проекта.

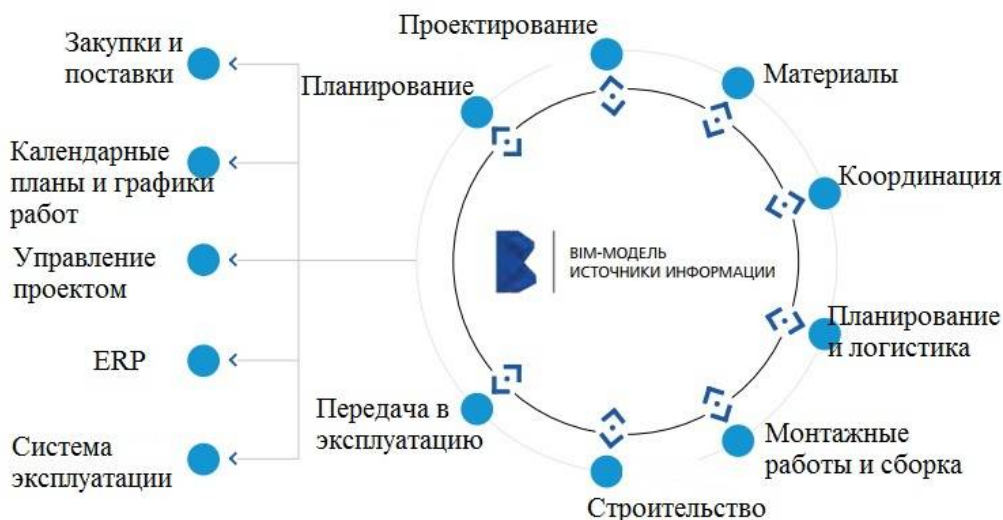


Рис. 4. Использование данных BIM для различных систем

В программе Revit для информационного моделирования зданий представлены инструменты для проектирования архитектурных элементов, инженерных систем и строительных конструкций. Эти инструменты позволяют луч-

ше скоординировать работу специалистов в разных областях. Возможностей у данной программы очень много, она позволяет объединить работу людей, задействованных на разных стадиях ЖЦП (жизненного цикла проекта) см. табл. 2.

Таблица 2

Анализ возможностей Revit

Возможности	Суть
Платформа	
Улучшенная производительность программы	Более эффективная работа благодаря более быстрому программному обеспечению.
Взаимодействие с технологией BIM	Возможность импортировать, экспортировать и устанавливать ссылки на данные в Revit в универсальных форматах DWG™, DXF™, DGN и IFC. Кроме того, теперь можно экспортировать модель здания или площадки с метаданными в программу для проектирования объектов инфраструктуры AutoCAD Civil 3D и импортировать модели из Autodesk Inventor — программы для 3D-проектирования механизмов.
Двунаправленная ассоциативность	Механизм параметрического управления изменениями Revit автоматически согласовывает изменения, внесенные на видах модели, на листах чертежей, планах, в спецификациях и разрезах.
Параметрические компоненты	Проектный замысел можно выразить максимально подробно с помощью параметрических компонентов.
Совместная работа	С моделью здания могут одновременно работать специалисты разных областей, сохраняя результаты в едином файле хранилища.
Спецификации	Спецификацию можно создать на любом этапе процесса проектирования. Если в проект вносятся изменения, которые влияют на спецификацию, она автоматически обновляется в соответствии с ними.
Revit Server	С помощью Revit Server проектные группы могут совместно работать над моделями Revit по глобальной сети.
Архитектурное проектирование	
Инструменты для концептуального проектирования	Созданные предварительно эскизы могут быть основой для дальнейшей работы при создании проекта объекта.
Визуализация 3D-проекта	Использование 3D-визуализации в Revit для более глубокого понимания особенностей проекта еще до его реализации.

Возможности	Суть
Инструменты планирования стройплощадки	Формирование рельефа строительных площадок непосредственно в Revit и передача планировочных решений инженерам.
Проектирование строительных конструкций	
Соединители армирования	Обеспечение повышенного уровня детализации при моделировании и документировании арматуры за счет использования полностью настраиваемых соединителей армирования на основе семейства.
Анализ собственного веса	Возможность выполнения расчета потоков распределения нагрузок и с отображением, как вертикальные нагрузки передаются из верхней части модели в ее основание.
Детализация арматуры	Создание подробных и точных проектов армирования. Создание проектной документации по армированию, включая в нее спецификации арматурных стержней.
Двусторонняя связь с различными расчетными программами	Технология параметрического управления изменениями обеспечивает согласованность всех видов модели и строительных чертежей.
Аналитическая модель конструкций	Анализ с помощью аналитической модели, которая генерируется автоматически при создании физической модели в Revit.
Проектирование и изготовление инженерных сетей	
Детализация для производителя	Создание в Revit готовых к производству моделей при использовании данных из Autodesk Fabrication CADmp, Fabrication ESTmp и Fabrication CAMduct для улучшения согласованности моделей, предназначенных для производителей и детализовщиков.
ОВК — проектирование и выпуск документации	Проектирование и моделирование систем воздухопроводов и трубопроводов с помощью элементов машиностроительного проектирования. Выполнение предварительного расчета отопительных и холодильных нагрузок и используйте инструменты для определения размера воздухопроводов и труб. Проектирование сложных систем воздухопроводов с согласованием их с другими службами и строительными конструкциями.
Проектирование электрических систем и разработка документации	Проектирование и моделирование электрической системы вместе с соответствующими компонентами. Установка кабельных лотков и коробов и отслеживание электрических нагрузок по всей системе распределения электричества.
Проектирование сантехнических систем и разработка документации	Создание сантехнических систем с наклонными трубами. Компоновка системы трубопроводов вручную или автоматически, подключение к ним приборов и оборудования.
Совместная работа с архитекторами и проектировщиками строительных конструкций	Повышение эффективности совместной работы с архитекторами. Отсутствие коллизий с несущими балками и каркасом. Согласованность и более эффективное взаимодействие благодаря инструментам, предназначенным для инженеров и проектировщиков машиностроительной отрасли, электрических и сантехнических систем.
Строительство	
Моделирование конструкций	Возможность разбиения объектов, например, слоев стен и этапов бетонирования, и последующей манипуляции ими, что позволяет более точно отразить методы строительства.
Производство строительных конструкций	Revit предоставляет проектировщикам строительных конструкций данные по детализации и изготовлению элементов бетонной арматуры.

По мере использования возможностей продукта всегда следует раскрытие его преимуществ и недостатков, которые снесены в табл. 3. В связи с тем, что программа охватывает огромный комплекс возможностей для всех участников проекта и на всех его стадиях реализации, стоит выделить отдельные группы специали-

стов, непосредственно имеющих отношение к проекту в тот или иной промежуток времени, и по схеме «задача-решение» наглядно выразить, как существенно улучшается и ускоряется работа от стадии «концепция» до стадии «внедрение объекта в эксплуатацию» (см. табл.4).

Таблица 3

Преимущества и недостатки ПК Revit

Преимущества	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> 3D проектирование информационной модели здания (архитектура, конструктив, ОВ и ВК) Автоматическое создание разрезов, фасадов, спецификаций, узлов Двунаправленная ассоциативность (при исправлении в одном месте изменения вносятся автоматически во всем проекте) Совместная и скоординированная работа всех разделов проектирования в Revit в одном файле или с помощью подгрузок Создание любого параметрического элемента библиотеки пользователем Связь с расчетными программами Robot, Scad, Лира (Revit содержит в проекте аналитическую модель каркаса, нагрузки и закрепления с возможностью передачи в данные программы) Работа с любыми материалами с возможностью передачи в 3ds Max Интуитивно понятный интерфейс и удобное управление. Автоматизация многих процессов позволила сократить время разработки проектной документации 	<ol style="list-style-type: none"> Программа импортная, следовательно не учитываются российские особенности в проектировании Низкая поддержка российских стандартов. Практически любое обозначение необходимо видоизменять. Бедный функционал работы с спецификациями. Не поддерживаются стандарты на спецификации. Слабый функционал для работы с разделами КМ, КМД, КД Создание информационной модели объекта представляет собой достаточно долгий и трудоёмкий процесс, выполнять который целесообразно только при выполнении масштабных проектов. При моделировании зданий, подлежащих капитальному ремонту, в систему довольно сложно вписать информацию о дефектах конструкций требующих усиления зданий. Уже при разработке пилотных проектов, создаваемых в рамках госпрограммы, было отмечено снижение производительности труда сотрудников.

Таблица 4

Преимущества технологии BIM для разных участников жизненного цикла объекта строительства

Задачи	Решения
Инвестор, заказчик, девелопер	
1. Оптимизировать инвестиции, сокращать стоимость проекта	1. Сокращать время проектирования и строительства и тем самым оптимизировать денежные потоки и сроки кредитования, что дополнительно сокращает стоимость строительства.
2. Определять оценочную стоимость проекта строительства на нулевой стадии для расчета его окупаемости.	2. На ранних этапах оценивать объемы материалов и работ, стоимость строительства на базе информационной BIM-модели.
3. Иметь полную информацию о расходах в процессе работы над проектом, точно прогнозировать финансовые потоки на этапе проектирования, строительства и эксплуатации.	3. Создавать точные и наглядные визуализированные планы-графики строительства, которые позволяют спланировать время поступления денежных средств.
4. Экономить бюджет строительства за счет оптимизации логистики на стройплощадке.	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.
5. Получать информацию о проекте, необходимую для принятия решения, в удобном и наглядном виде.	5. Использовать современные средства коммуникации на основе BIM-процессов и BIM-модели.
6. Создавать высокий спрос на объект строительства на нулевой стадии.	6. С помощью BIM-инструментов создавать концептуальную 3D-модель, которая максимально соответствует будущему объекту. Ее использование в маркетинговых целях позволяет улучшить коммуникацию с клиентом.
Проектная организация Директор	
1. Получать новые заказы/увеличивать бизнес компании.	1. Предлагать решения на базе BIM-модели в соответствии с запросом рынка, в том числе со стороны государственных заказчиков.
2. Выпускать качественную документацию в срок.	2. Более чем на 30% сокращать количество ошибок за счет скоординированной работы всех участников проекта на основе BIM-модели.

Задачи	Решения
3. Повышать производительность — за меньшее время выполнять большее количество проектов.	3. Более чем на 30% ускорять процесс проектирования.
4. Исключать текучку кадров и удерживать передовых сотрудников.	4. Увеличивать привлекательность собственной компании для наиболее перспективных сотрудников, которые желают повысить профессиональный уровень, работая по BIM-технологии.
Руководитель отдела сапр/it	
1. Оптимально инвестировать, добиваясь максимальной отдачи от каждого вложенного рубля.	1. 90% компаний добиваются положительной отдачи от внедрения BIM, 50% компаний заявляют о ROI более 25% (McGraw Hill Construction).
2. Способствовать увеличению прибыли компаний с помощью IT-инструментов.	2. Технология BIM позволяет увеличить скорость проектирования до 30%, сократить количество ошибок (на основе опыта российских пользователей).
3. Обеспечивать четкий бесперебойный выпуск конечной продукции — рабочей документации.	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.
Архитектор	
1. Создавать уникальные проекты высокого качества.	1. Автоматизировать рутинные операции, сосредоточившись на творчестве.
2. Соблюдать сроки и бюджет проекта.	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. Выполнять специальные требования заказчика, в т.ч. в области энергопотребления здания.	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.
4. Выбирать и утверждать с заказчиком оптимальные решения на ранней стадии проекта.	4. Предлагать заказчику наглядные варианты проектных решений, снабжая их исчерпывающей аргументацией.
Конструктор	
1. Соблюдать требования по безопасности для сложных проектов.	1. Проводить расчеты на основе BIM-модели на разных этапах проектирования, в том числе на стадии концептуального проектирования.
2. Управлять большим количеством проектных изменений.	2. Поддерживать совместную работу в рамках информационной модели, позволяющей автоматически обновлять все разделы проекта после внесения какого-либо изменения.
3. Координировать работу с другими отделами, в том числе с инженерами и архитекторами.	3. Обсуждать проектные решения на всех этапах проектирования с помощью программных инструментов для обратной связи.
4. Сокращать время на подготовку аналитической модели.	4. Создавать упрощенную модель и задавать нагрузки для передачи в расчетные программы без лишнего моделирования и перестроения основной модели.
Инженер	
1. Выбирать оптимальный вариант инженерного проекта.	1. Вариативное проектирование на основе BIM-модели.
2. Исключать коллизии между различными инженерными системами и архитектурным проектом.	2. Организация совместной работы, эффективная координация работы между всеми участниками проекта.
3. Выпускать качественную проектную документацию в установленные сроки.	3. Сокращение времени проектирования за счет автоматического поиска коллизий и их устранения на ранних этапах проектирования.
Генпланист	
1. Находить оптимальный вариант проекта планировки.	1. Автоматизировать трудоемкие процессы по вычислению объемов и составлению ведомостей на основе BIM-модели.
2. Создавать план организации рельефа, вычислять объемы земляных работ и оформить картограмму.	2. Автоматизировать изменение модели и всех полученных по ней чертежей при внесении изменений в проект.
3. Разрабатывать сводный план инженерных сетей.	3. Выпускать чертежи в соответствии с российскими стандартами и стандартами предприятия на основе преднастроенных

Задачи	Решения
	шаблонов.
4. Создавать план благоустройства территории.	4. Оформлять план благоустройства территории с использованием библиотек блоков и автоматически получать ведомости по преднастроенным шаблонам.
Строительная организация	
1. Точно оценивать стоимость строительства до участия в торгах.	1. Сокращать погрешность расчетов потенциальной стоимости строительства на основе BIM-модели с погрешностью 5-10%.
2. Сокращать риски превышения заявленной стоимости строительства.	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 заявленные сроки возведения объекта.	3. Контролировать план-факт работ всех участников процесса строительства на основе BIM-модели, в том числе с помощью использования мобильных устройств на стройке.

Чтобы BIM-технология смогла проявить весь свой потенциал, компании необходимо детально и всесторонне спланировать процедуры внедрения. От того, насколько глубоко будет внедрена технология информационного моделирования и какого уровня зрелости в компании она достигнет, напрямую зависит финансовая отдача от ее применения. Одним из важных показателей эффективности перехода на BIM-технологии является возврат инвестиций – ко-

эффициент рентабельности инвестиций ROI, рассчитываемый по формуле:

$$ROI = \frac{\text{Выручка} - \text{Инвестиции}}{\text{Инвестиции}}$$

Как показывает практика, в зависимости от степени глубины внедрения BIM-технологии коэффициент рентабельности инвестиций увеличивается, как показано на рис. 5.

ROI при внедрении BIM

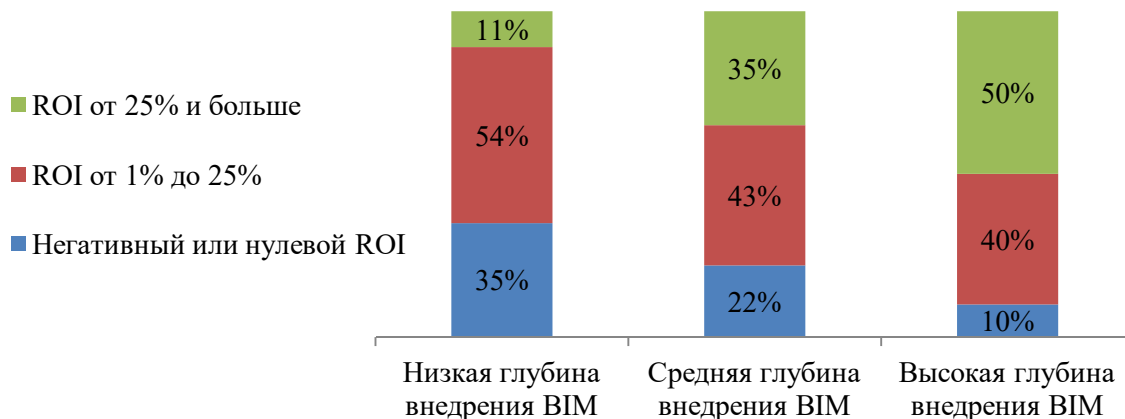


Рис. 5. Значение коэффициента рентабельности инвестиций при внедрении BIM

Не смотря на все положительные стороны BIM-технологии в целом и ПК Revit в частности, все завязано на инвестициях (инфраструктурных, проектных, долгосрочных).

На сегодняшний день, с учетом наибольшей эффективности использования BIM-технологий, то есть если все специалисты перейдут на новое программное обеспечение, общая сумма инвестиций, по состоянию на начало 2017 года, составит 2 786 600 руб., которая состоит из инве-

стиций в программное обеспечение и затрат на обучение персонала. [14]

При внедрении нового программного обеспечения производительность сначала резко снижается (процесс обучения), затем постепенно возрастает, достигая уровня выше, чем при применении старого программного обеспечения.

Ниже приведены прогнозные показатели чистого дохода (ЧД) и чистого дисконтированного дохода (ЧДД) за три года после внедрения BIM-технологий (см. табл. 5).

Таблица 5

Прогнозный расчет чистого дохода и чистого дисконтированного дохода после внедрения BIM-технологий

Показатель	1 год	2 год	3 год
Чистая прибыль до внедрения BIM-технологий, руб.	3 224 960	3 224 960	3 224 960
Чистая прибыль после внедрения BIM-технологий, руб.	3 920 000	5 808 000	5 808 000
Разница в прибыли ф _i , руб.	-3 221 040	2 583 040	2 583 040
ЧД, руб.	-3 221 040	-638 000	1 945 040
Коэффициент дисконтирования а _t	1	1,0875	1,183
ф _i а _t , руб.	-3 221 040	2 809 056	3 054 848,4
ЧДД, руб.	-3 221 040	-411 984	2 642 864,4

Поскольку прогнозные показатели ЧДД за третий год положительные, инвестиции во внедрение BIM-технологии взамен CAD- технологий можно считать эффективными. В доказательство этого факта, можно привести примеры по успешному внедрению BIM в различные сферы строительства, как за рубежом, так и в России.

В доказательство этого факта, можно привести примеры по успешному внедрению BIM как за рубежом, так и в России.

1. Проект ультрасовременного бизнес-центра в г. Казань. В конце 2014 года перед ГУП «Татинвестгражданпроект» (ТИГП) была поставлена задача выполнить работы по проектированию бизнес-центра – одиннадцатиэтажного ультрасовременного офисного здания. Предстояло построить четыре подземных и семь надземных этажей с конференц-залом, зонами бытового обслуживания, питания и отдыха. Отправной точкой для специалистов «Татинвестгражданпроект» стал эскизный проект, подготовленный сторонней компанией в формате AutoCAD. Для создания информационной модели бизнес-центра был выбран Autodesk Revit, в нем выполнялись все разделы проекта – АР, АС, КЖ, ОВ, ВК, ЭО. Презентационные материалы выполнялись в Autodesk 3dsMax и Autodesk Revit. Также при работе с заказчиком были использованы Autodesk Design Review и Autodesk Navisworks для обмена информационной составляющей проекта. Для создания возможности виртуального прохода по зданию команда Дмитрия Полковникова (начальник отдела BIM-технологий «Татинвестгражданпроект») использовала приложение Revizto.

2. Проект реконструкции плавательного центра «Лужники». Компания UNK project выиграла тендер на реконструкцию плавательного центра «Лужники», в котором участвовало 43 заявки от российских и международных архи-

тектурных бюро. Относительно небольшое здание центра (42 000 м²) чрезвычайно насыщено функционалом: здесь есть технический этаж, двухэтажный паркинг, этажи с торговыми павильонами, три совмещенных бассейна, аквапарк, этажи, занятые академией бокса, фитнес-центром и спа-зоной.

3. Подготовка проектной документации спортивно-концертного комплекса «Рубин». Группа компаний SBE-NIPIGS в конце 2012 года выиграла тендерный конкурс на разработку проектной документации «Строительство спортивно-концертного комплекса «Тюмень- Арена». В соответствии с технологическими и эксплуатационными параметрами объект должен стать одним из ведущих ледовых стадионов с проектной вместимостью 12500 зрителей в режиме хоккея и до 15000 при проведении концертных мероприятий. В соответствии с заданием на проектирование работа включала в себя разработку проектной документации для четырех объектов: здания многофункциональной арены, технического блока, крытого паркинга и гостиницы, а также благоустройства площадки 19 га. В качестве основного инструмента проектирования была выбрана программа Autodesk Revit. Благодаря параметрической геометрии формообразующих элементов и автоматическому получению технико-экономических показателей было подготовлено около 150 вариантов главной арены.

4. Стадион «Открытие Арена». Международная компания АЕСОМ получила заказ на разработку концепции и стадии «П» проектной документации по стадиону ФК «Спартак» (сейчас – «Открытие Арена») в Москве в 2009 году. По первоначальному плану стадион должен был вмещать 35 тысяч зрителей, однако, когда Россия выиграла право на проведение ЧМ 2018, это число, согласно требованиям FIFA, увеличилось до 42 тысяч. Для того чтобы гарантированно

пройти экспертизу и соблюсти бюджет, стадион проектировался по технологии BIM в Autodesk Revit. На разработку проектной документации стадии «П» у компании ушло меньше года, на подготовку рабочей документации – полтора года.

5. Шанхайская башня. Известная как второе по высоте здание в мире, Шанхайская башня является наглядным примером и результатом использования решений BIM для проектирования, строительства и, в конечном счете, эксплуатации здания.

6. Медицинский центр Брон-Лебанон в Нью-Йорке. Специалисты компании WASA/Studio A справились со сложным проектом медицинского центра Брон-Лебанон в Нью-Йорке и объединили разные отрасли проекта с помощью Revit.

В отличие от традиционного подхода, BIM дает возможность сместить основной объем работ по внесению изменений на стадии эскизного проектирования и разработки проектной документации, сократив таким образом стоимость каждой проектной ошибки. В то время как при использовании традиционной технологии основная масса коллизий обнаруживается и исправляется лишь на стадиях рабочей документации или строительства.

При внедрении BIM компании несут различные неизмеряемые и неоднородные по своему характеру затраты. Отсюда следует вывод, что опираться исключительно на стоимостные выражения инвестиций, как это происходит при подсчете ROI, невозможно.

К внедрению BIM систем необходимо подходить избирательно, учитывая особенности конкретного проекта. Подход «все или ничего» не является правильным. В некоторых случаях более эффективными оказываются САД-системы, а применение BIM может осуществляться в ограниченном виде (например – трехмерное моделирование).

Внедрение СП по информационному моделированию показывает поддержку и одобрение со стороны правительства BIM-технологии.

Несмотря на некоторые трудности, процесс развития и внедрения BIM-технологий в России необратим.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Минстроя России от 29.12.2014 № 926/пр (ред. от 04.03.2015) «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства»

2. Губарев С.А. Аналитический обзор современных технологий строительства, строи-

тельных материалов, строительных конструкций, отвечающих современным требованиям инвесторов в строительстве // *Инновационная наука*. 2016. № 11-1. С. 48-51.

3. Владыкин В.Н. Применение технологии «Building Information Modelling» при развитии строительной индустрии в России // *Инновационная наука*. 2016. № 12-2. С. 33–36.

4. Грищенко Е.Н., Стрекозова Л.В. Теоретические аспекты анализа и оценки организационно-технологических рисков в строительстве // *Инновационная наука*. 2016. № 5-1 (17). С. 10–13.

5. Приходько Е.С., Шелайкина А.Н., Абакумов Р.Г. Интегральные тенденции в решении задач обеспечения эффективности, результативности и качества управления государственной собственностью // *Инновационная наука*. 2016. № 5-1 (17). С. 161–162.

6. Скрыпник О.Г. Обеспечение безопасности и эксплуатационной надежности зданий и сооружений // *Инновационная наука*. 2016. № 5-3 (17). С. 199–200.

7. Виноградова Д.И. Факторы организационно-технологического рискованного окружения инвестиционно-строительной деятельности // *Инновационная наука*. 2016. № 6-1. С. 57–60.

8. Маликова Е.В. Практика применения инновационных технологий в строительстве // *Молодой инженер - основа научно-технического прогресса. Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции*. 2015. С. 212–216.

9. Толстой Л.В. Особенности экономического обоснования строительства высотных зданий (небоскребов) // *Инновационная наука*. 2017. № 1-1. С. 100–103.

10. Шелайкина А.Н., Абакумов Р.Г. Развитие методологических основ управления рисками инвестиционно-строительных проектов // *Инновационная наука*. 2017. № 1-1. С. 120–122.

11. Толстой Л.В. К вопросу о развитии и целесообразности строительства высотных и сверхвысотных зданий в России // *Инновационная наука*. 2017. № 1-1. С. 99–100.

12. Черняев В.В. Проблемы внедрения инновационных технологий в строительство // *Инновационная наука*. 2017. № 2-1. С. 245-247.

13. http://www.minstroyrf.ru/press/razrabotany-4-novykh-svoda-po-informatsionnomu-modelirovaniyu-v-stroitelstve/?sphrase_id=282921

14. http://www.minstroyrf.ru/press/svody-pravil-informatsionnogo-modelirovaniya-v-stroitelstve-utverdyat-k-2017-godu/?sphrase_id=282921

Abakumov R.G., Naumov A.E., Zobova A.G.**ANALYTICAL REVIEW OF THE METHODOLOGICAL TOOLS USED IN THE SALES COMPARISON APPROACH WHEN PRICE ADJUSTMENTS ANALOGUES**

The article reveals the problem of moral and physical obsolescence of a significant part of the housing stock is represented by houses of the first period of industrial housing. The comparative analysis of the advantages and disadvantages of various methods of reconstruction of the analysed housing stock. Given technical and economic characteristics of a model series of multi-storey buildings of the first period of industrial housing construction with the aim of determining the possibility of reconstruction. Proposed guidelines for the economic reproduction of the housing Fund on the basis of the reconstruction of the buildings of the first period of industrial housing.

Key words: *information modeling, software cost-effectiveness of introducing advanced technologies.*

Абакумов Роман Григорьевич, кандидат экономических наук, доц. кафедры экспертизы и управления недвижимостью.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: AbakumovRG2000@mail.ru

Наумов Андрей Евгеньевич, кандидат экономических наук, экспертизы и управления недвижимостью.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: andrena@mail.ru

Зобова Анастасия Геннадиевна, магистрант кафедры строительства и городского хозяйства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: nastuha120212@rambler.ru