

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Институт Строительства и Архитектуры
Кафедра Промышленного, гражданского строительства и экспертизы
недвижимости

УДК 69.003.13

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ ПЕРЕД ГЭК

Зав. кафедрой _____ Н.И. Фомин
(подпись) (Ф.И.О.)
« _____ » июня 2023 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

**Анализ экономической эффективности внедрения
информационного моделирования объектов капитального
строительства**

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Научный руководитель: _____ Шихирин Вячеслав Владимирович
к.э.н., доцент

Нормоконтролер: _____ Шихирин Вячеслав Владимирович

Студент группы СТМ-210101 _____ Путинцев Антон Алексеевич

Екатеринбург
2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт Строительства и Архитектуры
Кафедра «Промышленного, гражданского строительства и экспертизы недвижимости»
Направление подготовки 08.04.01 «Строительство»
Образовательная программа 08.04.01/33.01 «Промышленное и гражданское строительство»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Фомин Н.И.
« ____ » _____ 201__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

студента Путинцев Антон Алексеевич _____ группы СТМ-210101
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема выпускной квалификационной работы

Анализ экономической эффективности внедрения информационного моделирования объектов капитального строительства

Утверждена распоряжением по институту от « ____ » _____ 201__ г. № ____

2. Руководитель Шихирин Вячеслав Владимирович, к.э.н., доцент
(Ф.И.О., должность, ученое звание, ученая степень)

3. Исходные данные к работе проектная документация, выполненная по технологиям автоматизированного проектирования и информационного моделирования

4. Перечень демонстрационных материалов доклад, презентация

5. Календарный план

№ п/п	Наименование этапов выполнения работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
1.	Обзор литературы, формулирование целей и задач исследования	до 31.01.2022 г.	Выполнено
2.	Планирование и проведение исследования	до 30.06.2022 г.	Выполнено
3.	Обработка результатов исследования	до 31.01.2023 г.	Выполнено
4.	Оформление ВКРМ	до 31.05.2023 г.	Выполнено

Руководитель _____ Шихирин Вячеслав Владимирович _____
(подпись) Ф.И.О.

Задание принял к исполнению _____ Путинцев Антон Алексеевич _____
(подпись)

6. Выпускная квалификационная работа закончена «05» мая 2023 г. считаю возможным допустить Путинцева Антона Алексеевича _____ к предварительной защите на заседании кафедры.

Руководитель _____ Шихирин Вячеслав Владимирович _____
(подпись) Ф.И.О.

7. Допустить _____ к защите магистерской диссертации в Государственной экзаменационной комиссии (протокол заседания кафедры №9 от «02» июня 2023 г.).

Зав. кафедрой _____ Фомин Никита Игоревич _____
(подпись) Ф.И.О.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Анализ экономической эффективности внедрения информационного моделирования объектов капитального строительства» содержит 61 страницу текстового документа, 6 рисунков, 8 таблиц, 41 использованных источников.

BIM, CAD, ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

Цель исследования анализ и оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования в проектную деятельность.

Научная новизна исследования состоит в проведении анализа на более позднем этапе применения информационного моделирования в проектировании.

В итоге получены результаты оценки экономической эффективности, позволяющие проецировать и давать укрупненный прогноз роста затрат и доходов организаций, планирующих внедрить информационное моделирование в свою проектную деятельность.

The final qualifying work on the topic "Analysis of the economic efficiency of the implementation of information modeling of capital construction objects" contains 56 pages of a text document, 6 figures, 8 tables, 41 sources used.

BIM, CAD, INFORMATION MODELING, AUTOMATED MODELING, BUILDING DESIGN, ECONOMIC EFFICIENCY.

The purpose of the study is to analyze and evaluate the economic efficiency of introducing information modeling into project activities.

The scientific novelty of the study lies in the analysis at a later stage of the application of information modeling in design.

As a result, the results of the economic efficiency assessment were obtained, which allow projecting and giving an enlarged forecast of the growth of costs and incomes of organizations planning to introduce information modeling into their project activities.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	10
1.1 Понятия и основы BIM.....	10
1.2 Анализ применения технологий информационного моделирования в зарубежной практике	17
1.3 Внедрение информационных технологий в сфере строительства в России	22
2 ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	34
2.1 Анализ сроков проектирования	36
2.2 Анализ ведомостей материалов и оборудования	46
2.3 Выявление коллизий на стадии проектирования.....	49
2.4 Внедрение дополнительных инструментов.....	51
2.5 Внесение изменений	52
3 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	54
Заключение.....	56
Список литературы	57

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. С начала 2014 года в строительной отрасли России стартовала Государственная программа поэтапного внедрения технологий информационного моделирования. За прошедшие годы технологии получили широкое распространение как на практике в проектировании и строительстве, так и на различных профессиональных конференциях, семинарах, форумах.

Технология информационного моделирования (Building Information Modeling, BIM) представляет собой важный инструмент для решения задач, которые стоят перед строительной отраслью в новых условиях. Она помогает профессионалам отрасли ответственно выполнять полный цикл перспективного планирования, проектирования, создания, эксплуатации и использования строительных систем, которые являются неотъемлемой основой качественной, безопасной и эффективной среды для жизни и деятельности человека, а также природы. Применение технологии BIM способствует ускорению инновационных процессов, соответствующих задачам «Стратегии инновационного развития Российской Федерации». Это позволяет создавать качественные направления прогресса отраслевых технологий на основе включения в них цифровой составляющей. Кроме того, она обеспечивает необходимый высокий уровень «прозрачности» отрасли, что является важным для ее развития и совершенствования. Сегодня, в условиях создания основ цифровой экономики Российской Федерации на долгосрочную перспективу, применение информационных технологий в строительстве открывает окно новых возможностей для созидательной деятельности и формирует стратегический набор инструментов, позволяющих качественно повысить эффективность всех этапов жизненного цикла объектов строительства с одновременной оптимизацией их стоимости, нивелировать факторы, сдерживающие креативность и инновационную составляющую перспективных инженерных решений и кадрового потенциала, минимизировать риски и

расходы на поддержку и развитие составляющих бизнес- процессов, обеспечить связность территории нашей страны при реализации ее интеллектуального и производственного потенциала. Совершенно очевидно, что широкое использование информационного моделирования в строительной отрасли является ключевым фактором для гармоничного развития регионов России и укрепления экономики страны в целом.

Цель работы – проанализировать и оценить экономическую эффективность внедрения автоматизированного проектирования в проектную деятельность.

Задачи работы:

- Изучить практику в области применения BIM;
- Ознакомиться с мировым опытом применения технологий информационного моделирования и опытом внедрения в строительную отрасль России, изучить действующую нормативно-правовую, нормативно-техническую и методическую базы;
- Изучить текущие проблемы, сдерживающие внедрение BIM-технологий, включая вопросы стандартизации;
- Проанализировать объекты одного типа, запроектированного с использованием технологии информационного моделирования и без него;
- На основе проведенного анализа провести экономическое сравнение и определить эффективность внедрения технологии информационного моделирования.

Объектом исследования является проектное подразделение строительной компании, специализацией которого является архитектурно-строительное проектирование объектов капитального строительства с использованием технологий информационного моделирования.

Предметом исследования экономическая эффективность применения технологии информационного моделирования.

Научный результат исследования заключается в расчете роста расходов и прибыли проектной деятельности, на этапе глубокого внедрения информационного моделирования.

Методы исследования:

Для решения поставленных задач применяются аналитический и эмпирический методы исследования, анализ литературы по теме, сравнительный анализ экономической эффективности внедрения информационного моделирования и автоматизированного проектирования.

Научная новизна заключается в том, что в отличие от ранее написанных работ по данной теме, рассматривающих этап внедрения информационного моделирования, представленная работа рассматривает этап уже отлаженного процесса информационного моделирования в проекте.

Апробация результатов исследования: по теме исследования автором опубликована 1 статья в открытой печати РФ, в издании журнала, входящего в перечень рекомендованных:

Научный журнал «Молодой ученый» выпуск №20 (467) май 2023г.
Сравнение экономической эффективности проектирования на основе автоматизированного проектирования и информационного моделирования
Автор: А.А. Путинцев

Результаты исследования могут быть использованы при принятии решений о внедрении информационного моделирования в строительных компаниях и оценке экономической эффективности данного решения. Также, полученные данные могут быть использованы для разработки бизнес-плана на внедрение информационного моделирования в строительстве.

Теоретической базой диссертационного исследования послужили фундаментальные и прикладные разработки ученых в области информационного моделирования.

Методологическую основу исследования составили общенаучные методы исследования (абстрактно-логический, сравнение, анализ и синтез и др.) и экономико-статистические методы (группировки, графический и др.)

Информационная база исследования основана на опыте проектирования проектного подразделения строительной компании в городе Екатеринбурге.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

1.1 Понятия и основы BIM

В конце XX века и начале XXI века произошел взрывной рост информационных технологий, охвативших различные отрасли, включая строительство. В этот период возник новый подход к проектированию объектов, который заключался в использовании электронных моделей, содержащих всю необходимую информацию. Это стало естественным отражением изменений в информационной среде, которые произошли в жизни человека [1].

Инновационный подход играет ключевую роль в современном строительстве. Использование инновационных программных продуктов, автоматизированных систем и мощных инструментов расчета значительно увеличило технологические возможности проектировщиков. Реализация проекта с применением информационных – часть успеха в нынешних реалиях. Для этого строительные организации используют автоматизированные системы, основанные на технологии информационного моделирования, известные как Building Information Modeling (BIM).

Изменения проекта, когда процесс проектирования завершен или находится на завершающей стадии, являются сложным и трудоемким процессом. Кроме того, если изменения являются критическими, их внесение может значительно повысить стоимость работ как на стадии проектирования, так и на стадии возведения здания.

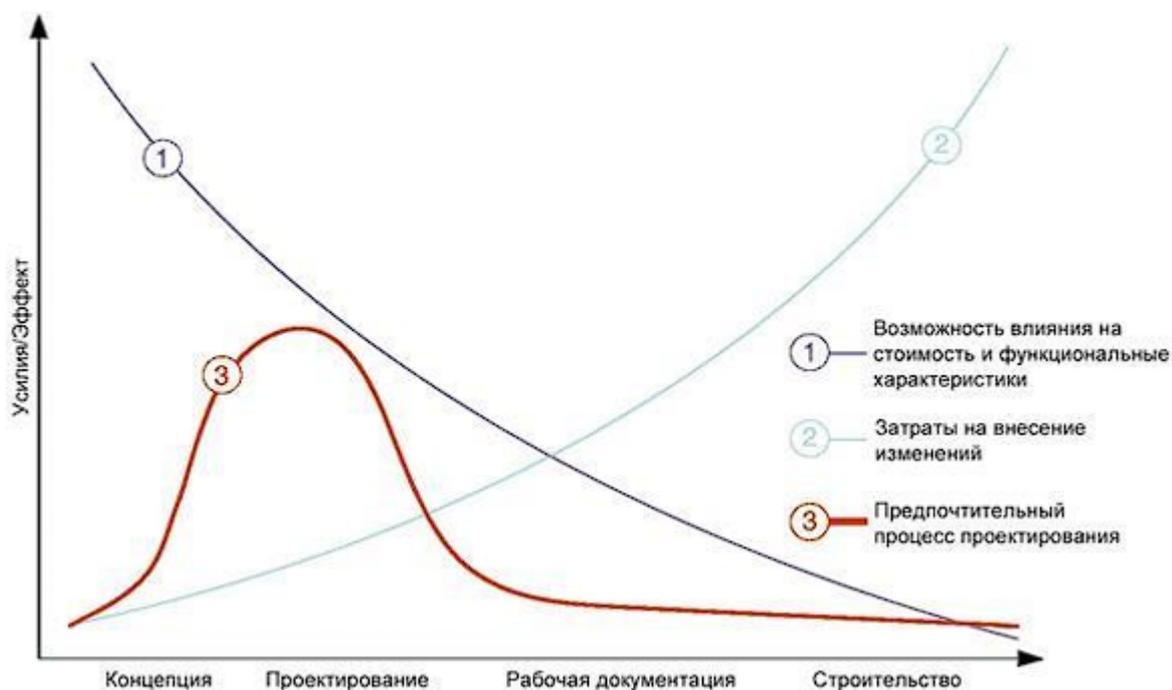


Рисунок 1 – Эффективность усилий по проектированию здания в зависимости от стадии работы

Основным желанием в процессе проектирования, описанным на линии 3, является снижение затрат на внесение изменений в проект и достижение максимальной эффективности.

Благодаря этому технология BIM стала неотъемлемой частью стратегических задач строительной отрасли, так как ее использование играет важную роль в ее развитии, а реализация является необходимостью нынешних реалий.

В настоящее время BIM (Building Information Modeling) является широко используемой аббревиатурой, однако участники строительного процесса часто по-разному интерпретируют ее значение.

Для некоторых людей термин BIM означает 3D-модель здания, в то время как для других это программное обеспечение и так далее. Однако, в целом BIM-технология является новым подходом к проектированию и строительству, основанным на совокупности графической и цифровой информации о здании в единой базе данных.

С использованием BIM можно производить точные расчеты всего здания и его элементов, включая анализы, который ранее требовали отдельных операций. База данных, содержащая информацию о здании, является ключевым элементом BIM-технологии. При помощи точно разработанной модели возможно визуализировать все системы, а также проектировать их согласно установленным стандартам, анализировать характеристики зданий, осуществлять расчет тепловой нагрузки, энергии и многое другое [7].

Применение технологии BIM значительно упрощает работу на всех этапах жизненного цикла здания и позволяет использовать ее результаты для улучшения качества проекта [7].

В итоге, информационное моделирование позволяет создавать цифровую модель, содержащую всю информацию об объекте, и использовать ее для визуализации систем и рассмотрения различных вариантов их использования. Цифровая модель, полученная при информационном моделировании, содержит полную информацию о объекте, что позволяет визуализировать все системы, исследовать разные варианты их использования в различных условиях. BIM-технологии обеспечивают проектирование систем с учетом установленных стандартов, анализ характеристик зданий, расчет тепловой и энергетической нагрузки и другие возможности, существенно упрощающие работу.

Благодаря платформе BIM можно успешно соединять различное программное обеспечение, снижая затраты на моделирование, а объект можно детально рассмотреть при помощи визуализации. Такие технологии активно используются всеми участниками строительства: заказчиками, проектировщиками, строителями, подрядными и субподрядными организациями, управляющими компаниями и другими.

На начальной стадии создания компьютерной модели совместная работа всех участников процесса позволяет минимизировать затраты на корректировку и повысить эффективность работы. Совместное проектирование объекта значительно экономит временные, материальные и энергетические ресурсы.

Основной задачей является сокращение расходов на всех этапах строительства и организация совместного архитектурно-строительного и организационно-технологического проектирования. [28]

Еще в 1986 году Роберт Эйш сформулировал принципы технологии BIM:

- трехмерное моделирование;
- автоматическое создание чертежей;
- интеллектуальная параметризация объектов;
- наборы проектных данных, соответствующие объектам
- распределение процесса строительства по временным этапам. [6]

Сегодня BIM переходит на новый уровень развития технологий, что позволяет успешно внедрять эту технологию в строительство и организацию процессов.

Термин «Building Information Modeling» недавно начал широко применяться, хотя принцип цифрового моделирования с использованием всех данных об объекте возник гораздо раньше.

Еще в 1975 году профессор Технологического института Чак Истман предложил использовать технологию «Building Description System» (Система описания здания), которая была основана на таких же принципах. Позднее, в начале следующего десятилетия, данная технология развивалась в США под названием «Building Product Model», а в Европе – «Product Information Model», что переросло в термин «Building Information Model». С 2002 года термин BIM начал широко использоваться разработчиками программного обеспечения.

Компания Autodesk также сыграла роль в распространении и использовании этой аббревиатуры.

В своде правил «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» определяется понятие «BIM-проект» как «проект здания или сооружения, созданный с применением технологий

информационного моделирования», которые обеспечивают хранение всей информации о здании или сооружении и выполняемых работах на всех этапах его жизненного цикла. Техничко-экономические показатели в сочетании с этой информацией и другими характеристиками составляют информационную модель. Особенностью информационной модели является автоматическая корректировка всех ее параметров при изменении любого из них. Это позволяет различным специалистам, работающим с данной моделью, имеющим различные направления и специализации, проводить параллельную работу с ней.

В 1960-х годах были созданы первые программы для моделирования, которые затем были разделены на две группы. Программы конструктивной стереометрии представляли собой элементарные формы, включая пустоты, которые накладывались друг на друга. Программы, которые были направлены на представление объектов в границах между пустотами и "твердыми телами", заложили основы для использования технологии САД. Благодаря этим программам были определены границы проектирования, что стало отправной точкой для развития САД технологий.

В настоящее время существует множество программ BIM-проектов, которые используют различные специалисты. Среди них Revit, ArchiCAD, Renga и Allplan. Каждый продукт имеет свои плюсы и минусы: ArchiCAD может использоваться в проектных бюро при выполнении любых работ, но требует значительных затрат времени; Revit представляет всю модель, но не имеет удобного 2D-редактора; Allplan удобен для инженеров-конструкторов, но не так популярен среди архитекторов; Renga - новая российская программа, разработка которой началась в 2014 году, сейчас она совершенствуется и в скором времени сможет составить конкуренцию известным мировым программным комплексам [8].

Информационное моделирование и системы автоматизированного проектирования (САПР или САД) - это различные подходы к проектированию.

САПР обычно представляет собой двухмерную графику, состоящую из линий, текста и штриховки. При этом каждый чертеж проекта создается отдельно друг от друга, поэтому в случае изменения параметров проекта требуется ручная корректировка каждого чертежа.

Технологии информационного моделирования предназначены для создания виртуальной модели объекта с помощью образцов настоящих элементов (стен, дверей, окон и проч.). Это позволяет проанализировать всю модель в целом и не только улучшить производительность, но и организовать процесс проектирования более эффективно. В отличие от САПР, все информация об объекте находится в базе данных, и изменения автоматически вносятся во все чертежи, связанные с данной моделью. Использование BIM при проектировании зданий позволяет получить значительные выгоды уже на ранней стадии их возведения и эксплуатации. Благодаря этим технологиям, специалисты систем отопления, вентиляции, кондиционирования, электричества и другие могут создать проект еще до начала строительства, что ускоряет процесс и снижает ошибки. Технологии информационного моделирования позволяют подрядчикам получать информацию о сметной стоимости проекта, составлять календарные графики, упреждать коллизии, а также эффективно обмениваться данными с другими участниками проекта. Помимо этого, использование этих технологий позволяет существенно экономить материальные ресурсы.

Технологии информационного моделирования позволяют пользователям следить за всеми этапами создания проекта, начиная от идеи и заканчивая эксплуатацией объекта. Использование BIM создает единое пространство для архитекторов, проектировщиков и других специалистов, таких как владельцы, арендаторы и юристы, которые требуют информации об объекте. В данные включены местоположение, список материальных ресурсов, экологические характеристики и энергоэффективность. Применение технологий информационного моделирования позволяет автоматически обновлять

информацию о проекте при изменении любого параметра. Для составления проектной документации используются данные из информационной модели проекта. Все параметры модели сооружения взаимосвязаны, что означает, что изменения в модели приводят к изменениям в документации. Одним из преимуществ технологий информационного моделирования является возможность просмотра модели с любого угла и в любом разрезе, что позволяет корректировать модель в любом месте. Данные на модели синхронизируются, поэтому модель обновляется автоматически.

Ведомости материалов формируются по определенному проекту и могут быть быстро и легко откорректированы. Элементы конструкции, включая нестандартные компоненты, могут быть выведены графически. Стандартизация BIM логически следует пути стандартизации для Product Information Models в STEP (Standard for Exchange of Product Model Data – стандарт обмена данными модели продукта). В 1994 году пилотная команда в Autodesk, связанная с AEC (программный комплекс для проектирования объектов промышленных и гражданских объектов), начала работать над стандартной библиотекой моделей элементов, чтобы обеспечить взаимодействие между дополнениями AEC и AutoCAD. Проект стал успешным, и было решено создать Industrial Alliance for Interoperability (IAI), состоящий из 12 крупнейших компаний в индустрии.

Этот союз создал стандарты данных с открытыми спецификациями (Industry Foundation Classes, IFC), которые были введены на конференции AEC Systems в Атланте в 1995 году в качестве "универсального языка для взаимодействия в строительной индустрии". Все 12 компаний продемонстрировали прототипы программных приложений, которые были написаны с использованием общей модели здания и способны взаимодействовать друг с другом. Стандарт IFC для BIM настолько большой, что никакая отдельная программа не может реализовать полную схему, отличную от модели сервера. Поэтому IFC может рассматриваться как комплект для нескольких сценариев обмена данными. Основываясь на данном

проекты, американский национальный комитетом по стандарту BIM (NBIMS) и Национальный институт строительных наук (NIBS) создали национальный стандарт BIM. В настоящее время, технология BIM широко распространена и используется на международном уровне в институтах стандартизации. [27]

1.2 Анализ применения технологий информационного моделирования в зарубежной практике

В мире существует большой интерес к разработке программных продуктов, связанных с информационным моделированием благодаря все более широкому использованию технологии BIM в строительной сфере. Многие страны поддерживают внедрение BIM, запуская государственные программы и инициативы. Использование технологии BIM наиболее активно распространено в Северной Америке и Юго-Восточной Азии. С 2016 года в европейских странах, таких как Великобритания, Финляндия, Нидерланды и других работа с BIM является обязательной при выполнении государственных заказов. В Российской Федерации такого обязательного требования нет. Бывшие советские республики, включая Белоруссию и Казахстан, также начинают проявлять интерес к технологиям информационного моделирования, прежде всего в крупных компаниях и компаниях с государственным участием.

Применение BIM технологий в строительстве является мировой тенденцией благодаря многочисленным преимуществам, таким как экономическая эффективность на всех стадиях проекта и сокращение времени реализации. Эти выгоды заметны на различных уровнях - отдельных предприятий, отрасли и даже государства в целом.

Особенно впечатляющим является успешный пример Великобритании внедрения BIM, начавшийся в 2011 году в связи с проведением Олимпиады-

2012, когда ограниченный финансовый бюджет стал вызывать большую необходимость в эффективном использовании средств.

Правительство провело анализ и выявило проблемы строительной отрасли, включая неравномерное распределение расходов в течение жизненного цикла здания, где около 80% расходов приходится на обслуживание здания. В ответ на это, правительство начало экспериментировать с BIM на нескольких пилотных проектах, включая государственные объекты, такие как школы и тюрьмы. Они тщательно отслеживали эффективность новых технологий на всех этапах проектирования и строительства. Подводя итог, можно сказать, что использование BIM при выполнении строительных проектов обеспечивает значительное экономическое преимущество и улучшение результативности на всех уровнях.

В результате внедрения BIM технологий в строительстве школы удалось построить на 30% дешевле. Эта цифра широко используется в исследованиях и считается доказательством экономической эффективности использования технологий информационного моделирования. Однако, следует отметить, что данную цифру необходимо рассматривать с определенной долей критики, так как на практике в каждом проекте присутствуют уникальные особенности местности и геодезии, которые могут существенно влиять на стоимость строительства. Несмотря на это, результаты внедрения BIM технологий в проектировании школ оказались весьма успешными.

Пилотный проект по реконструкции тюрьмы послужил хорошим примером разумного управления ресурсами. Благодаря использованию технологий информационного моделирования удалось определить, что реконструкция существующей тюрьмы обойдется гораздо дороже, чем строительство новой. Правительство Великобритании приняло решение продать старое здание и построить новую тюрьму на другом месте. Это привело к годовой экономии в 20 миллионов фунтов стерлингов.

Пилотные проекты показали выгоды использования BIM технологий и рациональных управленческих решений. Они поспособствовали развитию проектирования и строительства в Великобритании. Результаты этой работы представляют высокую ценность для анализа международного внедрения информационного моделирования в строительной отрасли.

Первое, благодаря внедрению информационных технологий в строительство на примере пилотных проектов Олимпиады-2012, был получен ценный опыт применения и оценки технологий BIM, что послужило стимулом для многих стран переходить на новый способ проектирования. Второе, правительство Великобритании проявило ответственность и приняло необходимые меры при выявлении ошибок, что привело к исправлению недочетов. В результате внедрения BIM-проектов была создана интеллектуальная группа UKBIM Task Group, которая занимается решением всех основных вопросов, связанных с переходом на информационное моделирование. Данная группа активно работает по проработке и развитию BIM в Великобритании, разрабатывает планы и мероприятия для ускорения процесса перехода на новую технологию в строительной отрасли. На сегодняшний день данная группа внесла большой вклад, вложив около 4 миллионов фунтов стерлингов, что окупилось за счет полученной экономии. Успешная реализация пилотных проектов привела к появлению множества проектно-строительных компаний в Великобритании, которые готовы освоить и принять новые технологии в работе. Они осознают преимущества информационного моделирования и готовы внедрять BIM-технологии в жизнь своих проектов, добиваясь эффективности и оптимизации всех процессов. Более того, установлены BIM-стандарты, такие как PAS-1192-2:2013, PAS-1192-3:2014, PAS-1192-5:2015, Government Soft Landings и другие, которые позволяют информационным технологиям качественно функционировать в строительной отрасли данной страны. Документы этих стандартов были разработаны в начале 1990-х годов, когда говорить об информационном

моделировании в строительной индустрии было еще преждевременно. В настоящее время они являются важным инструментом для оценки эффективности и качества новых технологий.

Внедрение технологий информационного моделирования принесло не только положительные результаты в Великобритании, но и в Государстве Сингапур, которое занимает лидирующую позицию в применении BIM не только в Юго-Восточной Азии, но и в мире в целом. Это стало возможным благодаря хорошо продуманной и финансово поддерживаемой государственной политике по внедрению новых технологий в строительной отрасли.

Организация Building and Construction Authority (BCA) Министерства строительства Сингапура занимается не только управлением строительной индустрией, но и реализацией новых идей и подходов, включая BIM. BCA разработала дорожную карту по внедрению BIM, которая не была единственным и обязательным документом для перехода на информационное моделирование, в отличие от некоторых других стран, включая Россию. Официальным документом по внедрению BIM был Singapore BIM Guide, который был использован с доработками в 2010-2012 годах, а затем заменен на обновленную версию Singapore BIM Guide Version 2 в 2013 году.

Кроме дорожной карты, в Сингапуре были разработаны методические материалы и рекомендации, которые могут быть полезны для тех, кто хочет перейти на информационное моделирование. Важным толчком к применению BIM стало решение о необходимости сокращения количества низкоквалифицированных рабочих и увеличения скорости проведения проектной экспертизы. В соответствии с законодательством Сингапура, все проекты площадью более 5000 квадратных метров теперь должны проходить экспертизу в виде BIM-модели.

Организация BCA Сингапура заслуживает похвалы за создание государственного ресурса «BIM-справочник по Сингапуру», который содержит актуальную нормативно-правовую информацию по BIM, лучшие проекты,

выполненные в трехмерной модели, и обширное руководство по использованию BIM-программ, включая Autodesk, Bentley, Graphisoft, MagicCAD и Tekla - наиболее популярные в Сингапуре. Сайт также предоставляет библиотечные элементы и шаблоны файлов для ускорения процесса проектирования и проверки проектов. Кроме того, ВСА создала «Фонд строительной продуктивности и способности» в 2010 году для поддержки перехода проектных организаций на BIM технологии. Организации, которые заинтересованы во внедрении информационного моделирования, могут обратиться в данную организацию и рассчитывать на компенсацию расходов, связанных с закупкой компьютеров и программного обеспечения, обучением сотрудников и консультационными услугами. Компенсация может составлять до 50% от общей стоимости проекта. Фонд успешно стимулировал желание строительных компаний перейти на BIM, поэтому государственный бюджет увеличил его размер до 450 миллионов сингапурских долларов. Создание подобных ресурсов и фондов помогло достичь цели - повысить эффективность строительной отрасли на 25 % к 2020 году и достигнуть 80% использования BIM в области до 2015 года в Сингапуре.

Опыт Сингапура показал, что успешное внедрение информационного моделирования в строительной отрасли требует соответствия нескольким условиям. Кроме того, международные исследования подтверждают, что переход на BIM может сопровождаться финансовой и технической сложностями. Предприятия и государства, планирующие внедрение BIM, должны учитывать, что успешное внедрение требует постановки конкретных задач и комплексного подхода. Примеры из Великобритании и Сингапура показывают, что для успешной реализации требуется разработать новые процессы и стандарты, которые должны быть тщательно спланированы и проверены на практике. Кроме того, оценка экономических и других эффектов внедрения BIM требует ясного понимания функционирования данных технологий и наличие регулирующих нормативно-правовых документов.

1.3 Внедрение информационных технологий в сфере строительства в России

В 2008 году компания Autodesk, крупнейший разработчик программного обеспечения для архитектуры и строительства, провела в Москве первую конференцию пользователей Revit в России - Revit User Day, которая ежегодно проводится до сих пор. На мероприятии представили сложную информационную модель главного комплекса зданий Новосибирского государственного университета, созданную на основе информационных технологий в Revit Architecture на эскизном уровне студентами НГАСУ (Сибстрин). Планировалась реализация данного проекта, включающего проектирование и управление строительством при помощи BIM, однако в связи с возникшим экономическим кризисом задуманное было отложено.

Развитие BIM в России продолжается, хотя на форумах и различных строительных мероприятиях все еще ведутся обсуждения среди сторонников и противников новых технологий. Однако многие компании уже внедрили BIM и успешно его применяют в своей работе, что в свою очередь способствует распространению этой технологии в строительной отрасли. Только в 2013 году энтузиасты создали «Рабочую группу BIM», которая ставила перед собой цель официального признания и документального оформления такого направления, как информационное моделирование.

Под руководством председателя Московского отделения Международной Академии Архитектуры (МААМ) в России наблюдается рост интереса к внедрению BIM. Этому способствуют различные инициативы и мероприятия, организованные МААМ, что позволяет российским компаниям и специалистам более эффективно использовать новые технологии в своей работе. К концу 2013 года «Рабочая группа BIM» учредила Некоммерческое партнерство «Интеллектуальное строительство» («buildingSMART Rus»). Его главной задачей являлась разработка документов, включая планы, методики и

рекомендации, направленных на успешное внедрение информационных технологий в работу компаний.

В России правительственное внедрение BIM началось с рассмотрения на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию в марте 2014 года. С тех пор были проведены дополнительные мероприятия, направленные на поддержку и распространение BIM в разных отраслях.

29 декабря 2014 года был подписан Приказ Минстроя РФ № 926/пр [11],[12], содержащий план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. В рамках данного плана была создана рабочая группа при Минстрое и предусмотрены такие задачи, как получение результатов экспертизы "пилотных" проектов, анализ нормативно-правовой документации, разработка образовательных актов и подготовка специалистов по использованию технологий и экспертов. Однако, данный план охватывал только процесс проектирования объекта и не затрагивал другие важные этапы "жизненного цикла" здания.

В марте 2016 года Государственный совет принял решение о внедрении технологий информационного моделирования (BIM) в сфере строительства и утвердил перечень поручений в этой области. Один из них заключался в разработке и утверждении плана мероприятий по внедрению BIM в строительство до 1 сентября 2016 года, который должен был включать этапы строительства, эксплуатации и снос.

В апреле 2017 года была разработана и подписана "дорожная карта" по внедрению BIM на всех этапах "жизненного цикла" капитальных объектов, что стало важным событием для российской нормативно-правовой базы в данной области. В соответствии с поручениями Президента России был разработан и подписан вице-премьером правительства Дмитрием Козаком план мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности и технологий

информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла капитальных объектов на период с 2017 по 2020 годы. В данном документе описаны мероприятия по усовершенствованию реализации государственных проектов, посредством информационного моделирования в строительстве.

Однако, эксперты и практики BIM-технологий выразили недовольство и споры по поводу данного документа, поскольку в нем увязаны два разных и важных направления в развитии отрасли и большую часть документа занимают вопросы ценообразования. В документе не затрагиваются этапы проектирования и строительства, хотя BIM-технологии уже активно используются в России на данных этапах.

В июне 2016 года были определены задачи, связанные с ценообразованием при создании информационных моделей и разработкой информационно-методической базы ценообразования для использования технологий информационного моделирования зданий и сооружений. Эти мероприятия стали значимым шагом в развитии отрасли строительства через внедрение инновационных технологий в процесс проектирования и строительства.

Ранее существующие методы сметного расчета не удовлетворяли требованиям экономики и строительной отрасли. Переход на новые методы проектирования привел к устареванию методик строительно-сметных расчетов, что в свою очередь приводит к завышению расчетной стоимости строительства еще на этапе технико-экономического обоснования проекта. Однако, эта проблема сейчас активно решается с помощью разработки новых методик, которые позволят более точно оценить стоимость строительства при использовании новых технологий информационного моделирования. Применение BIM также позволяет снизить стоимость и более рационально использовать строительные ресурсы.

По приказам Минстроя 1038/пр и 1039/пр от 30 марта 2016 года была запущена реформа ценообразования «400 дней», которая должна была привести

к актуализации сметно-нормативной базы ФСНБ-400. В настоящее время эксперты используют только 400 сметных нормативов для строительных материалов и монтажных работ, что затрудняет оценку реальных затрат на строительство. Недостаток нормативов приводит к увеличению стоимости строительства. Например, в расчетах не учитывается производитель иностранный или более дешевый отечественный аналог, что может привести к завышению стоимости в смете.

Проект закона Минстроя РФ предполагал внесение изменений в нормативно-правовую базу Градостроительного кодекса и переход от индексно-базисного метода к ресурсному. Ожидалось, что к 2017 году будет создана информационная система, содержащая федеральный реестр сметных нормативов с возможностью постоянного мониторинга стоимости строительных ресурсов.

В августе 2016 года Федеральный центр ценообразования в строительстве (ФАУФЦС) провел конкурс на выбор подрядчика для разработки автоматизированной информационной системы ценообразования в строительстве. Стоимость контракта составила 300 млн. рублей. По плану внедрения информационных технологий, создание базы нового ценообразования намечалось на октябрь 2016 года, что должно было стать важным шагом в развитии BIM в строительной отрасли России.

Однако реализация проекта не состоялась, так как государство не смогло выполнить поставленные перед ним задачи. Приказы Минстроя РФ 660/пр и 661/пр от 29 марта 2017 года отменяют реформу. Следует отметить, что спустя два года критика «дорожной карты» BIM в России не утихает, а отдельные мероприятия не были реализованы в установленные сроки.

В рамках реализации «дорожной карты» планируется разработка национальных стандартов информационного моделирования на всех этапах «жизненного цикла» объектов капитального строительства. Соответствующие

нормативно-технические документы и сметные нормативы будут приведены в соответствие с классификатором строительных ресурсов [9].

Всего в систему нормативно-технических документов будет включено 15 национальных стандартов (ГОСТ Р) и 10 сводов правил. На текущий момент внедрено 8 ГОСТов и 5 СП.. Требуется отметить, что 3 действующих свода правил имеют общий характер, а СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» не предназначен для работы с технически сложными, опасными и уникальными объектами, так как распространяется на информационное моделирование при проектировании, строительстве и эксплуатации массовых объектов [1].

Конечной целью является завершение разработки и утверждение оставшихся документов в области внедрения технологии информационного моделирования в строительстве к концу 2020 года в соответствии с требованиями, выдвинутыми ранее Президентом в указе № Пр-1235 от 19 июля 2018 года, касающемся модернизации строительной отрасли и повышения качества строительства. Эти действия позволят профессионалам в области строительства использовать новейшие технологии для повышения эффективности и качества работ. Согласно третьему поручению президента уже необходимо выполнить конкретные шаги по внедрению BIM [10].

Для выполнения данного поручения был создан Федеральный проект «Цифровое строительство». Переход на цифровые технологии ожидается, что снизит затраты и время на строительство объектов, возводимых за счет бюджетов Российской Федерации. Сокращение времени от принятия решения о необходимости строительства до ввода объекта в эксплуатацию планируется уменьшить до 30 %, а затраты и время на строительство объектов - до 20 % уже через 5 лет.

Основная задача Федерального проекта "Цифровое строительство" - обеспечить цифровую трансформацию строительной отрасли к 2024 году через

комплекс мероприятий. Ключевым аспектом цифровизации строительства является автоматизация всех стадий и процедур на всем жизненном цикле объекта. Эти мероприятия направлены на повышение эффективности и качества строительства, а также устойчивого развития отрасли.

Для выполнения первого пункта, подготовки специалистов по BIM и разработки отечественного программного обеспечения для информационного моделирования, нужно расширить действующие учебные программы, программы магистратуры и изменить квалификацию действующих специалистов.

Второй пункт предполагает использование отечественного ПО и опыта госэкспертизы по приемке проектной и строительной документации, который уже есть в России. Всевозможные конкурсы, внедрение во все большее число организаций и работа госэкспертизы с BIM, подтверждает наличие отечественного ПО.

Для успешной цифровой трансформации строительной отрасли крайне важным является наличие нормативных документов, классификатора строительной информации, фонда цифровых нормативно-технических документов в строительстве и библиотеки информационных моделей повторного использования. Вместе эти элементы формируют основу для использования новейших технологий и процессов, с помощью которых можно повысить эффективность и качество строительства, а также ускорить процессы проектирования и строительства.

Классификатор строительной информации является важной составляющей цифровой трансформации строительной отрасли, и его основу составляют стандарты ГОСТ Р ИСО 12006-2-2017 "Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации" и ГОСТ Р "Промышленные системы, установки и оборудование и промышленная продукция. Принципы структурирования и коды. Часть 12. Объекты капитального строительства и системы инженерно-технического

обеспечения". Этот классификатор позволяет систематизировать информацию, сгенерированную на всех этапах жизненного цикла проекта строительства, и обеспечивает единообразный подход в работе с данными, что повышает эффективность и качество строительства.

Единые классификационные таблицы, объединяющие более 700 классов/подклассов информации, обеспечивают однозначную интерпретацию информации для всех участников проекта. Стандарт ISO 12006-2:2017 является ключевым элементом классификации строительной информации и определяет единую классификационную структуру для строительной отрасли. Это позволяет различным странам использовать системы классификации, разработанные в соответствии с ним, в международных строительных проектах. Великобритания и США используют наиболее известные классификаторы строительной информации OmniClass и UniClass 2015, которые также построены на принципах стандарта ISO 12006-2 и представляют основную информацию о модели объекта строительства в табличном виде. В настоящее время в России формируется Национальный словарь строительных терминов. Кроме того, ФАУ "Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве" и Технический комитет 465 "Строительство" работают над русскоязычной редакцией ГОСТ Р ИСО 6707-1:2017 "Здания и сооружения. Общие термины", которая будет представлена в текущем году. В результате, к 2020 году планируется сформировать Общероссийскую систему классификации строительной информации, в составе которой будет Классификатор строительных ресурсов.

Малая наполненность открытых электронных библиотек снижает эффективность внедрения информационного моделирования в организации. Получение полезной информации в разных стадиях жизненного цикла объекта является критически важным для процессов разработки, конструирования, эксплуатации и обслуживания. Различные задачи решаются на каждой стадии

жизненного цикла объекта, и на каждой из них требуется дополнительная информация, восполняемая с помощью электронных библиотек знаний.

Обеспечить непрерывный процесс внедрения информационных моделей на протяжении всего жизненного цикла объекта строительства практически невозможно из-за значительных препятствий, с которыми сталкиваются участники проекта. Однако унифицированные библиотеки знаний будут одинаково полезны для всех участников строительного сообщества.

01 июля 2017 года введен в действие национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 57309-2016 "Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов". Этот стандарт был разработан для категоризации библиотек данных и предоставления рекомендаций по их созданию. Термин "библиотека знаний" (knowledge library), согласно стандарту, означает набор информационных моделей, выражающих знания о ряде вещей и хранящихся в электронном виде. Каталоги производителей, библиотеки семейств, плагинов и скриптов, шаблоны проектов и много другое - основа библиотек знаний.

Создание единых правил для разработки библиотечных элементов способно решить многие проблемы, связанные с внедрением BIM технологий. Использование такой библиотеки знаний имеет множество преимуществ для участников инвестиционного проекта, включая интеграцию с цепочками поставок, гармонизацию между дисциплинами и сторонами, повторное использование знаний, интеграцию приложений и поддержку инноваций.

Однако, план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в строительство в Российской Федерации не соответствует целям и задачам внедрения BIM. Внимание большей части сосредоточено на ценообразовании и сметном нормировании, что не способствует полному внедрению информационных технологий в строительство. Порядок ценообразования и сметный норматив адресованы вспомогательным мероприятиям и не могут стать основой внедрения BIM. Срыв сроков

реализации сметного нормирования также поспособствовал отмене реформы ценообразования. Нормативно-правовая база требований и рекомендаций внедрения технологий информационного моделирования также не разработана, усложняя процесс перехода на BIM в строительстве.

В России некоторые компании внедряют информационные технологии в строительство на своей инициативе. Применение BIM-технологий уже показало свою эффективность в возведении крупных и нестандартных объектов, таких как олимпийские сооружения в Сочи, футбольные стадионы к Чемпионату мира 2018, космодром "Восточный" и др.

В России наиболее успешным примером внедрения BIM является компания Росэнергоатом. Компания использует систему Multi-D для управления проектами по сооружению сложных инженерных объектов, что позволяет управлять бюджетом, сроками и качеством проекта более эффективно. ГК "НЕОЛАНТ" в плотном сотрудничестве с Росэнергоатом разработала СОМОКС - Систему Оперативного Мониторинга Объектов Капитального Строительства, которая представляет собой единое электронное пространство, созданное за счет интеграции информационных систем всех участников проекта. BIM-технологии позволяют снизить стоимость инвестиционно-строительного проекта при строительстве 10-30%, в зависимости от конкретного случая.

Благодаря использованию информационного моделирования, эффективность работы инженеров отделов ОВ, ВК и ЭО компании «Легион-Проект» выросла на 160-170% по сравнению с прошлым годом. Время, затрачиваемое на проектирование сократилось в 2 раза. УК «Эталон» выразила удовлетворение от применения технологий информационного моделирования на стадии эксплуатации, в результате снизилась погрешность планирования бюджета на стройке до 5-7% при средней приемлемой погрешности в 20%. Сотрудники компании «СибТехПроект» видят в технологии BIM конкурентное преимущество, способность предлагать заказчику уникальные решения, более

высокое качество проектной документации, точную сметную документацию и возможность оперативно изменять рабочую документацию при необходимости. Председатель «Москомстройинвеста» Константин Тимофеев заявил о возможности сокращения затрат на возведение и приобретение объектов долевого строительства при внедрении BIM-технологий. При использовании BIM-модели общие затраты на строительство снижаются на 23% и более, а число проектировочных ошибок сокращается на 41%, что в свою очередь дает возможность девелоперам получать сниженные процентные ставки по кредитам в рамках проектного финансирования.

Согласно проведенному исследованию НИУМГСУ в сотрудничестве с ООО «КОНКУРАТОР», использование BIM-технологий позволяет повысить производительность труда в различных организациях на 10-30% благодаря оптимизации и автоматизации широкого спектра задач. Также происходит снижение административных расходов, связанных с рутинными функциями инженеров и процессами обмена информацией (благодаря сокращению количества пересылок информации и затраченного на них времени на 40%), а также проведением совещаний. Эффект от использования этих технологий заметен в крупных и средних компаниях через 2-3 года.

BIM-технологии применимы во всех этапах жизненного цикла здания.

На этапе проектирования, например, они позволяют учесть различные параметры, такие как рельеф территории, инфраструктуру, тип грунта, маршруты движения транспорта и другие факторы. Также возможен расчет оптимального маршрута доставки материалов, что сокращает время и затраты на доставку. В период строительства BIM-технологии позволяют контролировать состояние здания, финансовое состояние и управление. Применение технологий информационного моделирования дает возможность объединить компьютерную модель объекта с графиком выполнения работ.

BIM-технологии также применимы на этапе эксплуатации здания
-управление эксплуатационной документацией;

- учет оборудования и гарантийных обязательств
- контроль расходования ресурсов (вода, электроэнергия, тепло/холод);
- управление инженерной и информационной инфраструктурой
- объединение с системой управления зданием (BMS), которая используется для эффективного управления инженерными системами.

ВІМ также обеспечивает управление недвижимостью:

- максимально возможный доход от коммерческого использования недвижимости;
- сопровождение арендного бизнеса, взаимодействие с надзорными инстанциями;
- маркетинг и консалтинг объекта недвижимости, финансовый менеджмент;
- техническое обслуживание зданий и всех инженерных систем, плановые и регламентные работы;
- мелкий ремонт элементов отделки и конструктивных элементов зданий;
- обеспечение объекта всей необходимой документацией;
- оценка эффективности управления, инвентаризацию и технический аудит инженерных систем и оборудования;
- составление годового бюджета на эксплуатацию объекта недвижимости;
- разработку концепции развития объекта, плана по управлению эксплуатацией;
- проведение обследования инженерных систем с выдачей рекомендаций по ремонту, замене или модернизации;
- также сопровождение договоров на коммунальные услуги.

Вывод по главе:

На текущее время внедрение ВІМ-технологий в России активно продвигается и развивается, в связи с принятым планом поэтапного внедрения

технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства.

Многие участники строительной индустрии понимают, что проектирование с использованием BIM, а в перспективе и полный жизненный цикл строительного объекта – важный и неотвратимый шаг в развитии строительной сферы России, выводящий её совсем на другой уровень.

2 ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В качестве объекта исследования возьмём проектное подразделение ведущей строительной компании в городе Екатеринбург.

Анализ экономической эффективности внедрения информационного моделирования проведем на основе выполнения рабочей документации двух однотипных жилых многосекционных домов переменной этажности от 8 до 13 этажей общей площадью 24100 м², выполненных с применением разных технологий.

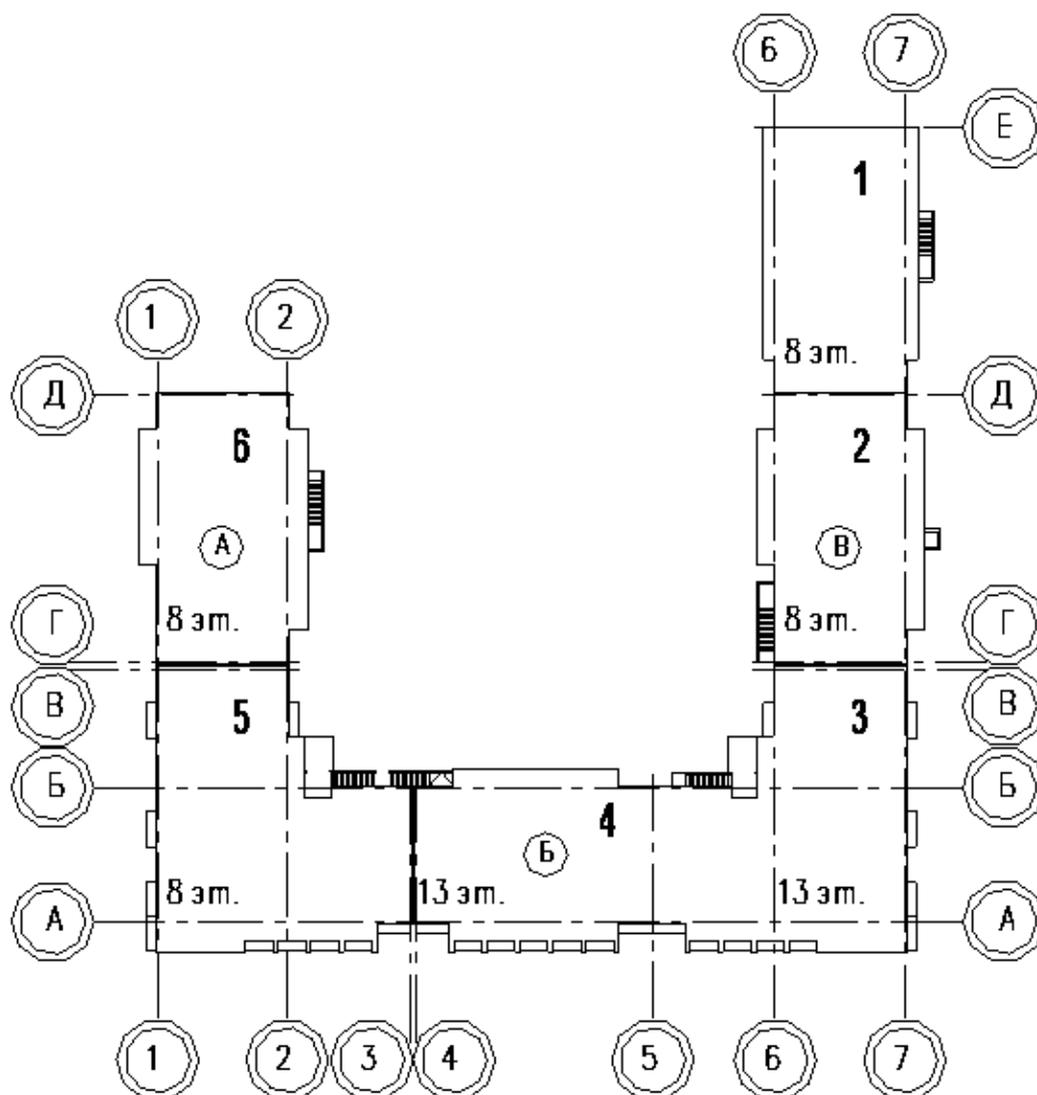


Рисунок 2 – План-схема проектируемого строительного объекта

Первый дом запроектирован с применением автоматизированного проектирования в 2018 году.

Второй дом запроектирован с применением информационного моделирования в 2022 году. BIM технология полностью отлажена и внедрена в работу, все сотрудники обучены работе в необходимом программном обеспечении, в распоряжении каждого отдела имеется необходимая для проектирования полная библиотека данных.

Проектное подразделение имеет полный штат квалифицированных сотрудников, способных выполнить все необходимые разделы документации, без привлечения сторонних специалистов.

Для большей объективности исследования расценки на расходы и доходы по проекту, выполненному в технологии САД, будут приведены к расценкам 2022 года.

2.1 Анализ сроков проектирования

Согласно исследованиям, проведенным НИУ МГСУ совместно с ООО «КОНКУРАТОР» при применении информационного моделирования, сроки проектирования способны сократиться на 30% и более относительно автоматизированного проектирования за счет оптимизации множества процессов.

Проектному подразделению, являющемуся объектом исследования, удалось повысить производительность на 50% и добиться сокращения сроков реализации рабочей документации для рассматриваемого объекта с 6 до 3 месяцев.

Таблица 1 – Календарный план на сроки проектирования с применением САД.

Шифр	Наименование	График
1	2	3
КЖ0	Котлован	28.02.2018
КЖ1.1	Конструкции железобетонные. Фундаменты.	28.02.2018
КЖ1.2	Конструкции железобетонные ниже отм. 0,000. Техническое подполье.	28.02.2018

Продолжение таблицы 1

КЖ1.3	Конструкции железобетонные ниже отм. 0,000. Техническое подполье. Спуски, приемки	30.06.2018
КЖ2	Конструкции железобетонные сборные выше отм.0.000.	30.08.2018
КЖ3	Конструкции железобетонные машинного помещения лифтов, чердака и кровли	30.08.2018
КЖ.У1	Конструкции железобетонные. Узлы выше отм.0,000	30.06.2018
КЖ.У2	Конструкции железобетонные. Узлы машинных помещений, чердака и кровли	30.08.2018
ВТ.Л	Вертикальный транспорт. Лифт	30.08.2018
КР.И1	Конструктивные решения ниже отм.0.000. Изделия	30.08.2018
КР.И2	Конструктивные решения выше отм.0.000. Изделия	30.08.2018
КР.И3	Конструктивные решения. Изделия машинного помещения лифтов, чердака и кровли	30.08.2018
АР1	Архитектурные решения ниже отм. 0,000	28.04.2018
АР2	Архитектурные решения выше отм.0,000	30.06.2018
АР3	Архитектурные решения чердака, машинного помещения лифтов, кровли	30.08.2018

Продолжение таблицы 1

АИ	Архитектурные решения интерьеров мест общего пользования жилого дома	30.08.2018
АР.У	Архитектурные решения. Узлы жилого дома	30.08.2018
СУ	Альбом решений санитарных узлов жилого дома	30.08.2018
ТМ	Тепломеханические решения	30.08.2018
ПС,ОП.АДУ	Пожарная сигнализация, оповещение о пожаре	30.08.2018
НВК	Наружные сети водоснабжения и канализации	30.08.2018
ЭС	Электроснабжение 0,4кВ	30.08.2018
ЭН	Наружное электроосвещение	30.08.2018
СС	Внутренние сети связи и диспетчеризация	30.08.2018
ОВ	Отопление и вентиляция	30.08.2018
ВК	Водопровод и канализация	30.08.2018
ЭОМ	Электрооборудование. Электроосвещение.	30.08.2018
УКУТ	Узел коммерческого учета тепла	30.06.2018
АТМ	Автоматизация тепломеханических решений	
ТЭД	Техническая эксплуатация жилого дома	30.08.2018
ГП	Генплан	30.08.2018
Итого		6 месяцев

Таблица 2 – Календарный план на сроки проектирования с применением BIM.

Шифр	Наименование	Необходимые задания/дата выдачи	График
1	2	3	4
КЖ0	Котлован		28.02.2022
КЖ1.1	Конструкции железобетонные. Фундаменты.	06.02.2022 (для АР)	28.02.2022
КЖ1.2	Конструкции железобетонные ниже отм. 0,000. Техническое подполье.		28.02.2022
КЖ1.3	Конструкции железобетонные ниже отм. 0,000. Техническое подполье. Спуски, прямки	10.02.2022 (для АР)	30.03.2022
Allplan IFC	Выгрузка КР ниже отм 0,000 Allplan-IFC-Revit		
1	2	3	4
КЖ2	Конструкции железобетонные сборные выше отм.0.000.	14.02.2022 (для АР)	30.04.2022
Allplan IFC	Выгрузка КР выше отм 0,000 Allplan-IFC-Revit		
КЖ3	Конструкции железобетонные машинного помещения лифтов, чердака и кровли	20.02.2022 (для АР)	30.04.2022
КЖ.У1	Конструкции железобетонные. Узлы выше отм.0,000		30.03.2022

Продолжение таблицы 2

КЖ.У2	Конструкции железобетонные. Узлы машинных помещений, чердака и кровли		30.04.2022
ВТ.Л	Вертикальный транспорт. Лифт		30.04.2022
КР.И1	Конструктивные решения ниже отм.0.000. Изделия		30.04.2022
КР.И2	Конструктивные решения выше отм.0.000. Изделия		30.04.2022
КР.И3	Конструктивные решения. Изделия машинного помещения лифтов, чердака и кровли		30.04.2022
АР1	Архитектурные решения ниже отм. 0,000	10.02.2022 (для КЖ, ОИС, ГП)	28.02.2022
АР2	Архитектурные решения выше отм.0,000	28.02.2022 (для КЖ, ОИС)	30.03.2022
АР3	Архитектурные решения чердака, машинного помещения лифтов, кровли	15.03.2022 (для КЖ, ОИС)	30.04.2022
Вim	Проверка архитектуры на коллизии		
1	2	3	4
АИ	Архитектурные решения интерьеров мест общего пользования жилого дома		30.04.2022
АР.У	Архитектурные решения.		30.04.2022

Продолжение таблицы 2

СУ	Альбом решений санитарных узлов жилого дома		30.04.2022
ТМ	Тепломеханические решения	15.03.2022 (для ЭОМ, АК)	30.04.2022
ПС, ОП.АДУ	Пожарная сигнализация, оповещение о пожаре	15.03.2022 (для ЭОМ)	30.04.2022
НВК	Наружные сети водоснабжения и канализации	15.03.2022 (для ГП)	30.04.2022
ЭС	Электроснабжение 0,4кВ	15.03.2022 (для ГП)	30.04.2022
ЭН	Наружное электроосвещение	15.03.2022 (для ГП)	30.04.2022
СС	Внутренние сети связи и диспетчеризация	15.03.2022 (для ЭОМ)	30.04.2022
ОВ	Отопление и вентиляция	10.02.2022 (для КЖ, АР) (ЭОМ, АК)	30.04.2022
ВК	Водопровод и канализация	10.02.2022 (для КЖ, АР)	30.04.2022
1	2	3	4
ЭОМ	Электрооборудование. Электроосвещение.	10.02.2022 (для КЖ, АР)	30.04.2022
Вим	Проверка на пересечки коммуникаций		

Продолжение таблицы 2

УКУТ	Узел коммерческого учета тепла		30.03.2022
АТМ	Автоматизация тепломеханических решений		
ТЭД	Техническая эксплуатация жилого дома		30.04.2022
ГП	Генплан	20.02.2022 (для АР, КЖ, ОИС)	30.04.2022
Allplan IFC	Финальная выгрузка Allplan-IFC-Revit		
Итого	3 месяца		

Для анализа эффективности прием расчетный рабочий период в 1 год. Исходя из календарных графиков, представленных в таблицах 1 и 2, при применении САД технологии будет выполнено 2 проекта, при ВІМ 4 проекта.

Произведен расчет денежных поступлений. Стоимость проектных работ определяется двумя способами:

- По сборнику базовых цен [40][41];
- По укрупненному нормативу цены.

В представленной организации стоимость по сборнику базовых цен определяется для проектирования государственных объектов, следовательно строительство жилых домов определяется по укрупненному нормативу цены.

Оценка стоимости проектирования 1м² составляет 1650 руб. Стоимость проекта многосекционного жилого дома переменной этажности общей площадью 24100 м² составит 1650 * 24100 = 39 765 000 руб. Договорная стоимость проекта принимается 38 500 000 руб. с НДС.

Произведен расчет расходов при применении САД технологии:

Таблица 3 - Заработная плата сотрудников с учетом налогов (ФОТ):

Сотрудник	ФОТ (руб./год)
Директор (1)	2 625 000
Главный инженер (1)	2 100 000
Главный инженер проекта (1)	1 680 000
Главный архитектор проекта (1)	1 680 000
Архитекторы (3)	4 032 000
Конструкторы (4)	5 376 000
Инженеры водоснабжения и канализации (2)	2 688 000
Инженеры тепломеханических решений (1)	1 344 000
Инженеры отопления и вентиляции (2)	2 688 000
Инженеры электроснабжения (2)	2 688 000
Инженеры слаботочных сетей (2)	2 688 000
Итого	29 589 000

Затраты на программное обеспечение (ПО)

-Лицензия программного комплекса для автоматизированного проектирования – 20 лицензий по 65 000 руб. на одно рабочее место (1 300 000 руб.)

Произведен расчет расходов при применении BIM технологии:

При применении BIM технологий в статью расходов добавляется заработная плата BIM-менеджера и BIM-координатора.

Таблица 4 - Заработная плата сотрудников с учетом налогов (ФОТ):

Сотрудник	ФОТ (руб./год)
Директор (1)	2 625 000
Главный инженер (1)	2 100 000
Главный инженер (1)	1 680 000
Главный инженер проекта (1)	1 680 000
Главный архитектор проекта (1)	4 032 000
Архитекторы (3)	5 376 000
Конструкторы (4)	2 688 000
Инженеры водоснабжения и канализации (2)	1 344 000
Инженеры тепломеханических решений (1)	2 688 000
Инженеры отопления и вентиляции (2)	2 688 000
Инженеры электроснабжения (2)	2 688 000
ВМ-менеджер (1)	1 344 000
ВМ-координатор (1)	1 344 000
Итого	32 277 000

-Лицензия программного комплекса для информационного моделирования – 22 по 128 000 руб. на одно рабочее место (2 816 000 руб.)

А) Автоматизированное проектирование:

-Выручка от 2 проектов стоимостью 38 500 000 каждый:

77 000 000 руб.

-НДС 20%: 15 400 000 руб.

-Текущие расходы (зарплата и программное обеспечение):

30 889 000 руб.

-Прибыль: 30 711 000 руб.

-Налог на прибыль 20%: 6 142 200 руб.

-Чистая прибыль: 24 568 000 руб.

Б) Информационное моделирование:

-Выручка от 4 проектов стоимостью 38 500 000 каждый:

154 000 000 руб.

-НДС 20%: 30 800 000 руб.

-Текущие расходы (зарплата и программное обеспечение):

35 093 000 руб.

-Прибыль 20%: 88 107 000 руб.

-Налог на прибыль: 17 621 400 руб.

-Чистая прибыль: 70 485 600 руб.

Для сравнения эффективности, полученные результаты сведены в таблицу

1. Изменения в показателях при информационном моделировании дополнительно отражены в процентном отношении к автоматизированному проектированию.

Таблица 5 Сравнительная таблица полученных результатов

Технология	Выручка от проектирования	ФОТ	ПО	Чистая прибыль
CAD	77 000 000	29 589 000	1 300 000	24 568 000
ВМ	154 000 000	32 277 000	2 816 000	70 485 600
Изменение	+100%	+9,1%	+116,6%	+186,9%

В последующих подразделах будут описаны факторы, которые не только непосредственно влияют на увеличение скорости проектирования, но и помогают избежать дополнительных проектных работ и сократить расходы во время возведения строительного объекта.

2.2 Анализ ведомостей материалов и оборудования

При автоматизированном проектировании ведомости изделий, материалов и оборудования проектировщики заполняют самостоятельно, просчитывая необходимые элементы вручную. В связи с недостаточной полнотой данных (в сравнении с информационным моделированием), при увеличении объемов проектирования расхождение между материалами, заложенными в спецификации и необходимыми по факту производства работ увеличиваются всё больше. Впоследствии, на этапе возведения строительного объекта, такое расхождение влечет за собой:

- Увеличение сроков строительства, из-за необходимости приостановки работ для закупки недостающих материалов.

- Возможное увеличение расходов на закупку материалов, из-за роста цен, относительно первоначальных закупочных, либо потери специальных оптовых цен.

- Дополнительные работы на внесение изменений в проектную документацию.

При информационном моделировании ведомости заполняются автоматически, проектировщик только проверяет верность параметров элементов. Качество и точность спецификаций в разы повышается, относительно спецификаций, выполненных при автоматизированном проектировании, расхождение между проектными объемами и объемами по факту становится незначительным и в случае несоответствия не является

критичным. Также, автоматическое заполнение ведомостей исключает человеческий фактор, в следствии дальнейших корректировок проекта, все новые элементы будут добавлены, а старые исключены программой.

Для наглядного сравнения выполнена сводная таблица с расхождением закладываемых материалов между фактическим, спецификациями в BIM и спецификациями CAD, на основе инженерных сетей водоснабжения и водоотведения.

Таблица 6 – Сводная таблица расхождения материалов

Материалы	CAD	BIM	Фактические объемы
Трубопроводы стальные	582 метров	605 метров	600 метров
Трубопроводы полипропиленовые	2437 метров	2658 метров	2663 метров
Трубопроводы полиэтиленовые	9231 метров	10526 метров	10561 метров
Фасонные изделия	12154 штук	15847 штук	15932 штук
Запорная арматура	1211 штук	1247 штук	1249 штук

Таблица 7 – Таблица отношения объемов в проекте к фактическим

Материалы	CAD	BIM
Трубопроводы стальные	-3%	+0,83%
Трубопроводы полипропиленовые	-8,50%	-0,20%
Трубопроводы полиэтиленовые	-12,60%	-0,34%
Фасонные изделия	-23,72%	-0,54%
Запорная арматура	-5,05%	-0,17%

Исходя из анализа ведомостей материалов видно, что отклонение в объемах материалов по основным позициям при применении CAD технологий – 10,57%, в то время как максимальное значение при применении BIM не превышает 1%

Нехватка материалов в таком объеме, как при применении CAD технологий не способна быть перекрыта закладываемыми запасами, при закупках, что влечет за собой необходимость дополнительных работ по внесению изменений. Усредненный показатель необходимого времени по всем отделам – 2 недели, в переводе на ФОТ из подраздела 2.1, получаем сумму, равную 1 232 875 рублей.

При применении BIM технологии, запас при закупе перекрывает отклонение в объемах и не влечет за собой дополнительных работ, а, следовательно, и дополнительных затрат на проектирование.

Также, не стоит забывать, что необходимость внесения изменений в проектную документацию и закуп недостающих материалов негативно сказываются на сроках строительно-монтажных работ, не только увеличивая их,

но и влечет за собой дополнительные расходы за простой техники и людей, при невозможности перераспределения рабочих потоков.

2.3 Выявление коллизий на стадии проектирования

Одним из важных факторов, усложняющим строительно-монтажные работы и вызывающим необходимое внесение изменений в проектную документацию, а следовательно, и дополнительные работы со всеми вытекающими работами являются коллизии. Коллизии - несогласованность и противоречие элементов смежных разделов одного проекта. По опыту, данные работы могут занимать дополнительное время, в объеме до 15-20%, относительно основных сроков проектирования.

При автоматизированном проектировании инженер-проектировщик не всегда может достаточно точно представить себе, как в действительности будет выглядеть то или иной узел.

При информационном моделировании, согласно исследованиям, проведенным НИУ МГСУ совместно с ООО «КОНКУРАТОР», а также опыту рассматриваемой строительной компании, количество коллизий снижается до 100%. Благодаря встроенным инструментам в комплексе информационного моделирования все места наложения элементов друг на друга отображаются и указываются в отчете на этапе проверки.

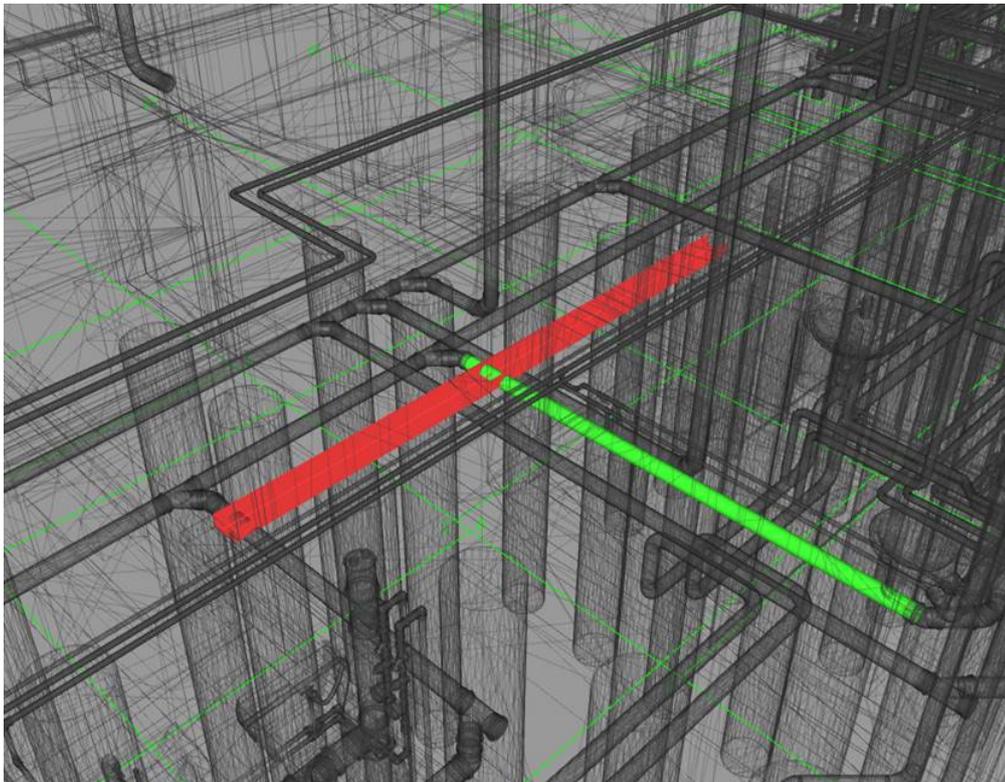


Рисунок 3 – Пересечение канализационной трубы с кабельным лотком

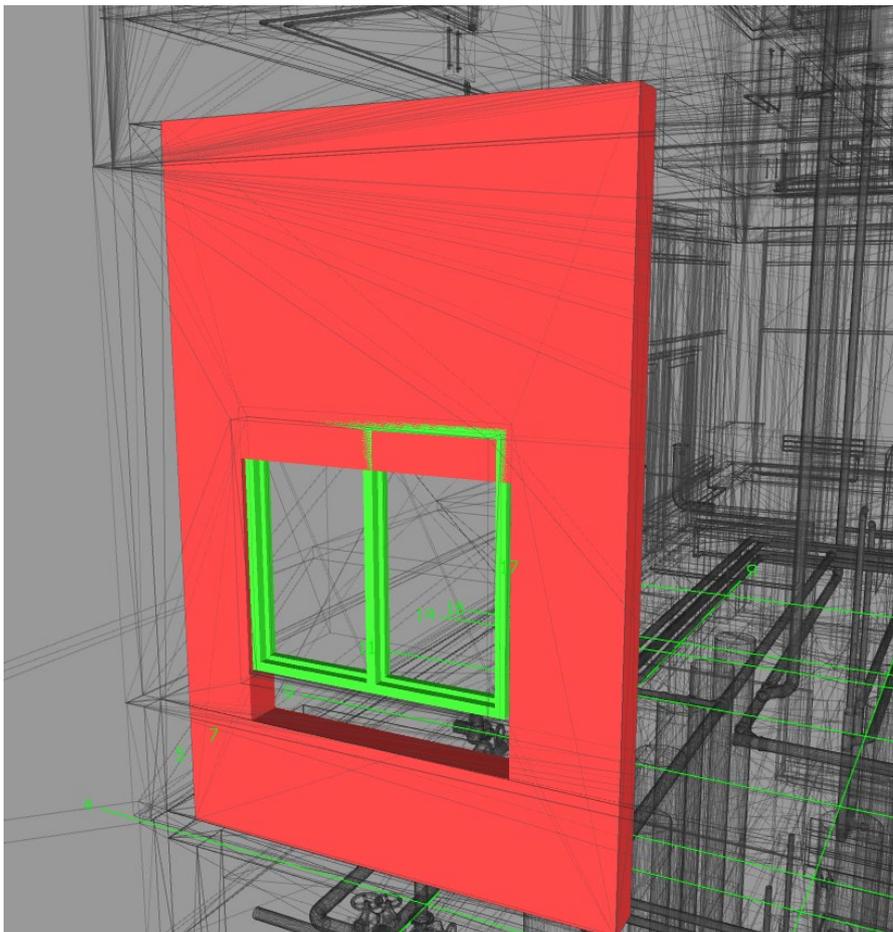


Рисунок 4 – смещение окна в тело стены

В технологии САД подобного инструмента определения коллизий на этапе проектирования нет, всё зависит от внимательности и опыта проектировщика. Но даже несмотря на степень аккуратности проработки проекта, коллизии всё равно возникают во время строительно-монтажных работ, что требует дополнительных работ на внесение изменений.

Данные работы могут занимать достаточно продолжительный временной промежуток, так как требуют увязки со смежными отделами. По усредненным показателям между всеми отделами, данные работы могут занимать до 1 месяца в сумме. На основании расчетов в подразделе 2.1 затраты на данные работы оцениваются в 2 465 750 рублей.

2.4 Внедрение дополнительных инструментов

Один из факторов, сокращающих сроки проектирования в BIM технологии, убирая рутинную работу, не требующих ценного времени квалифицированного специалиста, являются всевозможные скрипты, плагины и готовые шаблоны.

Дополнительные инструменты выполняют широкий спектр задач, от маркировки помещений и элементов инженерных систем до замены параметров в ведомостях изделий и материалов в зависимости от выбранных схем исполнения строительного объекта.

Скрипты и плагины в основном своем необходимы для помощи проектировщику ускорить процесс оформления готовых чертежей, а следовательно, и выдачу документации на дальнейшее согласование и работу с ней.

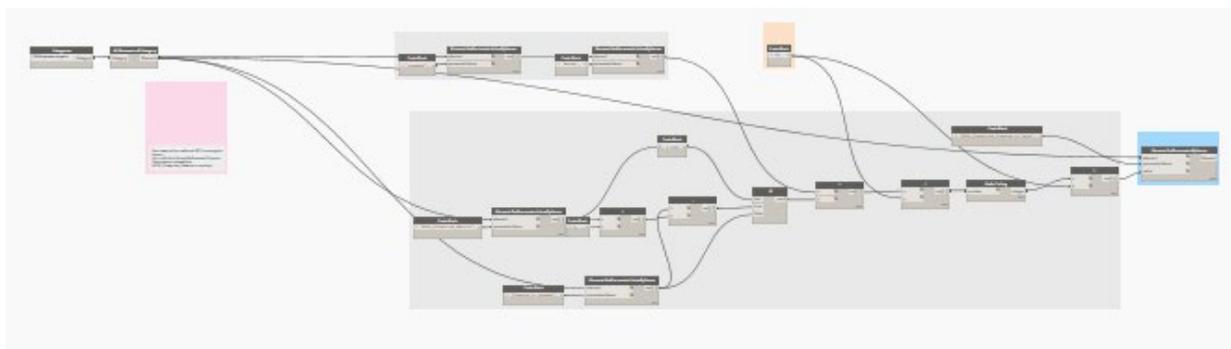


Рисунок 5 – Скрипт на автоматировку элементов инженерных сетей

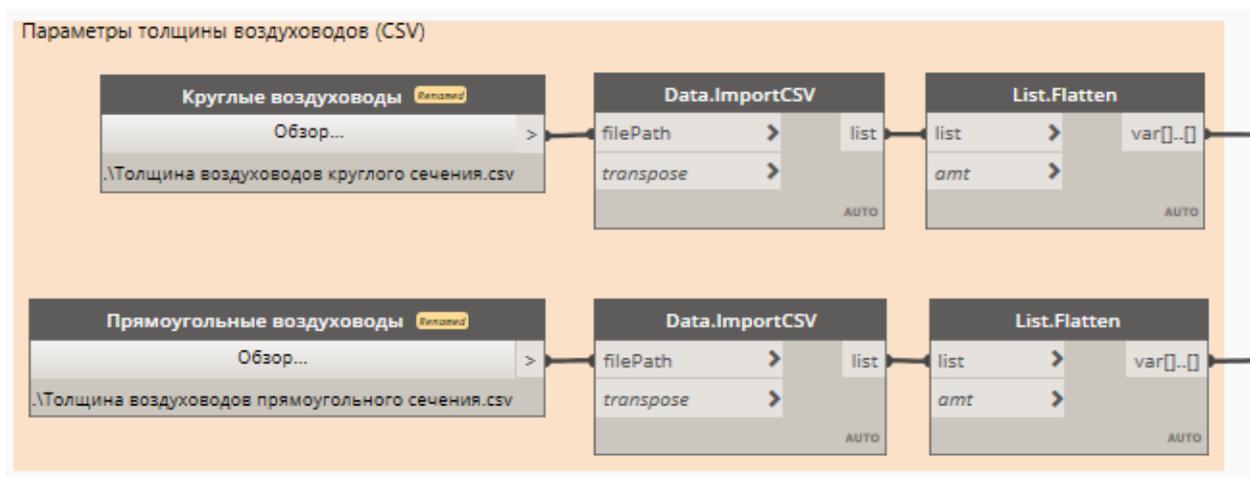


Рисунок 6 – Состав скрипта на автоматировку элементов инженерных сетей

2.5 Внесение изменений

Внесение изменений практически неизбежно в подавляющем большинстве проектов.

В CAD технологии внесение изменений, а в особенности их оформление занимает очень продолжительное время, так как необходимо изменить не только конкретный элемент, но и всё, что связано с ним и на что он способен повлиять.

В BIM технологии внесение изменений увеличивается на 60%, в связи с тем, что программное обеспечение автоматически подстраивает все связанные

элементы под корректируемый объект. Помимо ускорения внесения изменения, уменьшается количество ошибок, зависящих от человеческого фактора.

3 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В таблице приведены показатели результатов деятельности компании при работе в BIM технологии, относительно показателей работы в CAD.

Таблица 8 – Таблица показателей результатов деятельности

Постоянные показатели	
Показатель	Значение (%)
Сроки проектирования	-50%
Выручка	+100%
ФОТ	+9,1%
Ежегодные траты на ПО	+116,6%
Чистая прибыль	+186,9%
Переменные показатели	
Показатель	Значение (%)
Количество коллизий	-100%
Расхождение объемов заложенных и фактических объемов материалов	-10-15%
Трудозатраты на внесение изменений	-60%
Трудозатраты на оформление документации	-50%

Опираясь на эту таблицу, организации, желающие внедрить в свою деятельность технологию информационного моделирования, могут спрогнозировать результаты своей деятельности, после внедрения, используя имеющиеся данные текущих показателей.

В результате проделанной работы было выполнено сравнение затрат и прибыли проектного подразделения строительной компании при использовании САД технологии и при использовании внедренной BIM технологии, с полностью обученным штатом сотрудников, наработанной библиотекой семейств и технических решений.

При применении информационного моделирования срок реализации проектов увеличивается в 2 раза.

При незначительном увеличении затрат на ФОТ и увеличении затрат на ПО в 2 раза чистая прибыль вырастает практически в 3 раза. В денежном эквиваленте эти цифры выглядят более внушительно: при увеличении затрат на 4 204 000 руб. прирост чистой прибыли составляет 45 917 600 руб.

Такой значительный прирост прибыли позволяет организации, при необходимости увеличить число сотрудников, что соответственно позволит увеличить производительность и объем прибыли ещё больше. Также, у руководства появляется возможность повысить заработную плату сотрудникам, что, несомненно, скажется в положительную сторону на их производительности, вовлеченности в работу и заинтересованности в дальнейшем профессиональном развитии.

Главным выводом подобного анализа можно считать абсолютное превосходство, с экономической точки зрения, технологии информационного моделирования над автоматизированным проектированием.

Заключение

В работе рассматривается вопрос внедрения технологий информационного моделирования в проектных компаниях.

В результате выполненного исследования можно сформулировать следующие выводы и предложения.

В сегодняшней реальности отрасль инвестиций и строительства является одной из самых важных в экономике. Это объясняется тем, что объекты, которые строятся в этой отрасли, удовлетворяют первоочередные и необходимые потребности населения, при этом вложения в создание и реконструкцию объектов обеспечивают высокую прибыль и эффективность.

Опыт Великобритании и Сингапура показывает, что внедрение инновационных технологий информационного моделирования требует разработки новых процессов и стандартов. Эти процессы должны быть тщательно спланированы и проверены на практике, чтобы эффективность их использования могла быть оценена. Для достижения этой цели важно понимать, как работают данные технологии и наличие правовых документов, регулирующих их использование, необходимо как на уровне предприятий, так и на уровне государства целиком.

Результаты работы могут быть рекомендованы к использованию в практической деятельности строительных компаний, проектных организаций, для увеличения прибыли, возможности развития и расширения, совершенствования деятельности и приведения её в соответствие с требованиями законодательства и текущими тенденциями рынка.

Список литературы

- 1 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла [Электронный ресурс]: СП 333.1325800.2020.
- 2 Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования [Электронный ресурс]: СП 404.1325800.2018.
- 3 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели [Электронный ресурс]: СП 328.1325800.2020.
- 4 Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах [Электронный ресурс]: СП 331.1325800.2017.
- 5 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами [Электронный ресурс]: СП 301.1325800.2017.
- 6 Талапов, В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В.В. Талапов. - М.: ДМК Пресс, 2011. - 392 с.
- 7 Куприяновский, В.П. BIM - цифровая экономика. Как достигли успеха? Практический подход к теоретической концепции. Часть 1. Подходы и основные преимущества BIM / В.П. Куприяновский, С.А. Синягов, А.П. Добрынин // International Journal Of Open Information Technologies. - 2016. - № 3 (т.4). - С. 1-8.
- 8 Ляпина, А.Р. Выявление необходимости проведения государственной экспертизы для BIM-проектов в России / А.Р. Ляпина, С.И. Бородин // Управление инвестициями и инновациями. – 2017. – № 2. – С. 68-75.

9 Градостроительный кодекс Российской Федерации от 03.08.2018 [Электронный ресурс] (ред. от 01.01.2019).

10 О модернизации строительной отрасли и повышении качества строительства года [Электронный ресурс] (ред. от 19.07.2018): поручение Президента Российской Федерации от 07.07.2018 г. № Пр-1235.

11 Об утверждении плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства [Электронный ресурс] (ред. от 04.03.2015): приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 29.12.2014 г. № 926/пр.

12 О внесении изменений в План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства, утвержденный приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации № 926/пр от 29.12.2014 г. [Электронный ресурс] (ред. от 04.03.2015): приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 04.03.2015 г. № 151/пр.

13 Куприяновский, В.П. BIM – основы и преимущества применения технологии / В.П. Куприяновский, П.А. Тищенко, С.А. Синягов, М.А. Раевский, С.И. Савельев, В.В. Кононов, А.И. Сачик [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.dataplus.ru>

14 Лытнев, О.А. Основы финансового менеджмента / О.А. Лытнев. - Калининград: Калининградский университет, 2000. – 120 с.

15 Скрипкин К.Г. Экономическая эффективность информационных систем / Скрипкин К.Г. - Москва, 2002. – 254 с.

16 Оценка применения BIM-технологий в строительстве. Результаты исследования эффективности применения BIM-технологий в инвестиционно-строительных проектах российских компаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://nopriz.ru>

17 Грахов, В.П. Развитие систем BIM проектирования как элемент конкурентоспособности / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, А.Х. Иштряков // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1.

18 Талапов, В.В. Что влияет на внедрение BIM в России / В.В. Талапов // САПР и графика. - 2010. - № 11.

19 Талапов, В.В. Внедрение BIM в России: куда оно пойдёт? / В.В. Талапов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://isicad.ru>

20 Чегодаева, М.А. Этапы формирования и перспективы развития BIM-технологий / М.А. Чегодаева // Молодой ученый. - 2017. - № 10. - С. 105-108.

21 Король, М.Г. Внедрение BIM в РФ на уровне отрасли: технологические, психологические, социальные и даже политические аспекты появления новых сводов правил / М.Г. Король [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://concurator.ru>

22 Румянцева, Е.В. BIM-технологии: подход к проектированию строительного объекта как единого целого / Е.В. Румянцева, Л.А. Манухина // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. - 2015. - № 5 (18). - С. 33–36.

23 Козлов, И.М. Оценка экономической эффективности внедрения BIM / И.М. Козлов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.integralsib.ru>

24 BIM-технологии в России. Информационное моделирование зданий и сооружений [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.tadviser.ru>

25 Король, М.Г. Переход на BIM - снова поручено начать / М.Г. Король [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://concurator.ru>

26 Леонов, В.В. BIM-технологии: проектирование, экспертиза, эксплуатация / В.В. Леонов // Строительная орбита. - 2016.- № 10.

27 Куприяновский, В.П. BIM - цифровая экономика. Как достигли успеха? Практический подход к теоретической концепции. Часть 1. Подходы и основные преимущества BIM / В.П. Куприяновский, С.А. Синягов, А.П.

Добрынин // International Journal Of Open Information Technologies. - 2016. - № 3 (т.4). - С. 1-8.

28 Куприяновский, В.П. BIM - цифровая экономика. Как достигли успеха? Практический подход к теоретической концепции. Часть 2. Цифровая экономика / В.П. Куприяновский, С.А. Синягов, А.П. Добрынин // International Journal Of Open Information Technologies. - 2016. - № 3 (т.4). - С. 9-20.

29 Талапов, В.В. Внедрение BIM: впечатляющий опыт Сингапура / В.В. Талапов // САПР и графика. - 2016. - № 1.

30 Пугачев, С.В. Стандартизация технологий информационного моделирования / С.В. Пугачев // Вестник государственной экспертизы. - 2018. - № 04. - С. 28-33.

31 Жук, Ю.Н. BIM-технологии: разработка национальных стандартов / Ю.Н. Жук // Вестник государственной экспертизы. - 2018. - № 01. - С. 54-59.

32 Андропов, В.В. Технологии на службе эффективности / В.В. Андропов // Вестник государственной экспертизы. - 2017. - № 01. - С. 40-43.

33 Нисбет, Н. Эффективная автоматизация проверки строительных решений на соответствие строительным нормам / Н. Нисбет, А. Серых // Экспресс-информ. Алматы: Проектная академия «KAZGOR». - 2010. - № 11(89). - С.30.

34 Прытова, А.А. Состояние инвестиционно-строительной деятельности в современной России / А.А. Прытова // Novaum. - 2017.

35 Габрин, К.Э. Основы имитационного моделирования в экономике и управлении: учебное пособие для самостоятельной подготовки студентов / К.Э. Габрин, Е.А. Лясковская. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. – С.108.

36 О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года [Электронный ресурс] (ред. от 19.07.2018):

указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204. – Режим доступа: Система Консультант плюс

37 О федеральной государственной информационной системе ценообразования в строительстве [Электронный ресурс] (ред. от 13.12.2017): постановление Правительства РФ от 23.09.2016 г. № 959. – Режим доступа: Система Техэксперт

38 О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс] (ред. от 28.09.2018): распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р – Режим доступа: Система Консультант плюс

39 О государственной программе Российской Федерации «Информационное 96 общество» (2011–2020 гг.) [Электронный ресурс] (ред. от 12.08.2018): распоряжение Правительства РФ от 20.10.2010 г. № 1815-р – Режим доступа: Система Консультант плюс 16 Об утверждении критериев, на основании которых устанавливается аналогичность проектируемого объекта капитального строительства и объекта капитального строительства, применительно к которому подготовлена проектная документация, в отношении которой принято решение о признании проектной документации экономически эффективной проектной документацией повторного использования [Электронный ресурс] (ред. от 16.10.2018): приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16.10.2018 г. № 662/пр – Режим доступа: Система Консультант плюс

40. Справочник базовых цен на проектные работы для строительства. Объекты жилищного и гражданского строительства. М., 2003.

41. Общие указания по применению Справочников базовых цен на проектные работы для строительства. М., 2002.