

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

ЛУШНИКОВ Александр Сергеевич

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА, СТОИМОСТИ И СРОКОВ
РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ
НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Специальность: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством:
экономика, организация и управление предприятиями, отраслями,
комплексами (строительство)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук, профессор
Асаул Вероника Викторовна

Санкт-Петербург – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 Проблемы обеспечения качества, стоимости и снижения сроков реализации инвестиционно-строительных проектов (ИСП)	10
1.1. Ключевые особенности проектирования при реализации ИСП.....	10
1. 2. Проблемы и преимущества внедрения технологий информационного моделирования (BIM) в России	25
1.3. Оценка эффективности реализации ИСП на базе многокритериального подхода, в основу которого заложены критерии обеспечения качества, стоимости и сокращения сроков строительства	32
ГЛАВА 2 Анализ возможностей повышения эффективности управления инвестиционно-строительным проектом на основе внедрения BIM технологий	53
2.1. Организационно-экономический механизм внедрения технологий информационного моделирования в практику российских проектных и строительных организаций	53
2.2. Внедрение облачного электронного документооборота.....	69
2.3. Разработка комплексного подхода внедрения BIM в управлении инвестиционно-строительными проектами.....	82
ГЛАВА 3 Разработка механизмов, реализующих преимущество внедрения BIM технологий в строительной компании – уменьшение стоимости квадратного метра недвижимости	96
3.1. Методика снижения рисков ИСП за счет использования BIM технологий.....	96
3.2. Разработка мер по повышению производительности менеджеров, управляющих ИСП.....	113
3.3. Оценка эффективности внедрения BIM технологии как инновационного и инвестиционного проекта.....	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	140
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	141

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. «Исчерпание возможностей экономического роста России, основанного на интенсивной эксплуатации сырьевых ресурсов, на фоне формирования цифровой экономики и появления ограниченной группы стран-лидеров, обладающих новыми производственными технологиями и ориентированных на использование возобновляемых ресурсов» – названо одним из больших вызовов для общества, государства и науки в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной указом Президента 1 декабря 2016 г.

Степень развития цифровой экономики, например, в странах ЕС определяется индексом DESI (*The Digital Economy and Society Index* – индекс цифровой экономики и общества). Оцениваются пять факторов: 1) возможности подключения (расширение фиксированной и мобильной широкополосной инфраструктуры, скорости и доступности); 2) кадровые ресурсы (цифровая грамотность населения); 3) использование Интернета для общения или осуществления транзакций; 4) интеграция цифровых технологий (доля цифрового контента; использование цифровых технологий и использование электронной коммерции организациями; 5) цифровые публичные услуги (развитие и использование электронных гос. служб) рис.1.

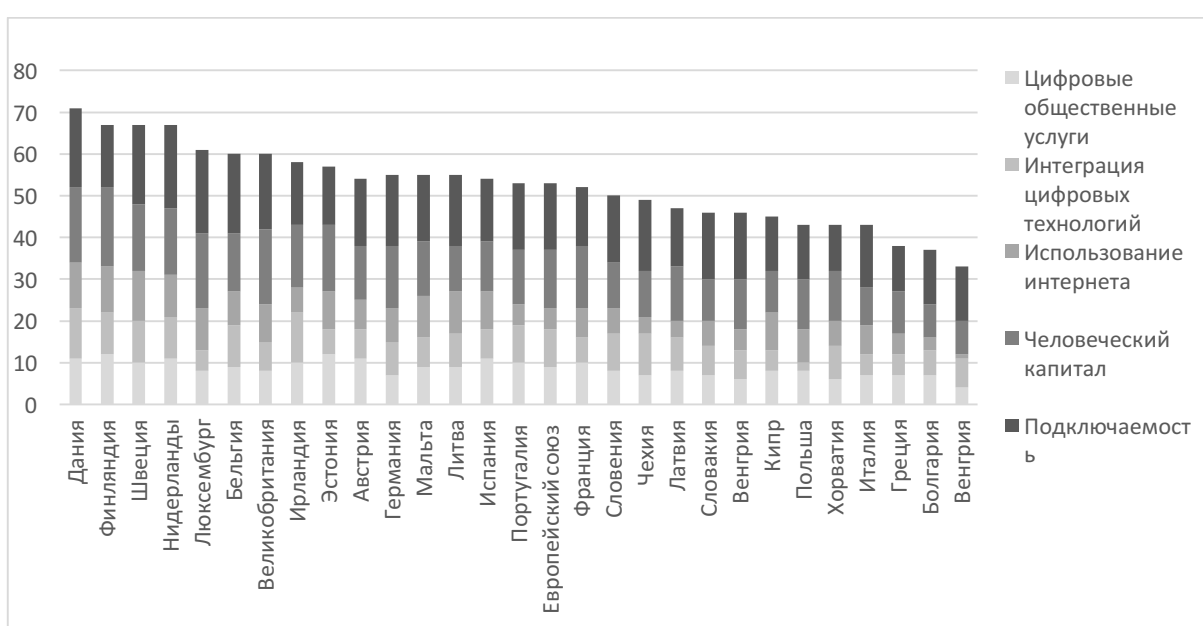


Рисунок 1 – Цифровой индекс Европейского союза

Для строительства переход к цифровой экономике открывает широкие возможности для того, чтобы на многое посмотреть с новой точки зрения. Цифровая экономика выступает, в данном случае, как новая основа для взаимодействия государства, бизнеса и науки. Примером может выступать технологии, позволяющие реализовывать на практике «умные контракты» в жилищном строительстве (блокчейн). Пилотный проект, реализуемый в настоящее время, дает возможность использовать возможности распределенного реестра при заключении сделок с долевым участием в строительстве. Но наиболее интересна интеграция данных возможностей с информационной технологией BIM (*Building Information Modeling* или *Building Information Model*), которую некоторые эксперты интерпретируют не только как информационную модель здания, но и как информационную модель процесса строительства. Появляются возможности для того, чтобы в контракте были отражены все необходимые сведения о реализации инвестиционно-строительного проекта (ИСП) на всех стадиях его жизненного цикла. Кроме того, опыт внедрения BIM показывает, что его внедрение позволяет устранить коллизии, возникающие в процессе строительства из-за ошибок проектирования, снизить риски некачественного проектирования и контролировать затраты на всех стадиях реализации ИСП.

Одним из показательных исследований, проведенных на эту тему, стала оценка эффективности применения BIM-технологий зарубежными и российскими организациями, проведенная НИУ МГСУ совместно с ООО «КОНКУРАТОР», показавшая увеличение показателей чистого дисконтированного дохода (*NPV*) до 25%, роста индекса рентабельности (*PI*) до 14 – 15%, увеличение показателя внутренней нормы доходности (*IRR*) до 20%, сокращение периода окупаемости ИСП до 17%, снижение себестоимости проекта, связанной со снижением затрат на стадии строительства до 30%.

Министерством строительства и ЖКХ разработан План мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах «жизнен-

ного цикла» объекта капитального строительства. В нем описаны мероприятия, содержащие поправки в законодательство, регламентирующие разработку соответствующих профессиональных стандартов, и пр. Для обязательного применения технологий BIM в строительстве это необходимо, однако не дает ответа на вопрос: как внедрить технологии информационного моделирования в организации, реализующей ИСП, для обеспечения эффективности этого процесса и снижения рисков. Это обуславливает высокую актуальность темы представленного исследования.

Степень разработанности научной проблемы. Проблемам развития строительства в России посвящены работы таких ученых как А. Н. Асаул, Е. Г. Гужва, И. В. Дроздова, С. А. Ершова, В. А. Заренков, Л. М. Каплан, В. А. Кошеев, А. Н. Ларионов, К. В. Малинина, Ю. П. Панибратов, Е. В. Песоцкая, А. А. Петров, Н. Г. Плетнева, С. А. Ситдииков, Е. Б. Смирнов, Р. А. Фалтинский, И. В. Федосеев, Н. В. Чепаченко и др.

Эффективность реализации ИСП, риски этого процесса и проблемы инвестиционного проектирования рассматриваются в трудах В. Д. Ардзинова, В. В. Асаул, В. П. Грахова, Д. И. Локтя, И. Г. Лукмановой, С. Г. Опарина, А. А. Сахарова, Д. Н. Силки, А. А. Ткачева, Н. В. Чепаченко и др.

Внедрению информационных технологий в деятельность строительных организаций посвящены работы Р. Г. Абакумова, Б. Е. Величковского, Я. В. Жарова, М. Ш. Мустафина, О. Пакидова, М. В. Пастуховой, С. Ю. Пириевой, К. В. Постнова, В. В. Талапова, Л. А. Трофимовой, А. В. Смирновой, Ю. Н. Чудинова, Н. Ю. Яськовой и др.

Однако данные исследования не освещают всех практических вопросов внедрения BIM-технологий в деятельность организаций, реализующих ИСП.

Целью исследования является разработка инструментария внедрения технологий информационного моделирования в деятельность организаций, реализующих инвестиционно-строительные проекты, позволяющего обеспечить их качество, стоимость, сроки, эффективность их реализации и снижение рисков.

Задачи исследования:

- 1) разработать модель снижения затрат реализации ИСП на основе многокритериального подхода, использование которой позволит обеспечить качество, стоимость и сроки реализации ИСП;
- 2) разработать организационно-экономический механизм внедрения технологий информационного моделирования в деятельность организаций, реализующих инвестиционно-строительные проекты;
- 3) разработать комплексный подход к внедрению BIM-технологий в организации;
- 4) представить методику минимизации рисков ИСП с использованием BIM;
- 5) предложить методический инструментарий оценки внедрения BIM-технологий в деятельность организации, реализующей ИСП.

Объект исследования: организации, реализующие инвестиционные проекты в строительстве.

Предмет исследования: управленческие отношения, возникающие в процессе обеспечения качества, стоимости и сокращения сроков реализации ИСП с использованием BIM.

Теоретической и методологической основой диссертации стали труды отечественных и зарубежных ученых, посвященные вопросам инвестиционного проектирования, проблемам обеспечения эффективности инвестиционных проектов в строительстве; исследование на практике особенностей и проблем внедрения информационных технологий в деятельность организаций, реализующих ИСП. В ходе исследования применялись системный, информационный подходы, методы экономико-математического моделирования. **Информационной базой диссертации** стали эмпирические данные, описывающие опыт реализации инвестиционных проектов в строительстве, содержащиеся в печатных изданиях, научных публикациях, практических исследованиях, интернет, материалах научно-практических конференций, публикациях Росстата.

Научная новизна исследования заключается в разработке инструментария, позволяющего обеспечить качество, стоимость и сроки реализации ИСП на основе внедрения технологий информационного моделирования.

К числу основных результатов, полученных лично автором и обладающих **научной новизной**, относятся следующие.

1. Разработана **экономико-математическая модель** снижения затрат реализации ИСП на базе многокритериального подхода, в основу которого заложены критерии обеспечения качества, стоимости и сокращения сроков строительства, на основе преимуществ внедрения информационного моделирования: повышение точности и устранение ошибок проекта, снижение рисков некачественного проектирования, возможность быстрого внесения изменений в проект и контроля затрат на всех стадиях реализации ИСП.

2. Разработаны **условия и мероприятия повышения конкурентоспособности** организаций, реализующих инвестиционно-строительные проекты, на основе внедрения организационно-экономического механизма информационного моделирования: систематизация юридических основ и инженерных показателей, их применения в изысканиях, проектировании и строительстве; организация инфраструктуры и обучение профессионального резерва для их внедрения; законодательное утверждение необходимого использования технологий информационного моделирования при реализации ИСП с участием бюджетных средств РФ.

3. Разработан **сценарий внедрения технологий информационного моделирования** в организации, основанный на комплексном подходе к этому процессу, в отличие от существующих предлагающий сценарий выделения функциональной единицы в оргструктуре, включающей специалистов по каждой стадии проектирования, реализующих концепцию BIM, осуществляющих обучение персонала и организацию рабочих мест для разработки: пространственной модели строящегося объекта, связанной с календарно-сетевым графиком проекта; наглядной детализации стоимости проекта; систематиза-

ции информации, как о конструкции самого объекта, так и обо всех технических системах, установленных на объекте.

4. Представлена **методика минимизации рисков ИСП с использованием BIM**, включающая 5 этапов (разработку 3D модели проекта, плановой модели проекта и синхронизацию конструктивных элементов модели с календарным графиком; формирование фактической и комплексной модели на конкретную дату; систематизацию данных и их анализ, визуализацию и актуализацию графика выполнения работ, составление отчета о ходе строительства). Особенностью данной модели является учет риска изменения модели за счет оппортунистического поведения участников группы реализации BIM; контрактное разграничение их прав и обязанностей; контроль рисков несвоевременного выполнения работ; возможность корректировки нормативной базы ИСП и обоснованного определения сроков его выполнения.

5. Предложен **методический инструментарий оценки внедрения BIM-технологий** в деятельность организации, реализующей ИСП, включающий показатели оценки, целевые индикаторы, показывающие уровень достижения эффективности внедрения BIM (функциональной, экономической, социальной, научно-информационной, информационно-психологической) и пошаговую методику, позволяющую произвести оценку эффективности внедрения BIM в деятельность организации как инновационного и инвестиционного проекта.

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии научных основ обеспечения эффективности и снижения рисков инвестиционных проектов в строительстве на основе внедрения моделей и механизмов, изменяющих подход к инвестиционному проектированию и переход к информационным технологиям.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в возможности использования ее результатов организациями, реализующими ИСП, в ходе контроля обеспечения сроков, качества и стоимости строительства.

Апробация результатов исследования. Основные положения, выводы и результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс Санкт-Петербургского государственного университета, докладывались и получили одобрение на научных конференциях профессорско-преподавательского состава Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, а также на 72 научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета: «Архитектура – строительство – транспорт» (Санкт-Петербург, СПбГАСУ, 2016), используются специалистами АО «Астерос» и ООО «СпецСтройУниверс» г. Москва.

Публикации. По теме диссертации автором опубликовано 5 научных работ общим объемом 2,33 п. л., в том числе 4 статьи (2,23 п. л.) в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка использованной литературы.

Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности (шифр, наименование, пункт): 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами (строительство), 1.3.64. Теоретические и методологические основы обеспечения заданных сроков, стоимости, качества, экологичности и конкурентоспособности строительной продукции; 1.3.78. Развитие теории и методологии управления рисками инвестиционных проектов в строительстве.

ГЛАВА 1

Проблемы обеспечения качества, стоимости и снижения сроков реализации инвестиционно-строительных проектов (ИСП)

1.1. Ключевые особенности проектирования при реализации ИСП¹

В осуществлении ИСП участвует много сторон, и мировая практика координации договорных отношений между участниками ИСП достаточно развита и представлена многообразием вариантов. Однако нет общепринятой системной их классификации. Например, при реализации крупных ИСП при проведении конкурсных торгов встречаются указания о необходимости привлечения тех или иных видов подрядчика, ЕРС или ЕРСМ², а общем случае, достоверную модель осуществления проекта трудно представить ввиду большого многообразия контрактных отношений всех, кто участвует в ИСП.

Вследствие того, что нет четкой системы, описывающей все разновидности договорных отношений, возникающих при осуществлении ИСП, терминология и общее понимание этого процесса могут отличаться у различных участников ИСП. В цели настоящего исследования не входит систематизация и разработка классификации всех возможных, на сегодняшний день, контрактных отношений, но представляет интерес взаимосвязь терминов «инвестиционно-строительный процесс», «инвестиционно-строительный проект» и «жизненный цикл проекта». Это нужно для достижения цели исследования – поиска возможностей повышения эффективности реализации ИСП и определения роли информационного моделирования в этом процессе.

¹ По материалам исследования, проведенного в данном параграфе, опубликована статья: Лушников, А. С. Проблемы проектирования инвестиционно-строительных проектов на современном этапе / А. С. Лушников // Вестник гражданских инженеров. – № 3 (56) июнь. – 2016. – С. 279 – 289. (0,65 п. л.).

² Договор ЕРС – инжиниринг, поставки, строительство (от. англ. *engineering, procurement, construction*); договор ЕРСМ – управление инжинирингом, поставками, строительством (от англ. *engineering, procurement, construction management*).

Понятия, которые будут применяться в настоящем исследовании, изложены и проиллюстрированы на рисунках 1.1 и 1.2 [53].



Инвестиционно-строительный Проект - любое, ограниченное временными рамками, инвестиционное предприятие, направленное на создание нового уникального объекта недвижимости, без которого невозможно достижение целей инвестирования.

Инвестиционно-строительный Процесс – последовательная совокупность этапов стадии реализации инвестиционно-строительного проекта, направленная на достижение целей инвестирования путем создания или изменения объектов недвижимости.



Рисунок 1.1 – Базовый инвестиционно-строительный процесс

Рисунок 1.2 – Круговой инвестиционно-строительный процесс

Взаимосвязь понятий жизненного цикла проекта (ЖЦП) и инвестиционно-строительного процесса (ИСПр) интересует по причине более широкого содержания первого. Для ИСПр существуют стандартные задачи управления, заключающиеся в поэтапном осуществлении стадий ИСП, для которых определен необходимый временной интервал, а для ЖЦП характерно наличие цикличности, которое проявляется в повторяемости реализации различных ИСП в дальнейшей работе над проектами.

На рисунке 1.3 представлено общепринятое понимание жизненного цикла проекта, включающего фазы его инициации и планирования. Фаза реа-

лизации ИСП является основной, как она является основной и в осуществлении ИСПр.

Фазы инициации и планирования могут закончиться отказом от реализации ИСП при проведении тщательного анализа, и ИСПр может не начаться уже после этих стадий. Начало рассмотрения ИСП будет свидетельствовать о принятии решения о начале проекта, включая инвестиционное решение, направление на серьезную аналитическую разработку и первоначальное видение высокой вероятности успешной реализации ИСП. Кроме этого в ЖЦП проекта входят стадии не только поэтапного контроля его хода, но и мониторинга хода его реализации. Происходит накопление информации и опыта, которые могут не соответствовать целям реализуемого ИСП на настоящий момент, но стать базой для реализации дальнейших проектов.

Еще одна особенность ЖЦП заключается в том, что стадия завершения ИСПр может стать началом инициации нового ИСП. Это отображено на рисунках 1.3 и 1.4 [53].

Поэтому повторяемость, накопление базы данных и опыта осуществления различных ИСП, отклонений различных параметров в ходе этого процесса, уточнения проектных и постпроектных задач, возможностей управления сроками, стоимостью и качеством ИСП становятся определяющими характеристиками ЖЦП.

Детализировать ИСПр можно бесконечно. Главным признаком, который объединяет фазы, находящиеся близко друг к другу, являются задачи, которые необходимо решить на данном этапе осуществления ИСПр.

Фаза анализа возможностей поиска финансовых ресурсов для осуществления ИСП, привлечения в достаточном объеме собственных и заемных средств, должна осуществляться сразу после этапа инициации проекта. В случае отрицательного результата, здравый смысл останавливает реализацию ИСПр.

Могут возникать различные сервисные работы, связанные с подготовкой и получением разрешительной документации, анализом рисков, монито-

рингом и т. п. Они могут присутствовать во всех укрупненных стадиях ИСПр, и выделять их в отдельные, как правило, нет необходимости.

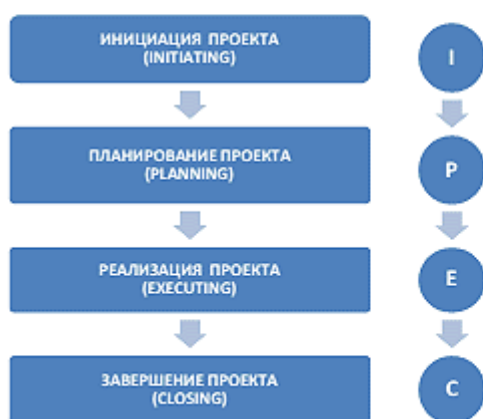


Рисунок 1.3 – Классический жизненный цикл проекта

Жизненный цикл проекта
 – последовательная совокупность взаимосвязанных во времени стадий изменения статуса (текущего состояния) проекта, задаваемая исходя из потребностей управления проектом.

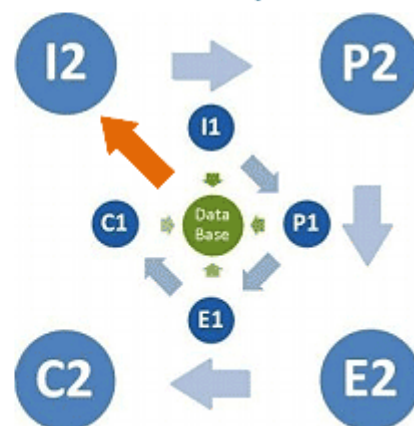


Рисунок 1.4 – Сбор и анализ данных для нового проекта

Кроме этого, некоторый объем работ, включенный в прединвестиционную стадию, может выполняться профессиональными консультантами или специализированными организациями. Это могут быть специалисты в области недвижимости, анализа соответствующих рынков, анализа осуществимости ИСП и т. п.

После разработки и утверждения бизнес-плана содержание ИСП согласовывается с государственными органами и финансовыми институтами, происходит формирование организационной структуры управления ИСП (матричные структуры и пр.), однако прописывать эту стадию в качестве отдельной стадии ИСПр не целесообразно.

Общий смысл состоит в том, что соседствующие фазы ИСП имеют, зачастую одни временные рамки, похожие операции и отделить их четко определенными границами, зачастую, не имеет смысла.

Существует англоязычный термин у иностранных партнеров *Project Lifecycle Process (PLP)* – *жизненный цикл процесса проекта*, который объ-

единяет исследуемые понятия и, на наш взгляд, соответствует общему понятию инвестиционно-строительного процесса. На рисунках 1.5, 1.6, 1.7 [53] приведены различные варианты ИСПр для различных видов девелопмента.

На этих примерах можно увидеть, что единообразия в определении конкретных стадий инвестиционно-строительного процесса не существует. Всегда необходимо учитывать специфику девелопмента и видов строительства. Намного более важным, чем детализация фаз инвестиционно-строительного проекта, является уяснение тех задач, которые необходимо будет решать в процессе его реализации и определение тех функций и их ранжирование по важности, выполнение которых обеспечит успешную реализацию ИСП с обеспечением его необходимых сроков, стоимости и качества.

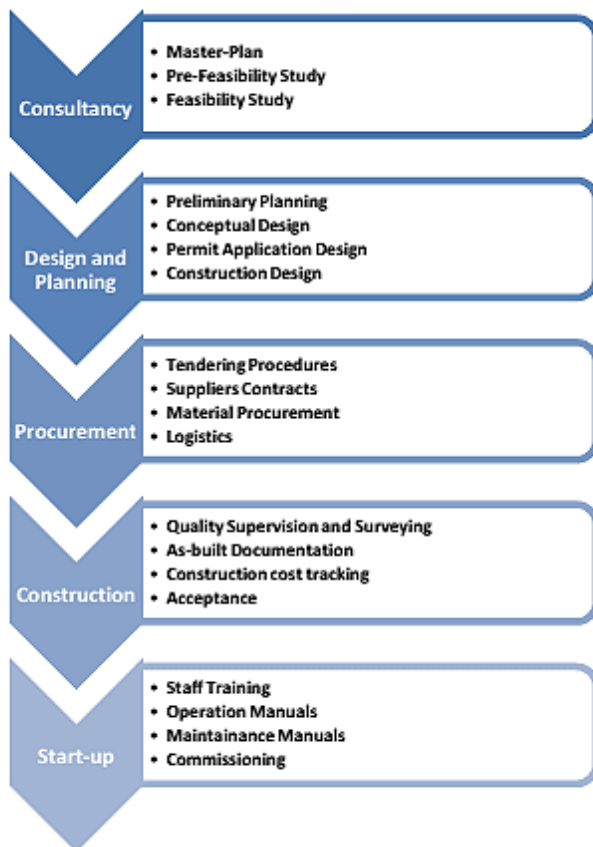


Рисунок 1.5 – Вариант ИСП для не-индустриального девелопмента

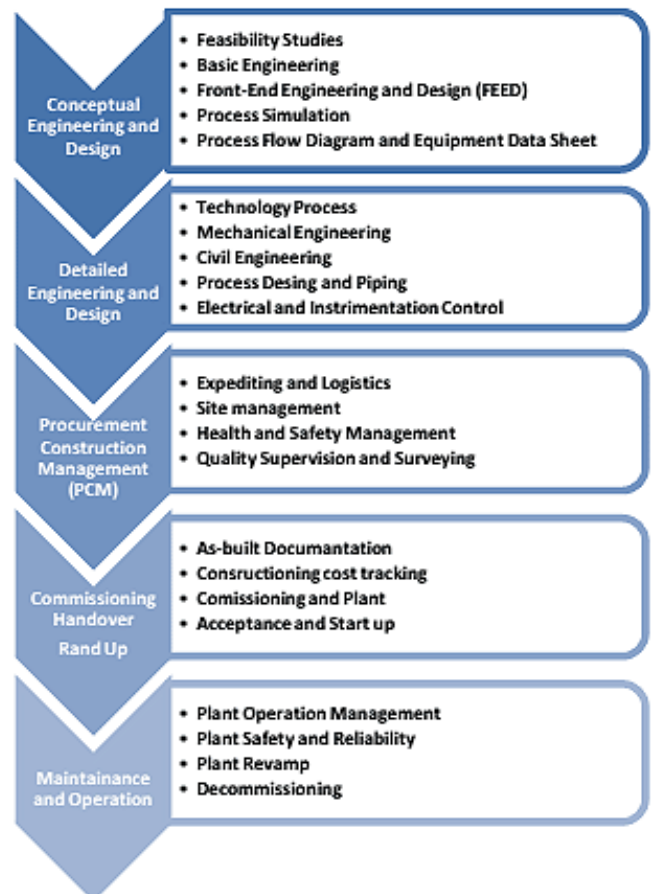


Рисунок 1.6 – Вариант ИСП для индустриального девелопмента

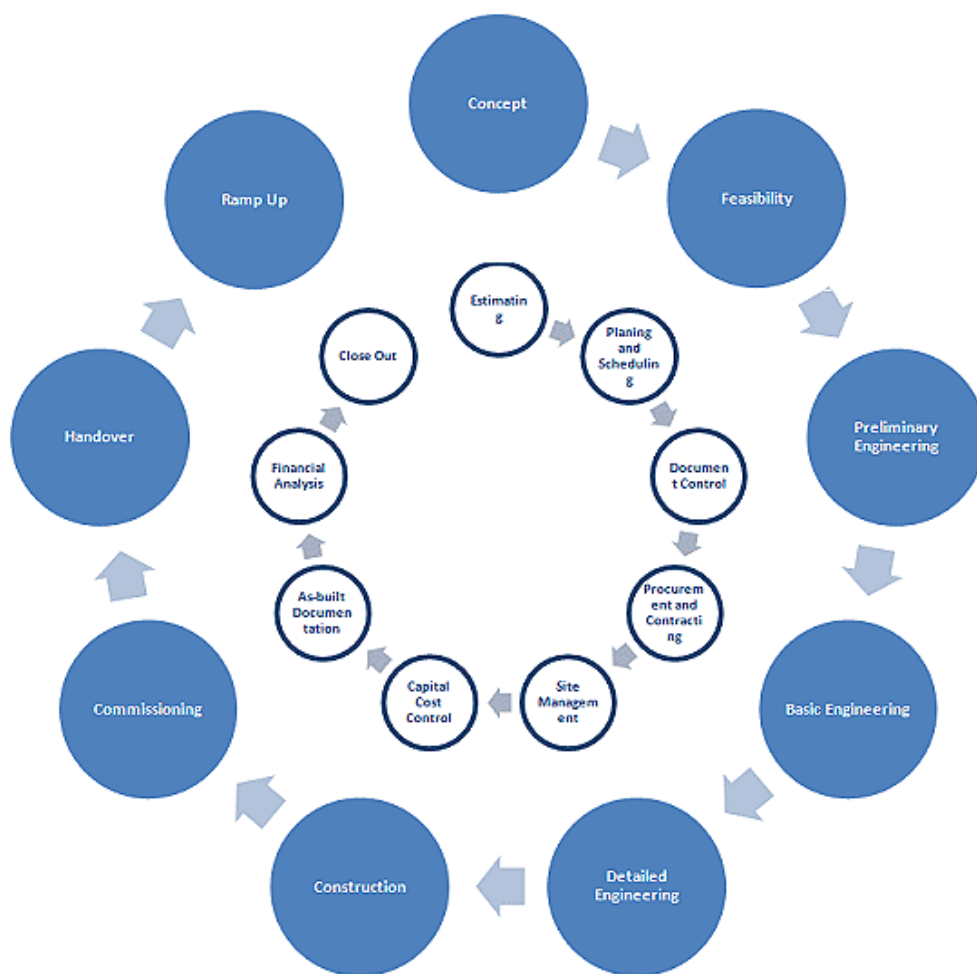


Рисунок 1.7 – Круговой вариант ИСП для различного девелопмента

Для того, чтобы снизить риски осуществления ИСП и уменьшить уровень неопределенности строительным компаниям полного цикла необходима разработка, внедрение и использование программ инвестиционного планирования и проектирования.

«Наукой архитектора» называли проектирование во времена античности, потому, что в задачи архитектора входило не только участие в возведении зданий, но и в разработке и строительстве военных машин. В трудах механика и архитектора римской эпохи Витрувия³ изложены основные положения этой науки (около 2 тыс. лет назад).

³ Марк Витрувий Поллион (лат. Marcus Vitruvius Pollio; I век до н. э.) — римский архитектор и механик, учёный-энциклопедист. На данный момент известна только фамилия — Vitruvius. Имя Марк и прозвище (когномен) Поллион являются вероятными, поскольку источником большей части биографических сведений являются труды самого Витрувия.

Если обратиться к истории СССР, то можно увидеть, что проектирование рассматривалось способом устранения «узких мест» в строительстве на ранних этапах развития союза. Оно имело кустарный характер, преобразование которого в специализированные проектные организации началось только с 1929 г.

Можно выделить ряд особенностей сферы строительства, определяющих, в свою очередь, и особенности проектирования, в частности, это могут быть и характер продукции, условия труда, организация и управление производством, специфика материально-технического обеспечения, технологические особенности и т. п.

Для каждого вида строительства присущи характерные специфические черты: промышленного, гражданского, транспортного, сельскохозяйственного и т. п. Можно остановиться на общих чертах строительства, например, жилой застройки, чтобы выделить общие особенности проектирования в строительстве и его ключевую проблематику. В цели исследования не входит подробное исследование особенностей проектирования, а для решения проблем повышения эффективности осуществления ИСП посредством внедрения его прогрессивных форм данный обзор может служить в качестве исходной базовой предпосылки. На рисунке 1.8 представлены основные отличительные черты сферы строительства.

В основе базового организационно-технологического проектирования строительства объекта недвижимости лежит увязка технологических, временных и организационных решений, определяющих возможность выполнения строительно-монтажных работ строительными организациями.

Оно включает в себя стадию планирования, в ходе которой определяется последовательность выполнения строительства. Прорабатываются вопросы обеспечения строительства необходимыми видами материальных ресурсов. Происходит выбор организационно-технологических схем возведения здания и разработка организационно-технологических моделей этого процесса.

Особенности сферы строительства	
Временное размещение строительного производства	После завершения ИСП и ввода объектов недвижимости в эксплуатацию строительно-монтажные работы (СМР) останавливаются, средства и предметы труда производства перемещаются на новый объект
Неподвижность строительной продукции	В течение длительного времени создается и используется строительная продукция там, где она закреплена территориально, используется в течение длительного периода времени
Индивидуальность ИСП и ИСПр	Каждому строительному объекту, проекту и процессу присущи индивидуальные черты, характерные только для него, в зависимости от географических, климатических, природных, ландшафтных и других условий
Невозможность нарушения последовательности технологии	Возведение объекта недвижимости возможно только в определенной последовательности: завершение одного рабочего процесса предшествует началу другого. Существует временная определенная взаимосвязь между операциями технологического процесса
Многовариантность организации строительства	Возведение временных зданий, сооружений и инженерных коммуникаций до начала СМР, влекущее возможное изъятие средств из хозяйственного оборота на продолжительное время; пересмотр решений в ходе строительства при выявлении недочетов проектирования; отсутствие незавершенной продукции на складах организации и т. п.
Аритмичность строительного производства	В течение отчетного периода объемы СМР могут изменяться по видам и сложности, что затрудняет расчеты численности, квалификации и производительности труда рабочих
Определяющая роль функционального назначения объекта недвижимости в организации варианта реализации ИСП	Участие многих организаций в производстве строительной продукции; в строительстве объектов одновременно участвуют несколько подрядных и субподрядных специализированных организаций; тесная связь строительной отрасли с другими отраслями экономики страны; строительство связано и зависит от развития ряда других отраслей, особенно промышленности, которые обеспечивают его техническую оснащенность
Сезонная и климатическая зависимость	Колебания температур требуют обеспечения специальных условий, обеспечивающих строительство. Сейсмичность, особый рельеф местности, геологическое строение грунта требуют специальных расчетно-конструктивных решений и способов доставки строительных материалов и т. п.

Рисунок 1.8 – Основные отличительные черты сферы строительства

На основе объемно-планировочных решений выбираются методы организации и выполнения строительно-монтажных работ с использованием современных технологий и оборудования. Также в задачи организационно-технологического проектирования входит согласование деятельности всех участников строительства в соответствии с технологической последовательностью выполнения работ, их совмещение при необходимости, вопросы обеспечения безопасности и качества строительства.

При всей необходимости эффективного решения таких сложных и взаимосвязанных задач, организационно-технологического проектирование сталкивается с рядом трудностей, обусловленными как внутренними, так и внешними факторами.

Например, когда в качестве внутреннего фактора выступает низкая эффективность организационно-технологических решений, последствиями становятся увеличение фактических сроков строительства по сравнению с плановыми, повышается трудоемкость строительно-монтажных работ, падает производительность труда, снижается качество организации и управления строительством, что в свою очередь, ведет к низкому качеству строительно-монтажных работ.

Внешним фактором может выступать недостаточная проработка существующей методической и нормативно-правовой базы.

Тема влияния проектирования на качество строительства с технической точки зрения является темой отдельного исследования, поэтому рассмотрим некоторые ее особенности, определяемые спецификой строительного производства, представленной выше, целесообразным, на наш взгляд является переход к рассмотрению проектирования в увязке его эффективности с эффективностью организаций, реализующих ИСП.

На рисунке 1.9 представлены особенности проектирования, обусловленные особенностями сферы строительства.

Влияние реализации ИСП на финансово-хозяйственную деятельность строительной организации остается исследуемым сегодня вопросом. Кажу-

щийся очевидным ответ: чем успешнее ИСП, тем лучше финансово-хозяйственная деятельность строительной организации, не теряя своей справедливости, тем не менее, вызывает появление новых вопросов: какие должны быть оптимальные параметры запуска ИСП с инвестиционной точки зрения, как сформировать и реализовать такую программу инвестиционного проектирования и управления, которая смогла бы не только сохранить текущие значения показателей эффективности деятельности, но и вывести их на новый более высокий уровень.

Планирование и организация инвестиционных потоков, по своей сути, и является инвестиционным проектированием. Однако оно включает инвестиционный анализ, увязку краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных аспектов стратегий развития инвестиционно-строительной компании, бюджетов всех уровней, прогнозирование операционной деятельности и т. п.

Организационная модель системы инвестиционного проектирования в строительной организации приведена на рисунке 1.10. Он приведен в автореферате одной из диссертаций, посвященных именно управлению инвестиционным проектированием в строительстве. Автор использует термин строительное «предприятие», но в нашей работе мы будем придерживаться термина строительная «организация» (ГК РФ), а также «компания», как синоним.

На рисунке 1.11 приведена классификация видов проектирования в строительстве, в которой автором выделено инвестиционное проектирование в отдельный блок. Однако проблематика проектирования сегодняшнего дня включает в себя и другие аспекты, с которыми сталкиваются проектировщики при проектировании с использованием 2D-чертежей⁴:

- несогласованность разделов чертежей,
- наличие ошибок в проектировании,
- затраты времени на внесение и согласование изменений в проект, возникающие в ходе его реализации и т. п.

⁴ Проектирование на плоскости.

Особенности проектирования в строительстве	
Временное размещение строительного производства	Необходимость учета в проектировании применения временных зданий и сооружений (бытовых зданий, сетей, строительных конструкций, площадок, ограждений, оборудования и т.п.), которые можно неоднократно использовать
Неподвижность строительной продукции	Необходимость проектирования дорог, площадок, сетей около будущего объекта недвижимости и, соответственно, временных таких же сооружений на их месте в процессе строительства объекта
Индивидуальность ИСП и ИСПр	Необходимость использования как типовых организационно-технологических решений, так и разработки новых для последующего многократного применения в проектировании новых объектов недвижимости
Невозможность нарушения последовательности технологии	Необходимость комплексного представления строительно-монтажных работ и составление на этой основе организационно-технологических схем последовательного хода строительства
Многовариантность организации строительства	Необходимость разработки организационно-технологических схем на основе анализа существующих методов организации строительного производства, управления затратами, запасами и ресурсами, появляющихся новых технологий строительства
Аритмичность строительного производства	Необходимость планирования ритмичного выполнения строительно-монтажных работ путем расчета необходимой численности рабочих в соответствии с видами работ
Определяющая роль функционального назначения объекта недвижимости в организации варианта реализации ИСП	Необходимость планирования координации работы между подрядными организациями, организации складского хозяйства, своевременной поставки материалов и оборудования Учет в проектировании маркетинговых исследований рынка труда и материалов в зависимости от региональной специфики, географического места расположения и функционального характера объекта недвижимости
Сезонная и климатическая зависимость	Учет в проектировании региональных особенностей климатических условий, планирование на этой основе режимов труда и отдыха

Рисунок 1.9 – Особенности проектирования в строительстве

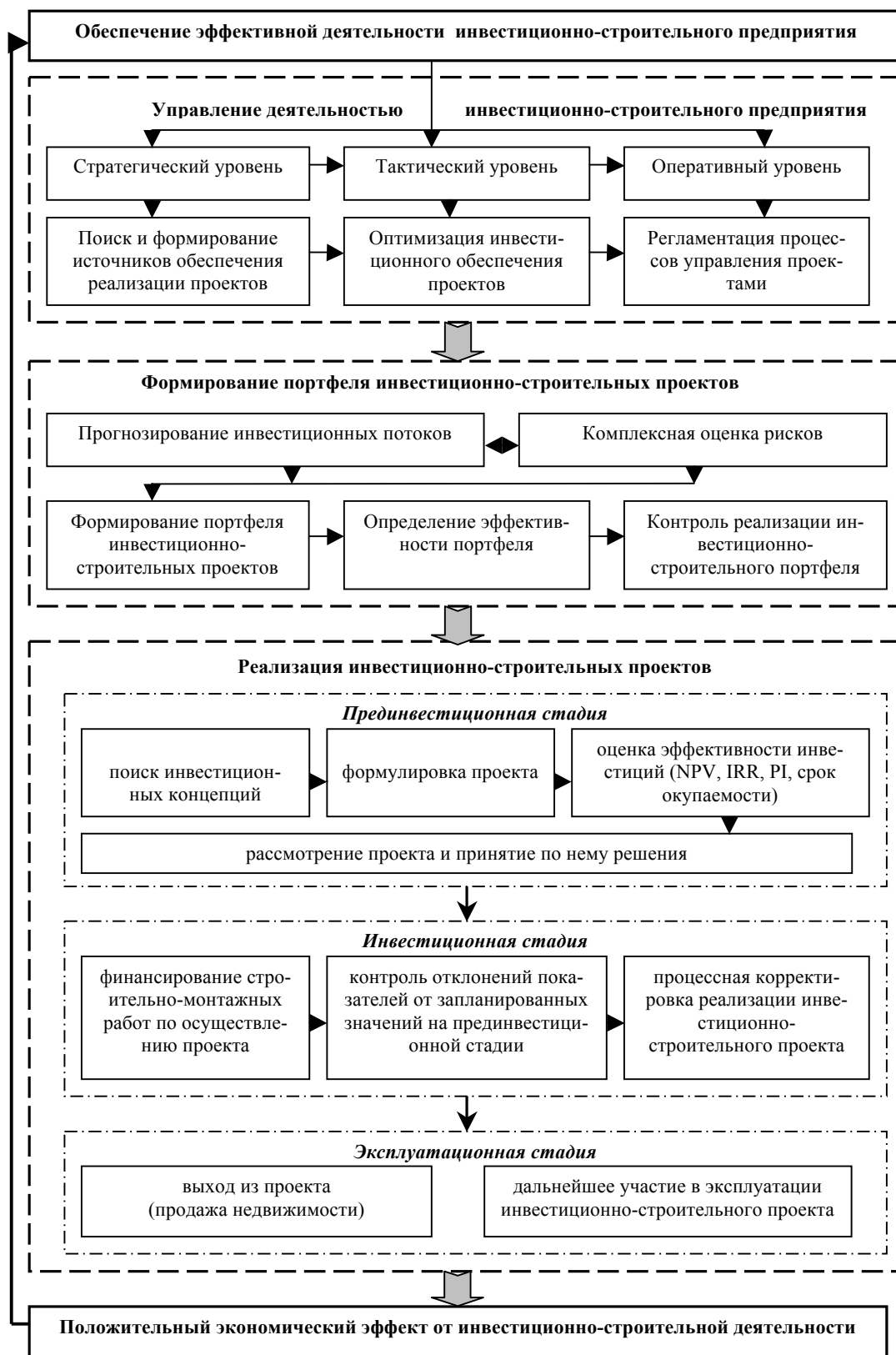


Рисунок 1.10 – Организационная модель системы инвестиционного проектирования на строительном предприятии [17]

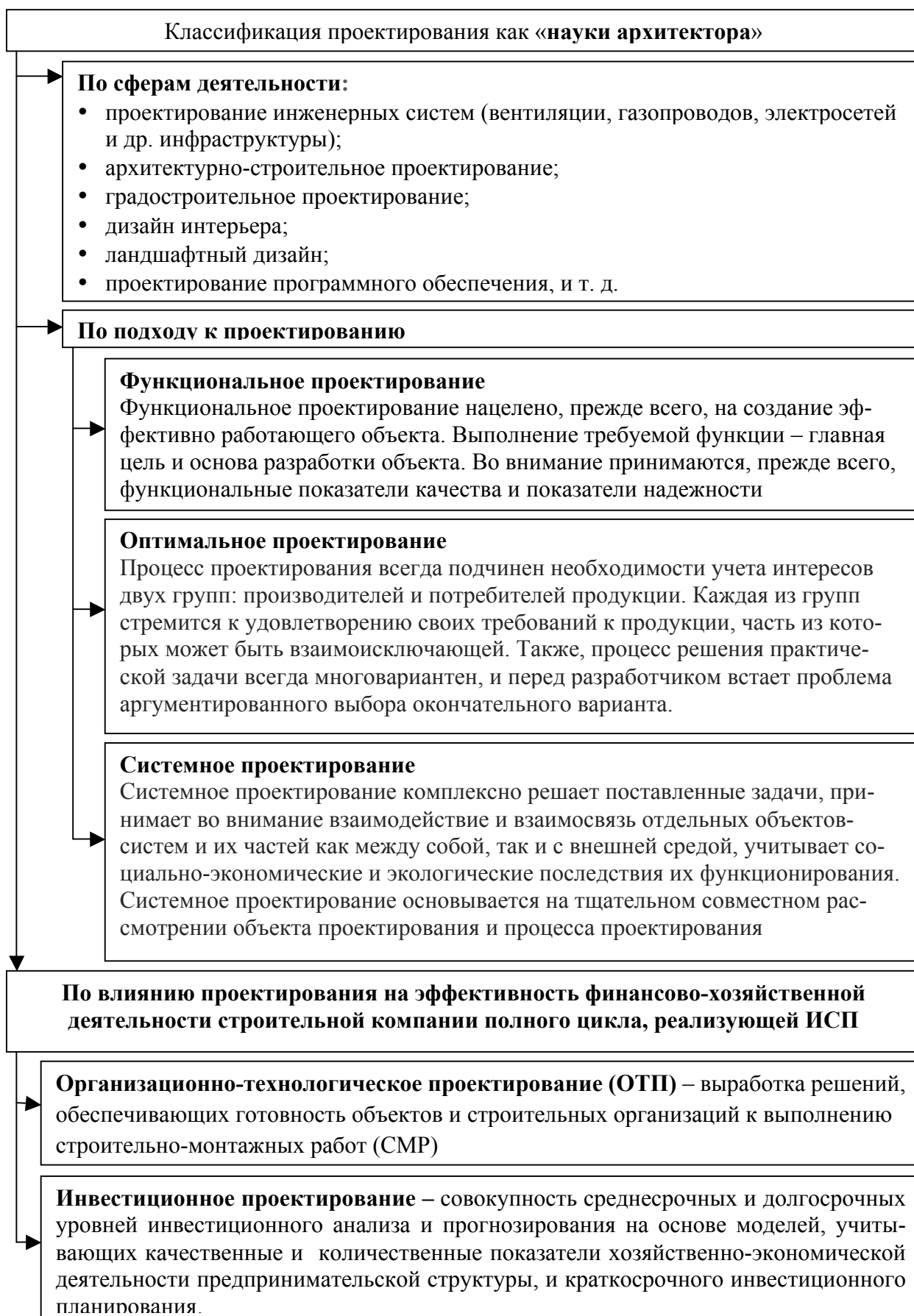


Рисунок 1.11 – Классификация видов проектирования в строительстве

В этой связи особенно актуальными выглядят предложения Минстроя РФ по поэтапному внедрению информационных технологий в сфере промышленного и гражданского строительства. Планируется разработка свода правил в области информационного моделирования в строительстве. В частности планируется разработка следующих сводов правил⁵:

«Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах»;

«Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели»;

«Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла»;

«Информационное моделирование. Правила организации работ производственно-техническими отделами».

Использование информационных технологий на этапе проектирования снижает риски допущения «механических» ошибок, существенно облегчает контроль, позволяет быстро вносить изменения и извлекать любые данные об объекте.

Глобальный характер экологической катастрофы, не возобновляемость различных ресурсов приводят к накоплению экологических проблем в сфере строительства и внедрению инновационных технологий, в частности, перехода от 2D к 3D (и более) видам моделирования, способным при грамотном внедрении сократить затраты реализации ИСП и нагрузку на окружающую среду за счет 100% точного проекта.

Одно новейших видов информационного моделирования – BIM-моделирование – стало практически его синонимом. Речь идет об информационных моделях строительства и информационных моделях здания, кото-

⁵ <http://www.minstroyrf.ru/press/svody-pravil-informatsionnogo-modelirovaniya-v-stroitelstve-utverdyat-k-2017-godu/>

рые увязываются с временными и стоимостными параметрами в ходе реализации ИСП.

Мировая практика показывает широкое внедрение информационного моделирования в сочетании с мерами государственной поддержки. На рисунке 1.12 показана продолжительность времени использования BIM технологий подрядчиками различных стран, что показывает значительную часть ИСП, выполняемых с помощью технологий информационного моделирования [117].

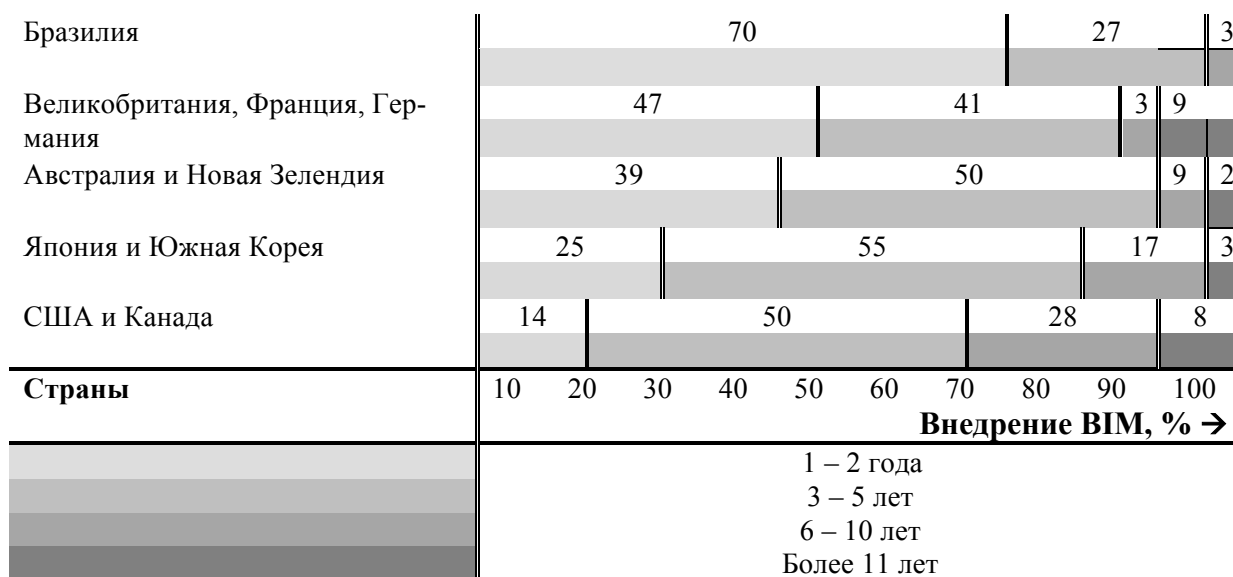


Рисунок 1.12 – Продолжительность времени использования BIM технологий подрядчиками различных стран.

Поэтому представляется целесообразным более подробно рассмотреть понятие BIM-моделирования как новой ступени в развитии проектирования в сфере строительства, рассмотреть проблемы и преимущества внедрения BIM технологий в России для того, чтобы определиться с достижением цели исследования – каким образом внедрение информационных технологий проектирования, в частности – BIM-технологий может повлиять на эффективность ИСП строительных компаний полного цикла.

1.2. Проблемы и преимущества внедрения технологий информационного моделирования (ВІМ) в России⁶

В последнее время термин «ВІМ технологии» все чаще употребляется не только в среде проектировщиков, но и на уровне Министерства строительства. Сокращение сроков, стоимости и обеспечения качества строительства – выступает как главный аргумент, звучащий в пользу внедрения этих технологий. Вопрос заключается в применимости их в широком масштабе практики проектирования и возможных «подводных камнях» данного внедрения.

Сам термин является аббревиатурой с английского *Building Information Modeling*, переводимое как информационное моделирование зданий. Однако данные технологии применимы и для других строительных объектов, таких как мосты, промышленные объекты, трубопроводы и т. п. Проектировщики, использующие ВІМ технологии, говорят о том, что в основе ВІМ лежит трехмерная информационная модель, на базе которой организована совместная работа. Разработчики информационных технологий, пытающиеся создать российские аналоги, дают своим разработкам различные названия «Комплексное информационное моделирование» и т. п. Это тема отдельного исследования, поэтому мы остановимся на пока общепринятом в профессиональной среде проектировщиков термине ВІМ.

Можно выделить две причины, по которым сегодня все большее внимание уделяется внедрению ВІМ технологий.

Первая причина связана с постоянными спутниками строительства – его высокими издержками и низкой эффективностью. Мировой опыт показывает, что на уровне национальной экономики тема ВІМ начинает звучать при возникающих проблемах с бюджетом, необходимости сокращения затрат на строительство, кризисными явлениями. В России, например, именно в период кризиса 2008 – 2009 гг. многие строительные холдинги начали переходить

⁶ По материалам исследования, проведенного в данном параграфе, опубликована статья: Лушников, А. С. Проблемы и преимущества внедрения ВІМ-технологий в строительных компаниях /А. С. Лушников // Вестник гражданских инженеров. – № 6 (53) декабрь. – 2015. – С. 252 – 257. (0,32 п. л.).

на технологии BIM моделирования. Таким образом, можно сказать, что появилась потребность для внедрения данных технологий в практическую деятельность строительных организаций для решения основных проблем строительной отрасли: снижения издержек и рисков и повышения производительности и качества.

Вторая причина связана с тем, что современные компьютерные технологии получают все более широкое распространение. Если мощная компьютерная техника и хорошие программные продукты были доступны единицам, то сейчас компания, обеспеченная заказами вполне может их себе позволить. Таким образом, BIM технологии стали доступными и практически применимыми.

Технологии BIM символизируют переход традиционных процессов строительства от «бумажного» принципа к цифровому.

Строительство объекта происходит дважды: сначала в виртуальном пространстве, затем физически в реальном. Цифровая информационная модель строящегося объекта на всех этапах его жизненного цикла помогает в решении возникающих задач. Она формируется на самых ранних его этапах, затем пополняется необходимой информацией и помогает при всестороннем анализе принятию наиболее эффективных управленческих решений.

На первом этапе проектировщик, используя программное обеспечение (авторский инструментарий), разрабатывает 3D модели, элементы которых на различных стадиях имеют различный уровень проработки (детализации) и насыщаются информацией в зависимости от стадии проекта (рисунок 1.13).

В автоматическом режиме могут обнаружиться различные коллизии, проблемные вопросы, после снятия которых, начинается выпуск документации для строительства.

В результате строитель получает информацию совершенно нового качества – достоверную картину того, что будет представлять собой будущий объект. На основе данных информационной модели считаются объемы, определяются лучшие способы реализации тех или иных конструкций и ре-

шений. «Облачный» способ хранения информации позволяет сотрудничать как архитектору и проектировщику, так и заказчику и строителю.

Добавляя к 3D пространственной модели параметр времени (календарно-сетевые графики) происходит визуализация процесса организации строительства: появляется возможность оптимизации производства работ, использования техники и логистических операций.

Степень насыщения информацией пространственной модели здания.

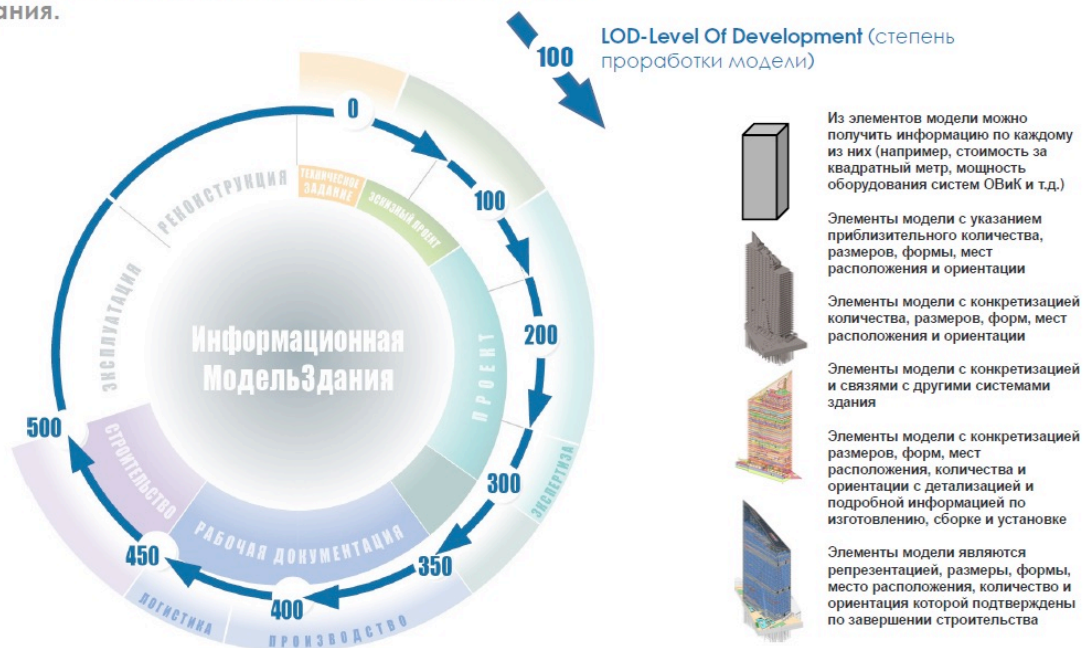


Рисунок 1.13 – Степень насыщения информацией пространственной модели здания [59]

Для специалистов сметчиков правильно сформированная модель тоже служит повышению эффективности их работы. При наличии соответствующих баз данных и специализированного программного обеспечения становится возможным контроль затрат на строительство на каждом этапе, их мониторинг и оперативная реакция на отклонения от бюджетных и стоимостных нормативов.

Ну и на этапе эксплуатации объекта недвижимости большие массивы информации, полученные на этапах проектирования и строительства, могут быть переданы и служить для построения системы управления и обслуживания объекта.

Таким образом, данные о проекте накапливаются на протяжении всего его цикла, хотя на сегодняшний день полный цикл встречается еще редко. Однако считается, что выгода от применения BIM технологий может быть значительной, и ее основным обладателем является заказчик, который должен уметь правильно сформулировать требования к исполнителям проекта, контролировать переданную ему информацию и использовать ее для оптимизации стоимости строящегося объекта (рисунок 1.14).

ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ BIM

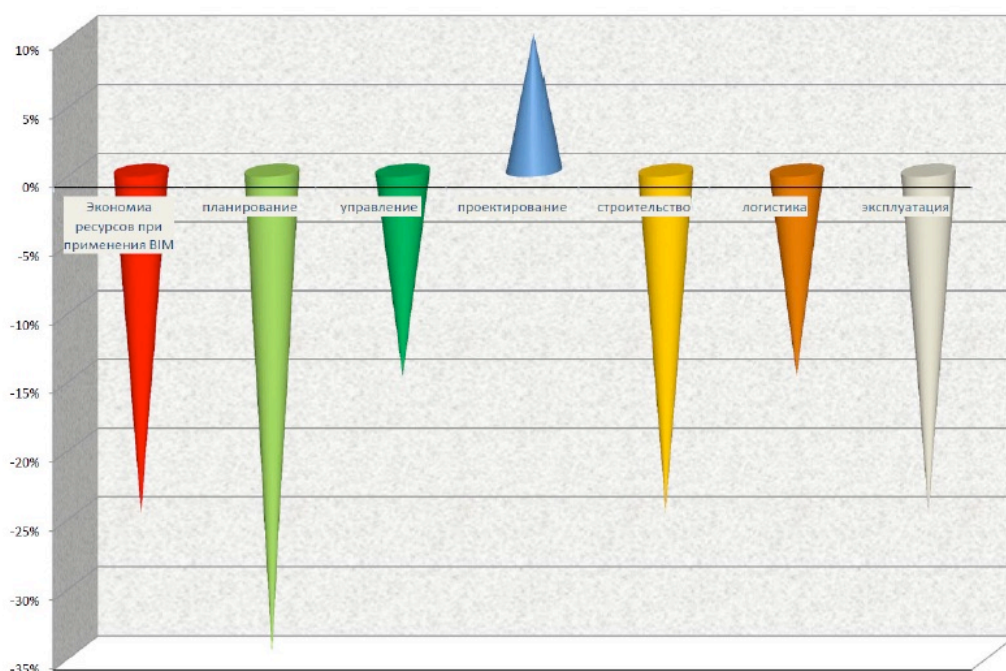


Рисунок 1.14 – Экономия ресурсов при применении BIM [59]

Однако, без выстроенной организации и культуры работы ни одна информационная модель не принесет ожидаемых результатов. Необходимо определение целей и задач использования BIM на каждом этапе проекта и разработка соответствующих требований.

Кроме этого возникает необходимость разработки новых профессиональных стандартов, документов и нормативных актов. По мнению Михаила Посохина, президента НОПРИЗа⁷, первоочередными задачами являются [30]:

⁷ Общероссийская негосударственная некоммерческая организация «Национальное объединение изыскателей и проектировщиков».

- «подготовка изменений в нормативные правовые и нормативно-технические акты, обеспечивающие разработку и экспертизу проектов в области промышленного и гражданского строительства с использованием технологий информационного моделирования, с последующим внедрением BIM как обязательной дисциплины при разработке и экспертизе проектной документации;

- внедрение с профильными министерствами в систему государственного обязательного и дополнительного образования соответствующих программ обучения;

- подготовка заказчиков, строителей, исполнителей подрядных работ к использованию методов цифрового моделирования и многомерных цифровых моделей».

Михаил Мень, министр строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, среди преимуществ внедрения BIM технологий выделяет повышение точности проектной документации, их доступность для восприятия для заказчика путем 3D-визуализации, снижение сроков проектирования, строительства, стоимости строительства и эксплуатации объекта недвижимости [30].

Вопрос разработки единого стандарта применения BIM технологий сегодня обсуждается на министерском уровне: создана специальная рабочая группа, база, включающая 23 пилотных проекта, разрабатывается план поэтапного внедрения BIM технологий в промышленном и гражданском строительстве.

Отдельным вопросом стоит подготовка специалистов в области экспертизы: их обучения, создания рабочих мест, выбора программного обеспечения. В планах и реализация единой платформы для работы в BIM.

Однако, осуществить все этапы внедрения будет достаточно сложно, оно может оказаться высоко затратным и создать проблему для малого бизнеса. Речь, скорее всего, должна идти о целесообразности использования BIM технологий в том или ином проекте. Проекты малого и среднего бизнеса

могут быть достаточно простыми, выполняться с помощью известных средств моделирования и не требовать 3D визуализации. Например, типовой проект школы или детского сада определенной в ней нужды не будет. Необходимо определиться с тем, кто будет использовать технологии информационного моделирования, что должно быть отражено в соответствующих профессиональных стандартах, введение которых планируется с 2017 г.

На рисунке 1.15 мы попытались схематично систематизировать те проблемы внедрения BIM технологий, которые лежат на поверхности и представить преимущества этого внедрения. Ключевой показатель, который интересует всех участников строительства – это снижение стоимости квадратного метра строящегося объекта недвижимости. И это является темой для дальнейшего комплексного исследования.

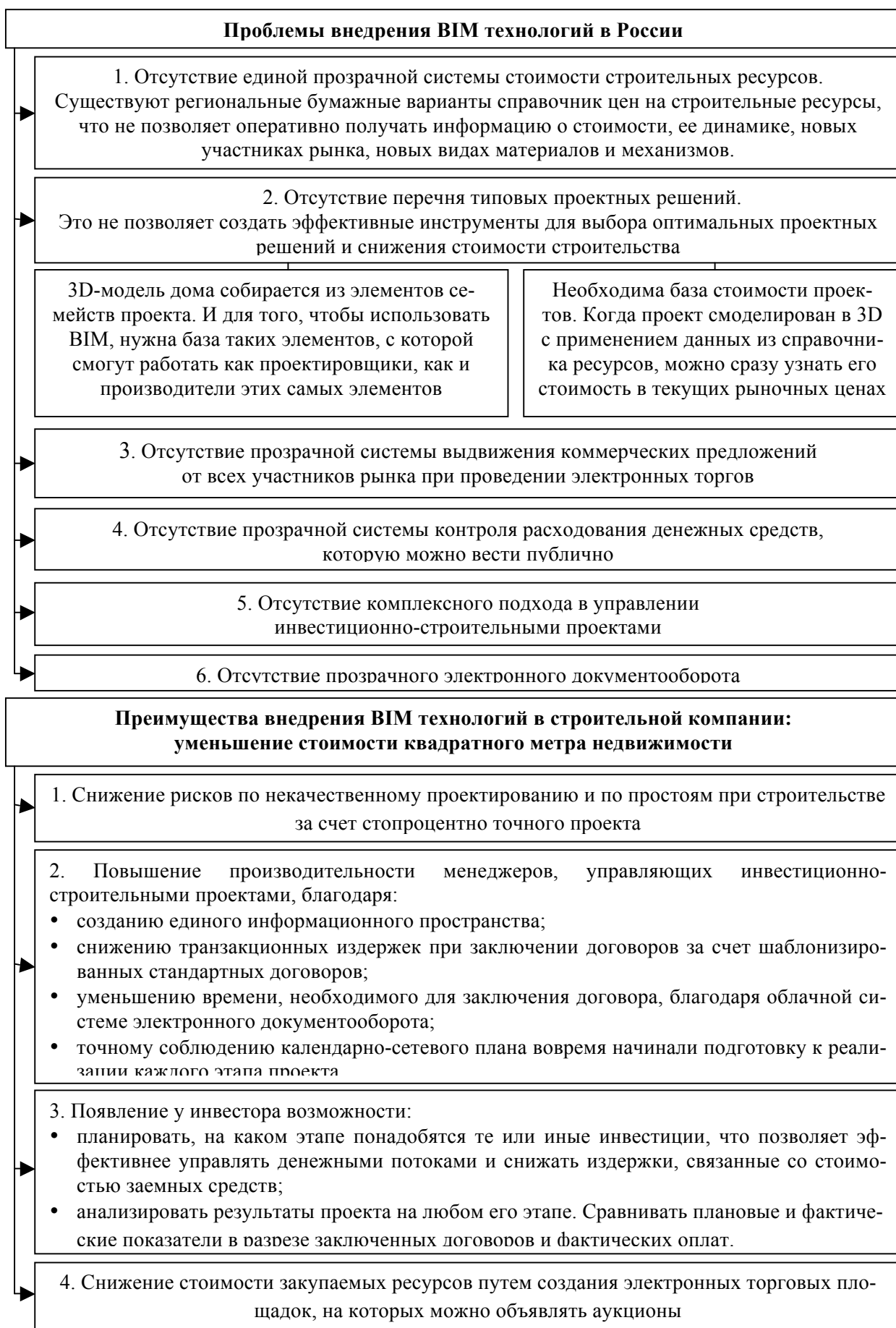


Рисунок 1.15 – Проблемы и преимущества внедрения BIM технологий в строительных компаниях.

1.3. Оценка эффективности реализации ИСП на базе многокритериального подхода, в основу которого заложены критерии обеспечения качества, стоимости и сокращения сроков строительства⁸

В любом инвестиционно-строительном проекте для определения стоимости строительной продукции используют сметные нормы, расценки (федеральные единичные, территориальные единичные), методические документы в строительстве (МДС) для составления сметных расчетов.

Методическая база и сметные нормативы составлены таким образом, что их использование дает возможность на всех стадиях разработки документации определить стоимость строительной продукции. Например, на предпроектной стадии реализации ИСП осуществляется разработка технико-экономического обоснования проекта (ТЭО), производится технико-экономический расчет (ТЭР) стоимости, и после этого уже можно сделать предварительное заключение имеет ли смысл реализация проекта, какова экономическая целесообразность его возведения. Все нормативы должны отвечать требованиям рынка на современном этапе. В них должна содержаться вся информация об имеющихся на рынке строительных материалах, их стоимости и т. п. Это позволит точно определить сметную себестоимость, а с учетом сметной прибыли, и сметную стоимость строительной продукции. Однако состояние современной методической и нормативной базы, его соответствие современным рыночным условиям вызывает много вопросов. Слишком быстро происходят инновационные изменения в строительной сфере, появляются новые материалы, технологии их применения, внедряются новые технологии строительного производства, а сметные нормы и расценки не обновляются с такой же скоростью. Тем более, что для России характерна широкая региональная дифференциация, в условиях которой необходимой ста-

⁸ По материалам исследования, проведенного в данном параграфе, опубликована статья: Лушников, А. С. Оценка эффективности использования технологий информационного моделирования при реализации инвестиционно-строительных проектов / А. С. Лушников //Вестник гражданских инженеров. – № 5 (58) октябрь. – 2016. – С. 186 – 195. (0,62 п. л.).

новится актуализация баз строительных материалов, производящихся в соответствующем регионе, учет инфляционной составляющей и разницы в стоимости трудовых ресурсов на различных территориях. В России действуют специальные строительные нормы и правила (СНиП), которые являются основой для системного ценообразования и сметного нормирования. На базе сметной себестоимости определяется необходимый объем средств для производства строительной продукции. С учетом сметной прибыли определяется сметная стоимость строительной продукции, которая показывает целесообразность ее производства для строителя. А далее может быть составлена договорная (свободная) цена, в основу которой закладывается определение сметной стоимости инвестором или подрядчиком на равных правах.

Очевидно, владение вопросами сметного ценообразования для строительной организации играет большую роль. Для участия в конкурсных торгах грамотно подготовленная сметная документация является гарантией их выигрыша. Однако быстроизменяющаяся внешняя среда, появляющиеся новые требования к повышению эффективности управления ИСП, строительным объектам, являющимися продуктами ИСП, оказывают непосредственное влияние на конкурентоспособность строительных компаний, и заставляют искать новые подходы к оценке и повышению эффективности своей деятельности. Кроме этого большую роль играет ведение бизнеса в соответствии с международными стандартами, применение сценарного подхода для определения инвестиционных альтернатив и т. п.

К самым известным способам оценки эффективности ИСП можно отнести методики ЮНИДО⁹ (*NPV*, *IRR*, *PI*) и вышеупомянутые сценарные по-

9

Организация Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО) является специализированным учреждением в системе ООН, основная цель которого – содействие и ускорение промышленного развития. Приоритетным направлением деятельности организации является Всеобщее устойчивое промышленное развитие (ISID), которое опирается на три основных приоритета: достижение всеобщего процветания, развитие экономической конкурентоспособности, защита окружающей среды.

ходы, основанные на построении «деревьев» решений, анализ чувствительности и т. п.).

Net Present Value, NPV – сумма текущих стоимостей всех спрогнозированных денежных потоков, с учетом ставки дисконтирования (чистая текущая стоимость, чистый дисконтированный доход, чистый приведенный эффект). На рисунке 1.16 приведена методика ее расчета.

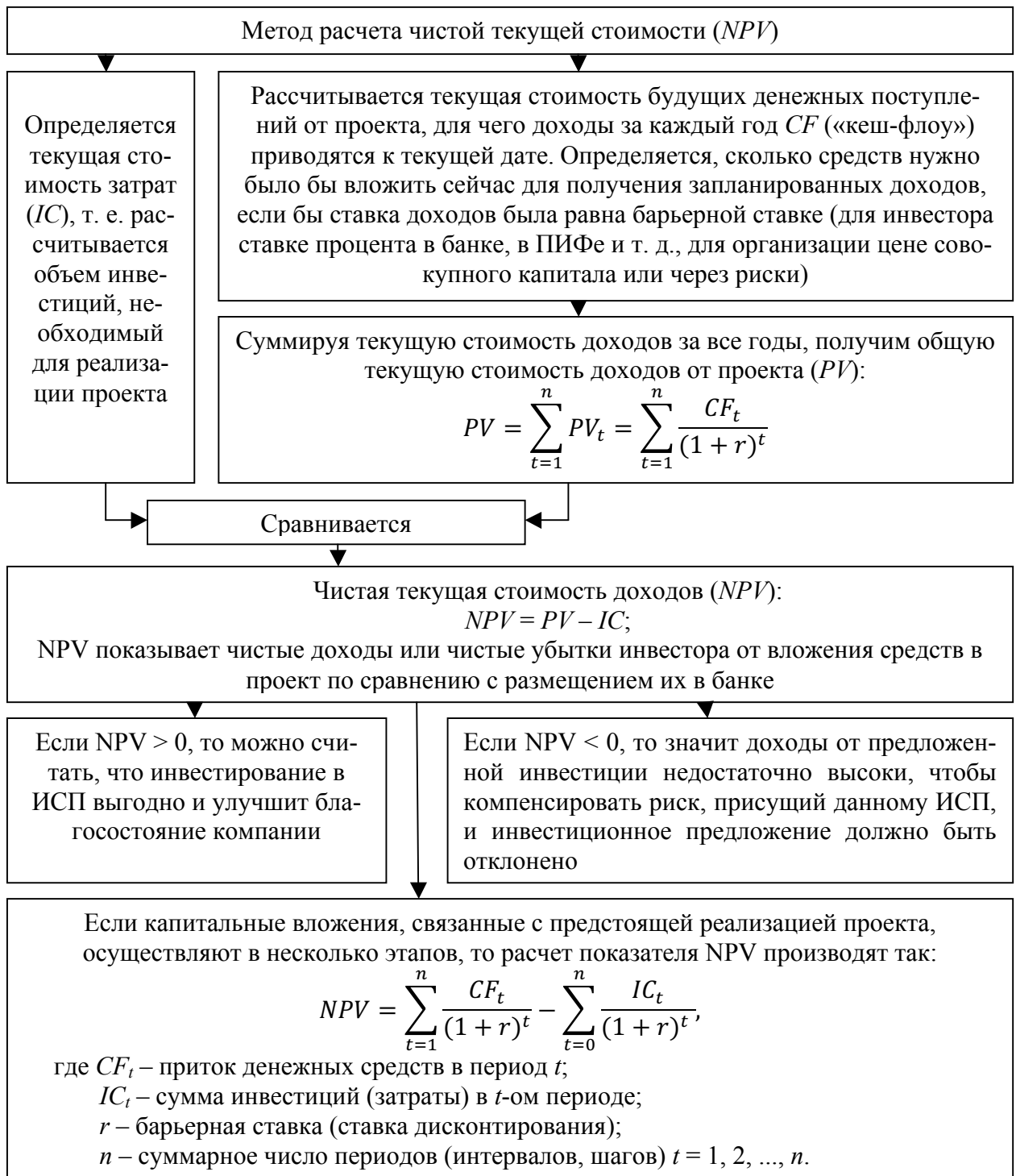


Рисунок 1.16 – Методика расчета *NPV*

Несмотря на частоту использования в инвестиционном анализе NPV имеет свои недостатки. В частности, определяя абсолютную отдачу от инвестиций, NPV не может быть использована для сравнительной оценки различных ИСП, потому что предполагается, что чем больше размер инвестиций, тем больше чистая текущая стоимость. К тому же, кроме оценки эффективности необходимо учитывать сроки окупаемости проекта, которые определяются другими показателями.

Например, внутренняя норма доходности ИСП (*IRR, internal rate of return*) определяет точку, в которой затраты равны результатам, т. е. $NPV = 0$:

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{IC_t}{(1+IRR)^t}. \quad (1.1)$$

Это, так называемая допустимая ставка дисконтирования, при которой можно рассчитывать эффективность инвестиционных проектов.

Если капитальные вложения, связанные с предстоящей реализацией проекта, осуществляют в несколько этапов, то дисконтированный показатель эффективности инвестиционного проекта приобретает вид:

$$DPI = \frac{\sum_{t=1}^n CF_t / (1+r)^t}{\sum_{t=1}^n IC_t / (1+r)^t}. \quad (1.2)$$

При кажущейся простоте расчетов, оценить рентабельность инвестиций достаточно сложно из-за наличия большой доли неопределенности в прогнозах размера ставки дисконтирования на всем протяжении осуществления проекта. Поэтому, на наш взгляд, лучше работать при выработке возможных экономико-математических моделей с числителем или знаменателем данного показателя.

Кроме перечисленных методов оценки эффективности реализации ИСП, можно отметить анализ чувствительности (*sensitivity analysis*). Метод является широко распространенным и давно используемым. К его несомненным преимуществам можно отнести оценку изменения результирующих показателей проекта (норма прибыли, NPV и т. п.) от изменения исходных параметров проекта. На рисунке 1.17 приведена методика его проведения.



Рисунок 1.17 – Методика проведения анализа чувствительности

Также для оценки последствий принимаемых управленческих решений при реализации ИСП с целью повышения их эффективности широко используют метод сценариев. Его применение позволяет смоделировать различные варианты развития событий, оценить их вероятность и спрогнозировать последствия их принятия.

На рисунке 1.18 представлена последовательность и преимущества использования сценарного анализа.

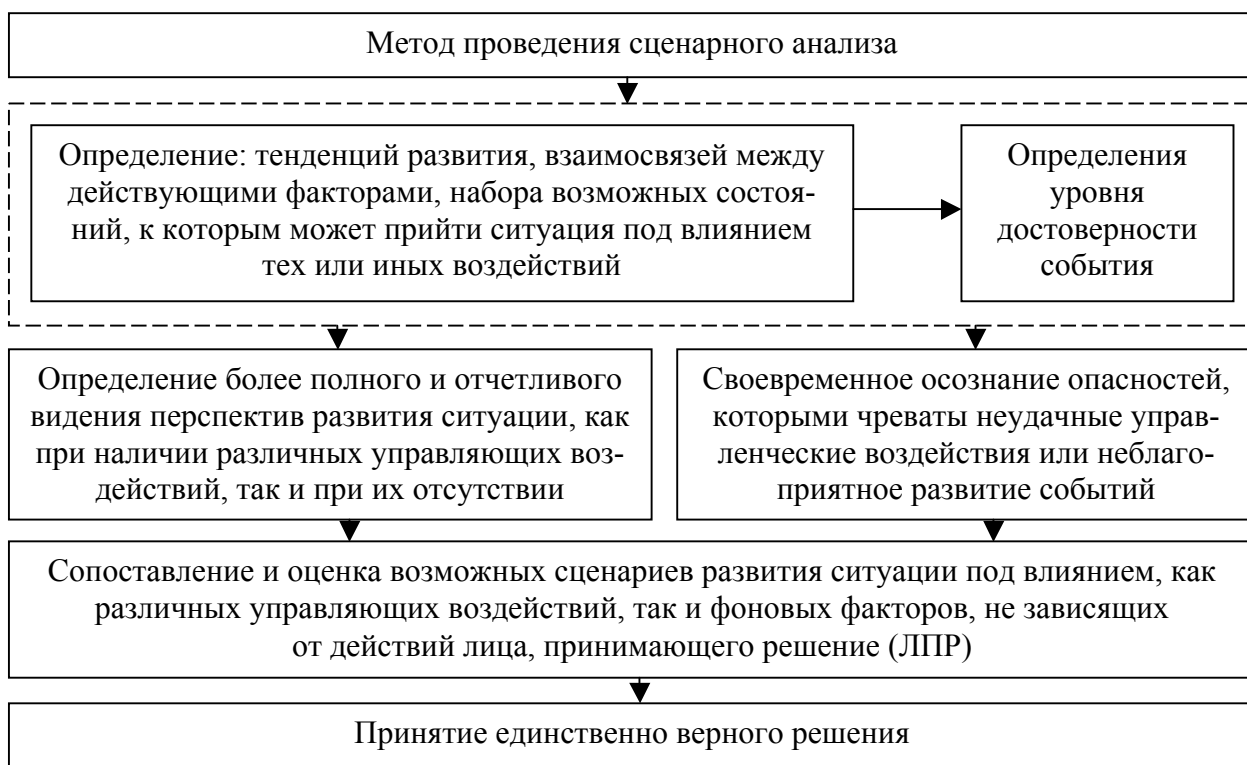


Рисунок 1.18 – Метод проведения сценарного анализа

Самая распространенная модель дерева решений – это трехслойная модель, отображающая возможные решения, события и последствия этих решений (рисунок 1.19).

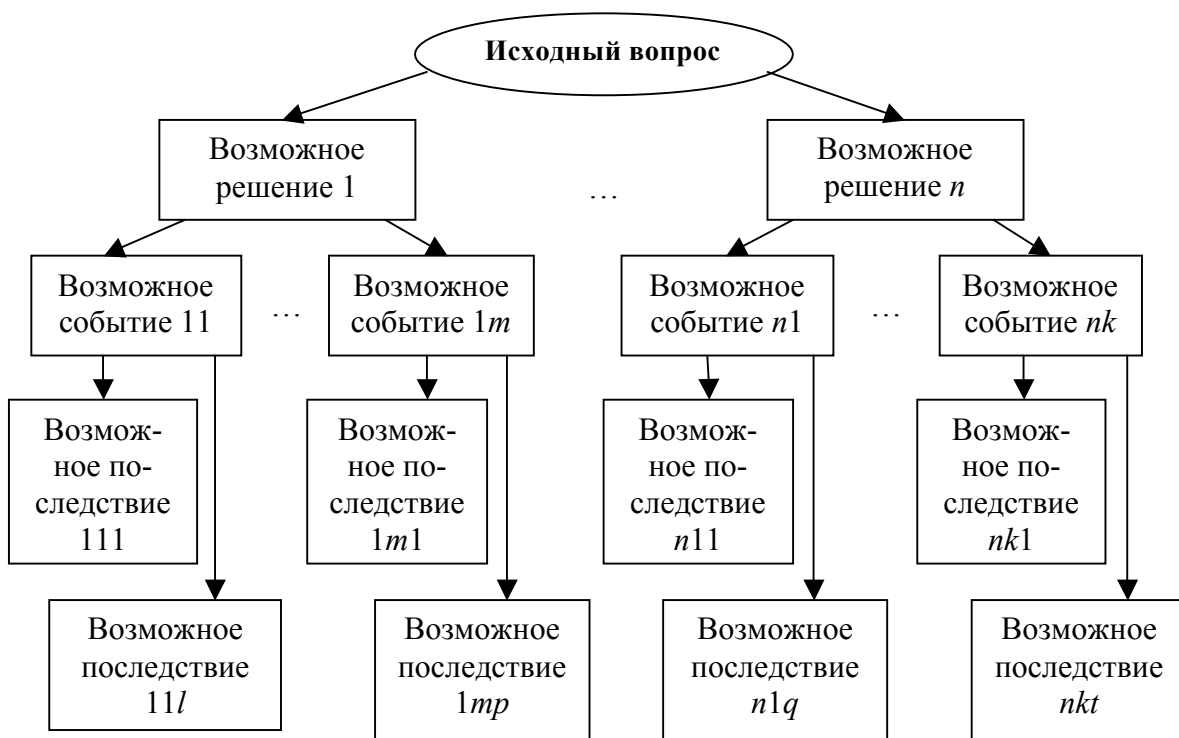


Рисунок 1.19 – Трехслойная модель дерева решения

Эффективность данного метода зависит от количества используемой информации и ее достоверности. Естественно предположить, что для принятия объективного решения вариативность событий должна быть все-таки ограничена во временных и количественных рамках.

Также в управлении проектами сегодня применяется многокритериальный подход, в соответствии с которым эффективность реализации ИСП оценивается не только с точки зрения коммерческой привлекательности, но по критериям бюджетной эффективности, народнохозяйственной, социальной, экологической и т. п.

Различные аспекты данной проблемы – повышение эффективности реализации различных проектов, в том числе, и инвестиционно-строительных, рассматривались в трудах многих ученых [31, 47, 52,]. В задачи настоящего исследования входит рассмотрение не всех аспектов повышения эффективности, а вопрос внедрения новых технологий – BIM моделирования – и рассмотрения возможности повышения на этой основе как эффективности реализации ИСП, так и деятельности инвестиционно-строительной компании.

Вопрос внедрения чего-то нового в любой сфере деятельности человека является непростым. А внедрение новых технологий всегда сопровождается большими техническими и экономическими сложностями, и, тем не менее, выводит развитие производства на новый уровень. Это шанс для компании повысить свою конкурентоспособность и занять лидирующее положение на рынке. Что справедливо и для национальных экономик в целом.

Для определения эффективности внедрения инноваций в производство разработано много методик. Ключевой вопрос в определении эффективности использования ресурсов при внедрения новшества – это собственное нововедение мы разрабатываем и внедряем или уже существующее, перенимаем опыт. В первом случае сложно определить с окончательной суммой расходов по проекту, риск того, что инновационная идея окажется неподходящей сохраняется на весь период инновационного процесса. Во втором случае, ес-

ли известны затраты на нововведение, может представлять собой сложность расчета будущих денежных потоков после внедрения новшества.

Например, на стадии внедрения инноваций можно использовать следующий показатель:

$$\mathcal{E}_{\text{ст.вн.}} = \frac{\sum_{j=1}^P \sum_{i=1}^N \mathcal{Z}_{pij}}{\sum_{j=1}^P \sum_{i=1}^N \mathcal{Z}_{pj}}, \quad (1.3)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ст.вн.}}$ – эффективность использования ресурсов на стадии внедрения инноваций;

\mathcal{Z}_{pij} – затраты j -го вида ресурса на внедрение i -го использованного новшества (технического решения, идеи);

\mathcal{Z}_{pj} – затраты j -го вида ресурса на освоение i -го новшества;

N – количество внедренных инноваций;

P – количество видов использованных ресурсов.

Для внедрения BIM технологий он, на наш взгляд, не совсем подходит, потому, что главными ресурсами для внедрения становятся деньги и человеческие ресурсы. И, если затраты на покупку оборудования можно посчитать, то затраты на освоение, принятие и эффективное использование BIM моделирования специалистами могут быть разными, как показывает мировой опыт.

Внедрение инновационной технологии процесс, как правило, высоко рисковый и высоко бюджетный.

Сегодня, появление информационного моделирования здания можно сравнить с технологическим прорывом в проектировании зданий и реализации инвестиционно-строительных проектов.

BIM технологии сейчас внедряются во многих странах, и этому процессу часто помогает государство, например, в США и странах Евросоюза.

Россия далека от лидерских позиций в этом вопросе по многим причинам, к тому же кризисные явления усложняют функционирование организаций инвестиционно-строительной сферы.

Однако в быстроменяющихся экономических и технологических условиях отставание технологий является опасным явлением. Отставание может привести к тому, что для ликвидации технологического разрыва в будущем потребуется больше усилий.

И, тем не менее, на наш взгляд, можно говорить об имеющемся хорошем потенциале нашей страны для внедрения и развития технологий информационного моделирования в инвестиционно-строительной сфере.

К несомненным преимуществам можно отнести наличие высококвалифицированных кадров в строительстве, большого опыта строительства объектов разной степени сложности, уникальных объектов, молодых специалистов, активно осваивающих новые технологии проектирования.

Компания *McGraw-Hill Construction*¹⁰ последние годы проводит исследования внедрения BIM технологий в Европе и Северной Америке. Например, в 2010 г. в опросе среди европейских стран участвовали представители строительного бизнеса Великобритании, Германии и Франции. Тогда результат опроса показал, что 36% представителей этих стран используют BIM [90], но, тем не менее, 34% опрошенных используют технологии BIM моделирования более 5 лет (в Северной Америке – 18% на момент опроса).

Тогда европейские участники отмечали, что хорошо разбираются в BIM (45% опрошенных), американские представили цифру – 42%. Можно сказать, что развитие BIM технологий и в Старом и Новом свет идет сходными темпами.

Данные одного из последних исследований компании McGraw-Hill Construction представлены на рисунке 1.20.

¹⁰ The McGraw-Hill Financial, Inc. (Мак Гроу-Хилл, NYSE: MHFI) — американский медиахолдинг. Занимается издательской деятельностью, оказанием финансовых и бизнес-услуг. До мая 2013 года назывался The McGraw-Hill Companies, Inc.

22 сентября 2014 года McGraw-Hill продала своё подразделение McGraw-Hill Construction компании Symphony Technology Group за 320 млн долл. США.

Внедрение BIM в Северной Америке

Source: McGraw-Hill Construction, 2012

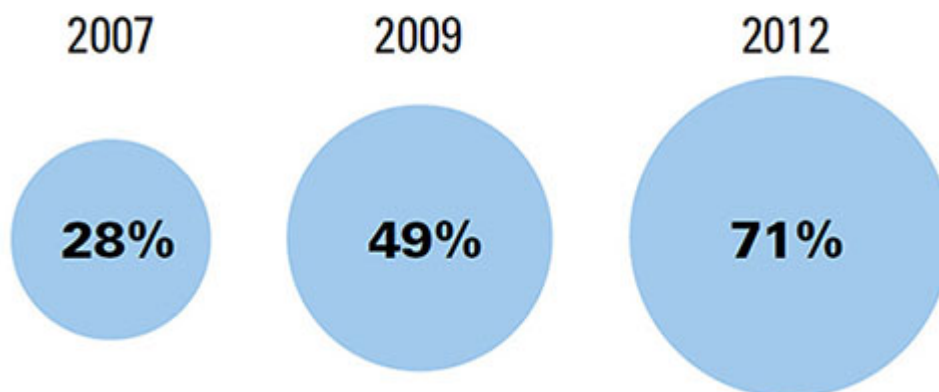


Рисунок 1.20 – Внедрение BIM в Северной Америке [95]

Также показатели оказались похожи по пользователям BIM: архитекторы – 47% в Европе и 60% в Северной Америке, инженеры – 38% в Европе и 42% в СА, смежники – 24% европейские показатели и 50% североамериканские.

Кроме абсолютных показателей необходимо использовать и относительные.

Возвращаясь к оценке инвестиций компании, осуществляющей внедрение новых технологий можно привести коэффициент рентабельности инвестиций ROI^{11} , определяющийся как:

$$ROI = \frac{\text{Прибыль} + (\text{Цена продажи} - \text{Цена приобретения})}{\text{Цена приобретения}} \cdot 100\%. \quad (1.4)$$

Пример, иллюстрации диапазонов значений этого показателя можно увидеть в тех же исследованиях (рисунки 1.21, 1.22).

¹¹ ROI (от англ. return on investment) или ROR (англ. rate of return) — финансовый коэффициент, иллюстрирующий уровень доходности или убыточности бизнеса, учитывая сумму сделанных в этот бизнес инвестиций.

ВМ и возврат инвестиций ROI в Северной Америке

Source: McGraw-Hill Construction, 2012

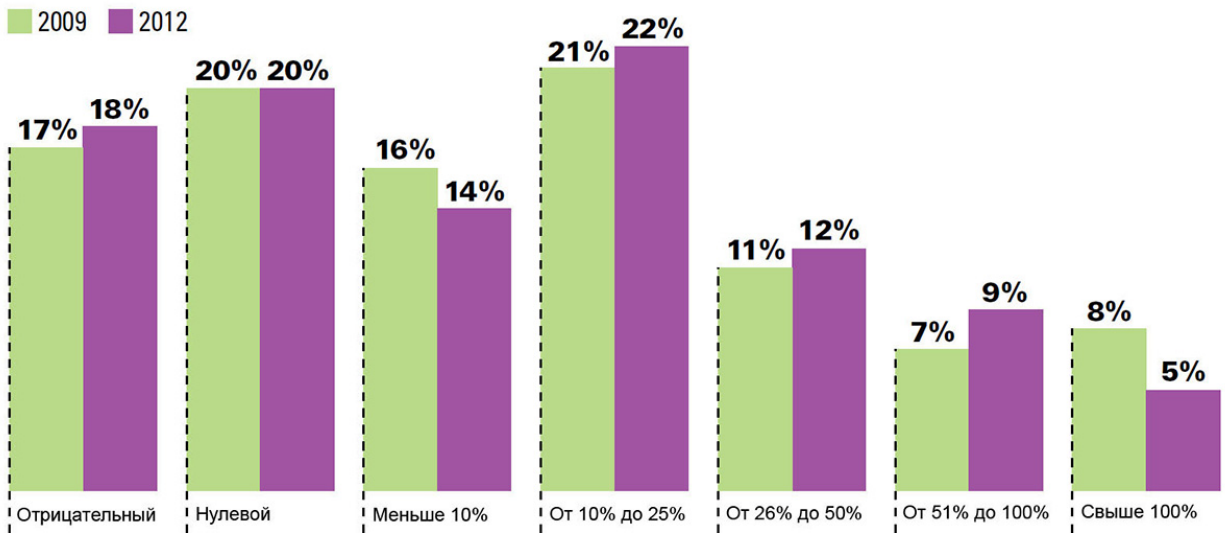


Рисунок 1.21 – Результаты опроса пользователей ВМ [95]

Также можно посмотреть успешность внедрения ВМ в зависимости от видов деятельности (рисунок 1.22), где как видно, основной трудностью внедрения ВМ является для конструкторов.

ВМ и возврат инвестиций ROI для разных специалистов

Северная Америка

Source: McGraw-Hill Construction, 2012

■ Негативный или нулевой | ■ Средне положительный (до 25%) | ■ Очень хороший (свыше 25%)



Рисунок 1.22 – Внедрение ВМ по видам деятельности [96]

А лидирующие позиции, как видно из рисунка 1.22 занимают архитекторы, как основное творческое звено проектно-строительного процесса.

Из приведенных данных можно сделать вывод, что внедрение информационных технологий в проектировании и строительстве носит стратегический характер. И главным вопросом становится определение необходимых

условий и возможностей для достижения стратегических целей на сегодняшний момент.

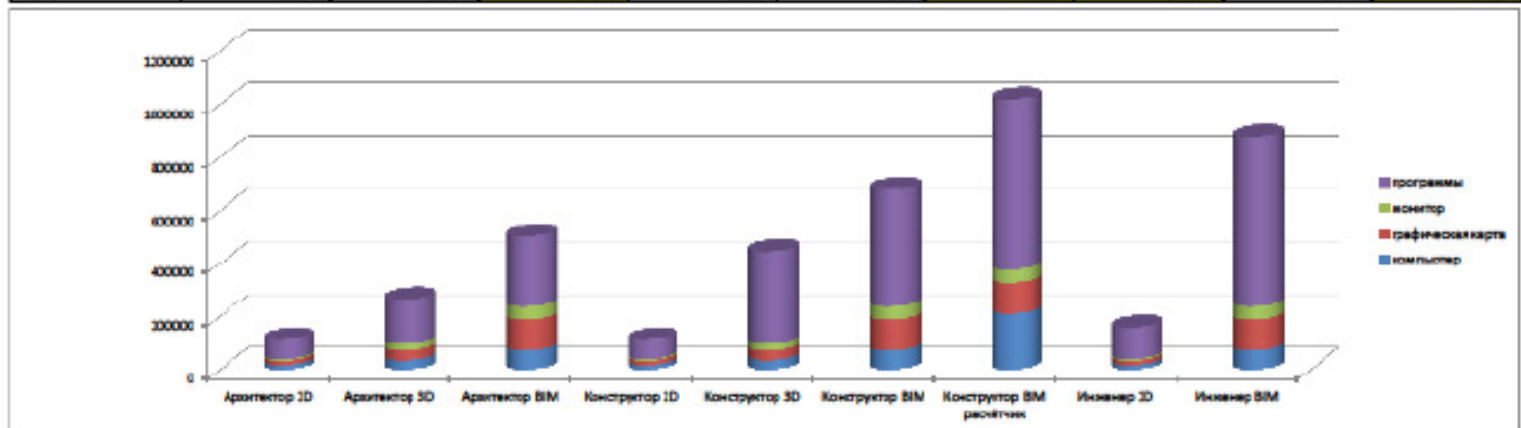
Для перехода на BIM любой компании придется понести затраты:

- может возникнуть необходимость замены компьютерной техники;
- необходимо приобрести компьютерные программы;
- нужно организовать обучение сотрудников работе с BIM-программами;
- придется организовать работу по созданию шаблонов оформления проектной документации;
- для будущей эффективной работы становится необходимым создание библиотечной базы;
- важные старые наработки нужно будет перевести в новый формат и т. п.

На рисунке 1.23 представлено сравнение затрат по обеспечению процесса проектирования в 2D и 3D-моделировании (стоимость рассчитана в рублях). Конечно, внедрение технологий 3-D на начальном этапе обходится не дешево, и стадия предпроектных проработок становится дороже, но в целом эксперты обещают снижение общей стоимости проекта до 10%, как минимум, при удорожании стадии проектирования на 30%. К тому же, меняется относительная стоимость стадий проектирования (рисунок 1.24). Как видно из рисунка 1.24 при увеличении затрат на первоначальные стадии, на стадии «Рабочей документации» затраты существенно снижаются при повышении ее точности.

Весь экономический эффект от внедрения BIM может быть получен тогда, когда можно добиться от всех специалистов перехода на новые компьютерные технологии, при наличии определенного сопротивления успеха не достичь. Это связано с определенными трудностями процесса освоения и обучения, приобретения новых навыков и т. п. Естественно, что это не может не отразиться на производительности труда, которая сначала резко падает, а потом начинает возрастать.

СТОИМОСТЬ САПР									
	Архитектор 2D	Архитектор 3D	Архитектор BIM	Конструктор 2D	Конструктор 3D	Конструктор BIM	Конструктор BIM расчетчик	Инженер 2D	Инженер BIM
компьютер	17000	35000	70000	17000	35000	70000	110000	17000	70000
графическая карта	16450	35250	117500	35450	35250	117500	117500	16450	117500
монитор	6000	24000	48000	6000	34000	48000	48000	6000	48000
программы	72850	171550	265550	72850	351600	445600	643000	120000	643000
ИТОГО	112900	269800	500050	112900	445850	681100	1018500	159450	878500



АМОРТИЗАЦИЯ САПР									
	Архитектор 2D	Архитектор 3D	Архитектор BIM	Конструктор 2D	Конструктор 3D	Конструктор BIM	Конструктор BIM расчетчик	Инженер 2D	Инженер BIM
АМОРТИЗАЦИЯ	28704	71160	131990	28704	122602	183432	186500	41830	239813

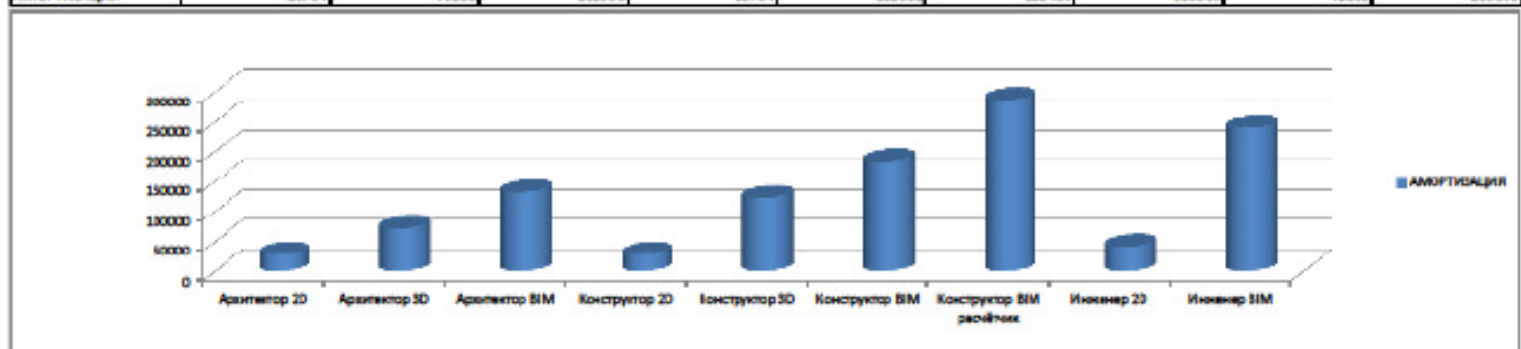


Рисунок 1.23 – Сравнительный анализ стоимости проектирования [59]

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ СТАДИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

	Стандарт		BIM
ПП	0%	ПП	5%
ЭП	10%	ЭП	14%
ПД	30%	ПД	45%
РД	60%	РД	36%
	100%		100%

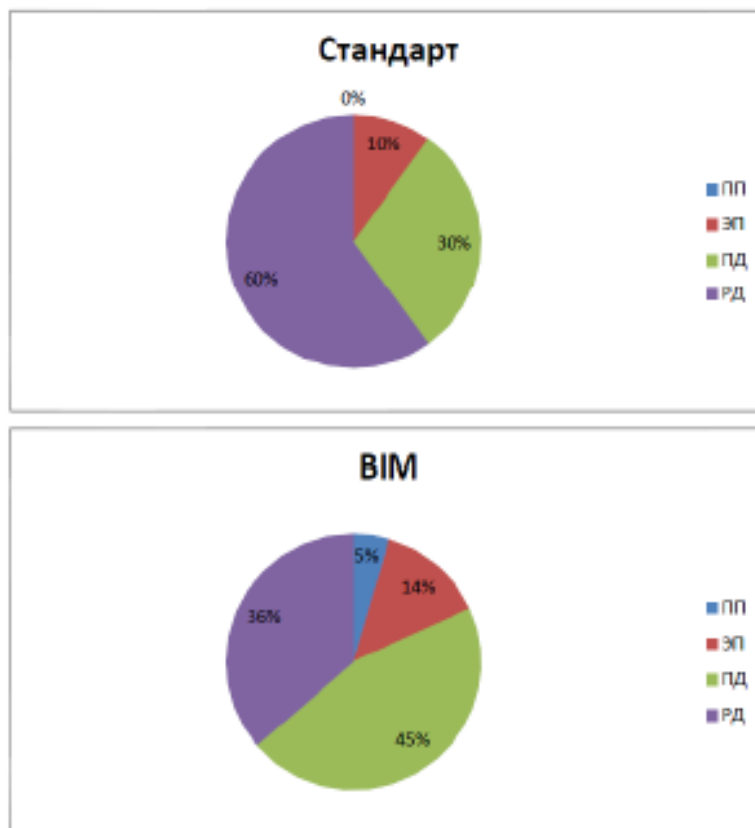


Рисунок 1.24 – относительная стоимость стадий проектирования [59]

По оценкам экспертов прежний уровень производительности труда может восстановиться за 3 – 6 месяцев. А повыситься в среднем на 30 – 50% (в ряде случаев до 100%) (рисунок 1.25) [90].

Производительность
проектирования

Рост производительности



Рисунок 1.25 – Качественный характер изменения производительности труда проектировщиков при переходе на новое программное обеспечение [99]

Исследования, проведенные компанией McGraw- Hill Construction подтверждают правило эффективности, в данном случае для BIM – чем опытнее пользователи, тем прибыльнее бизнес.

Все опрошенные в ходе исследования данной компании были разделены на две группы: начинающие и эксперты (причем они сами относили себя к той или иной группе). Вопросы задавались о том, как использование BIM отражается на эффективности работы самого специалиста. Результаты опроса приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Различие в осознании эффективности BIM для собственной работы начинающими пользователями и «экспертами»

Восприятие пользы от BIM для собственной работы	Начинающие	Эксперты
Рост прибыли	7%	43%
Сокращение времени рутинных операций	14%	58%
Уменьшение количества переделок	23%	77%
Облегчение повторной работы с клиентами	19%	61%
Предложение новых услуг	28%	72%
Экономический расчет для новых клиентов	28%	71%
Повышение производительности работы персонала	46%	71%

Точно так же соотносятся компетентность организации и прибыльность бизнеса. При опросе организации они были разделены на 4 уровня, а уровень возврата инвестиций на 7 (рисунок 1.26).

Результаты опроса приводят к мысли, что при переходе на BIM в компании нужно иметь уже несколько опытных пользователей, тогда процесс внедрения будет проходить эффективнее с меньшими затратами.

В дальнейшем при обучении всех сотрудников компании этот опыт можно использовать, привлекать консультантов по BIM, осуществлять переподготовку и т. п.

Данные аналитиков свидетельствуют, что данные затраты на начальном этапе полностью себя оправдывают в дальнейшем.

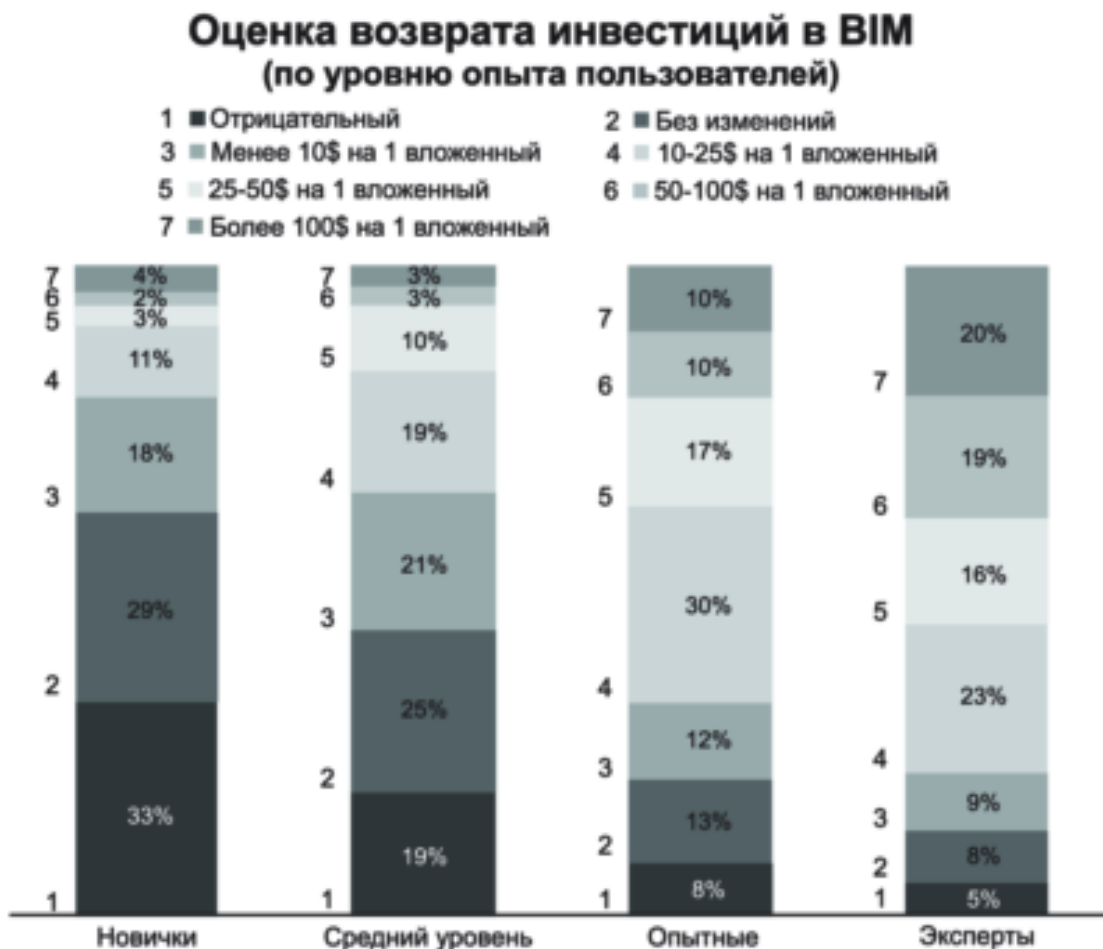


Рисунок 1.26 – Различие в возврате инвестиций от BIM в зависимости от уровня опытности пользователей [99]

Возвращаясь к поставленной задаче максимизации эффективности инвестиционного проекта, реализованного с помощью внедрения BIM, то, можно сказать, что задача эта, безусловно, однокритериальной не будет. Если остановиться на тех преимуществах BIM моделирования, которые были выявлены в ходе исследования, то можно остановиться на трех составляющих получаемого эффекта (хотя, конечно их намного больше, но не все из них поддаются формализации – эффект опыта, преимущества перед будущими заказчиками и т. п.). Вытекают они из главного преимущества внедрения BIM моделирования – максимальное повышение точности проекта. Это дает снижение вероятности увеличения стоимости строительства (незапланированного увеличения использования сырья, материалов), рисков возникнове-

ния конструктивных коллизий с их последующим устранением (внеплановые затраты на оплату труда и материалов), повышение производительности труда за счет отсутствия поздних внесений изменений в проект в ходе строительства (рисунок 1.27).

Долговременная польза от BIM

Source: McGraw-Hill Construction, 2012



Северная Америка

Быстрая польза от BIM

Source: McGraw-Hill Construction, 2012



Рисунок 1.27 – Долговременные и кратковременные преимущества BIM [96]

Отличается понимание пользы BIM и у разных участников процесса реализации ИСП (рисунки 1.28 и 1.29).

Таким образом, можно максимизировать дисконтированный показатель рентабельности ИСП, зависящий от многих критериев и формализуемых и не формализуемых переменных (1.5):

$$DPI = \frac{\sum_{t=1}^n CF_t / (1+r)^t}{\sum_{t=1}^n IC_t / (1+r)^t} \rightarrow \max. \quad (1.5)$$

И числитель, и знаменатель данного показателя будут в абсолютном выражении зависеть от масштаба проекта. По выделенным преимуществам внедрения BIM, можно формализовать целевые функции, связанные с экономией затрат при максимальном повышении точности проекта.

Основная польза от BIM для архитекторов

Source: McGraw-Hill Construction, 2012



Основная польза от BIM для конструкторов

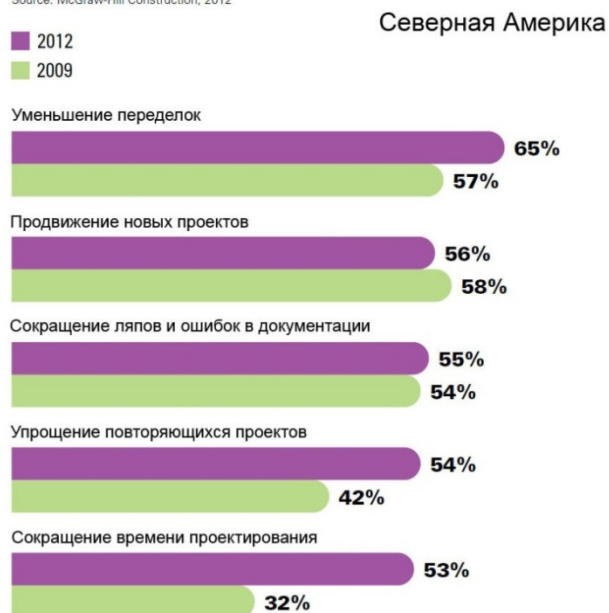
Source: McGraw-Hill Construction, 2012



Рисунок 1.28 – Преимущества BIM для архитекторов и конструкторов

Основная польза от BIM для подрядчиков

Source: McGraw-Hill Construction, 2012



Основная польза от BIM для заказчиков

Source: McGraw-Hill Construction, 2012

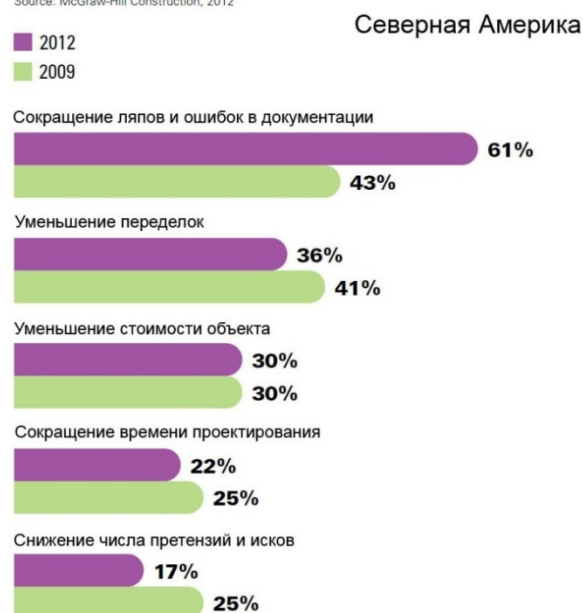


Рисунок 1.29 – Преимущества BIM для инженеров и заказчиков

В качестве первого из них выделено снижение вероятности увеличения стоимости строительства. Это можно выразить следующим образом: необходимо минимизировать незапланированное увеличение использования сырья, материалов:

$$IC_C = \sum_{t=1}^n \frac{(IC_t + C_t^{var})}{(1+r)^t} \rightarrow \min, \quad (1.6)$$

где IC_C – объем инвестиций, необходимый для реализации ИСП, включающий незапланированное увеличение использования сырья и материалов C_t^{var} в каждом году реализации проекта (руб.), критерий минимизации – **обеспечение качества ИСП** при следующем ограничении (1.7):

$$C^{var} = \sum_{t=1}^n C_t^{var} \leq C_{см.}^M. \quad (1.7)$$

где C^{var} – незапланированное увеличение использования сырья и материалов за весь период реализации ИСП (руб.);

$C_{см.}^M$ – доля сметной себестоимости проекта, включающая в себя расходы на сырье и материалы (руб.); является ограничением снижения затрат для обеспечения качества строительства.

В качестве второй целевой функции можно взять также объем инвестиций, необходимый для реализации проекта, только с учетом рисков возникновения конструктивных коллизий с их последующим устранением (внеплановые затраты на оплату труда и материалов) IC_R , критерий минимизации **обеспечение стоимости ИСП**:

$$IC_R = \sum_{t=1}^n \frac{(IC_t + R_t^{var})}{(1+r)^t} \rightarrow \min. \quad (1.8)$$

где IC_R – объем инвестиций, необходимый для реализации ИСП, включающий незапланированное увеличение использования сырья, материалов и фонда заработной платы R_t^{var} , с учетом рисков возникновения конструктивных коллизий с их последующим устранением, при следующем ограничении (1.9) (руб.):

$$R^{var} = \sum_{t=1}^n R_t^{var} \leq C_{см.}^{\Phi OT + M}. \quad (1.9)$$

где R^{var} – незапланированное увеличение использования сырья и материалов с учетом рисков возникновения конструктивных коллизий (руб.); $C_{см.}^{\Phi OT + M}$ – доля сметной себестоимости проекта, включающая в себя расходы на сырье, материалы и оплату труда (руб.); является ограничением снижения затрат для обеспечения стоимости строительства.

Повышение производительности труда за счет отсутствия поздних внесений изменений в проект в ходе строительства можно заложить в основу третьей целевой функции снижения объемов инвестиций IC_P (руб.) (1.10):

$$IC_P = \sum_{t=1}^n \frac{(IC_t - P_t^{var})}{(1+r)^t} \rightarrow \min. \quad (1.10)$$

где IC_P – объем инвестиций, необходимый для реализации ИСП, включающий возможную экономию фонда заработной платы P_t^{var} , обусловленную повышением производительности труда за счет максимального повышения точности проекта (руб.), критерий минимизации – **сокращение сроков строительства объекта**. Ограничение:

$$P^{var} = \sum_{t=1}^n P_t^{var} \leq C_{\text{смет.}}^{\text{ФОТ}}. \quad (1.11)$$

где P^{var} – объем средств, высвобождающихся за счет повышения производительности труда (руб.); $C_{\text{смет.}}^{\text{ФОТ}}$ – доля сметной себестоимости проекта, включающая в себя расходы на оплату труда (руб.); является ограничением снижения затрат для снижения сроков строительства.

Необходимо отметить, что при поставленной задаче максимизации эффективности ИСП по критериям обеспечения качества, стоимости и сроков строительства, нужна формализация еще многих переменных при выборе каждого из этих критериев, как в числителе, так и в знаменателе исследуемого показателя. Формализации одних целевых функций снижения затрат в знаменателе не достаточно для составления задачи векторной оптимизации. Однако при снижении сложности ИСП данная задача может быть легко трансформирована в одноцелевую, с выделением в качестве таковой знаменателя показателя рентабельности инвестиций, минимизируемого по критериям обеспечения качества, сроков и стоимости реализации ИСП :

$$IC_C = \sum_{t=1}^n \frac{(IC_t + C_t^{var} + R_t^{var} + P_t^{var})}{(1+r)^t} \rightarrow \min, \quad (1.12)$$

при ограничениях:

$$C^{var} = \sum_{t=1}^n C_t^{var} \leq C_{\text{смет.}}^{\text{M}};$$

$$R^{var} = \sum_{t=1}^n R_t^{var} \leq C_{см.}^{\text{ФОТ+М}};$$

$$P^{var} = \sum_{t=1}^n P_t^{var} \leq C_{смет.}^{\text{ФОТ}}.$$

Таим образом можно представить результат исследования, обладающий **научной новизной**.

Разработана **экономико-математическая модель** снижения затрат реализации ИСП на базе многокритериального подхода, в основу которого заложены критерии обеспечения качества, стоимости и сокращения сроков строительства, на основе преимуществ внедрения информационного моделирования: повышение точности и устранение ошибок проекта, снижение рисков некачественного проектирования, возможность быстрого внесения изменений в проект и контроля затрат на всех стадиях реализации ИСП.

ГЛАВА 2

Анализ возможностей повышения эффективности управления инвестиционно-строительным проектом на основе внедрения BIM технологий

2.1. Организационно-экономический механизм внедрения технологий информационного моделирования в практику российских проектных и строительных организаций

Выше уже было сказано о том, что фактическая стоимость строительства объекта может отличаться от той, которая была получена на этапе проектирования и формирования смет. Это и является одной из наиболее проблем инвестиций в реальный сектор экономики. Связано это с применением укрупненных норм при оценке объемов строительных работ и их стоимости. В процессе строительства могут вноситься изменения в проект, график производства работ, что создает угрозу срыва сроков, снижения качества и повышения стоимости строительства. Может отсутствовать надлежащий контроль инвестора или общественный контроль. При этом на строительство выделяются и вкладываются в него миллиарды рублей в России (таблица 2.1).

В качестве причин расхождения плановой и фактической стоимости строительства объектов можно назвать устаревшие практику проектирования и методы строительного надзора, административную коррупцию и пр.

Сложность состоит в объективном контроле различной документации по объему и стоимости планируемых работ. Различными коллективами разрабатываются объемно-планировочные решения, инженерные сети, формируется сметная документация и т. п. В итоге чертежи, расчеты складываются в тома проектной и рабочей документации. Внесение изменений в документацию в процессе строительства, естественно, приводит к увеличению его

сроков и стоимости. Причем, чем позднее вносятся изменения в проект, тем выше затраты (рисунок 2.1).

Таблица 2.1 – Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство» в Российской Федерации¹²

	Млрд. руб., в фактически действовавших ценах ¹⁾	В процентах, в сопоставимых ценах	
		к предыдущему году	к 1990
2000	503,8	113,5	36,1
2001	703,8	110,4	39,9
2002	831,0	102,9	41,0
2003	1042,7	112,8	46,3
2004	1313,6	110,1	50,9
2005	1754,4	113,2	57,7
2006	2350,8	118,1	68,1
2007	3293,3	118,2	80,5
2008	4528,1	112,8	90,8
2009	3998,3	86,8	78,9
2010	4454,1	105,0	82,8
2011	5140,3	105,1	87,0
2012	5714,1	102,5	89,2
2013	6019,5	100,1	89,3
2014	6125,2	97,7	87,3
2015	7010,4	96,1	83,9
2016	7204,2	97,8	82,0
2017	7545,9	98,6	80,9

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

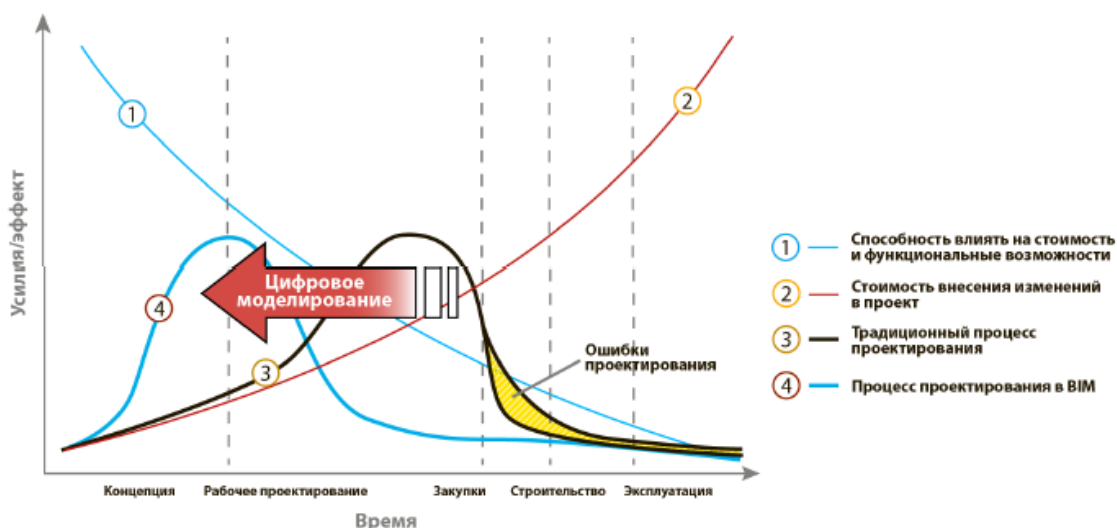


Рисунок 2.1 – Традиционный процесс проектирования и процесс проектирования в BIM¹³

¹² http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/building/#

ВІМ технологии информационного моделирования зданий, активно развивающиеся во всем мире, позволяют на качественно новом уровне повысить эффективность проектирования, строительства и эксплуатации объекта недвижимости, т. е. повысить эффективность использования всех видов ресурсов на протяжении всего жизненного цикла объекта капитального строительства.

В процессе реализации ИСП участвуют множество специалистов (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Профили специалистов, занятых в проектировании объекта [113]

И все ключевые специалисты, участвующие в реализации ИСП, с помощью технологий ВІМ моделирования могут с самого начала реализации проекта обмениваться информацией и вносить изменения в проект. То есть ВІМ выступает в роли интегрированной платформы, которая позволяет обеспечить взаимодействие разработчиков и исполнителей проекта (рисунок 2.3). К преимуществам такой платформы можно отнести:

- обнаружение нестыковок в работе специалистов, отвечающих за разные этапы реализации ИСП;

¹³ Группа компаний «ВиПС», презентация «ВІМ – 2014», 2014. www.vipsgroup.com.

- возможность прямого взаимодействия специалистов, разрабатывающих разные разделы документации;
- наглядная связь между двухмерными документами и трехмерными моделями;
- рендеринг¹⁴;
- возможность одновременной работы с моделью всех участников разработки и реализации ИСП в системе «облачного» документооборота;
- возможность оперативного контроля хода реализации ИСП органами государственного и общественного контроля.

Возможность получать информацию в необходимом объеме каждому участнику процесса.

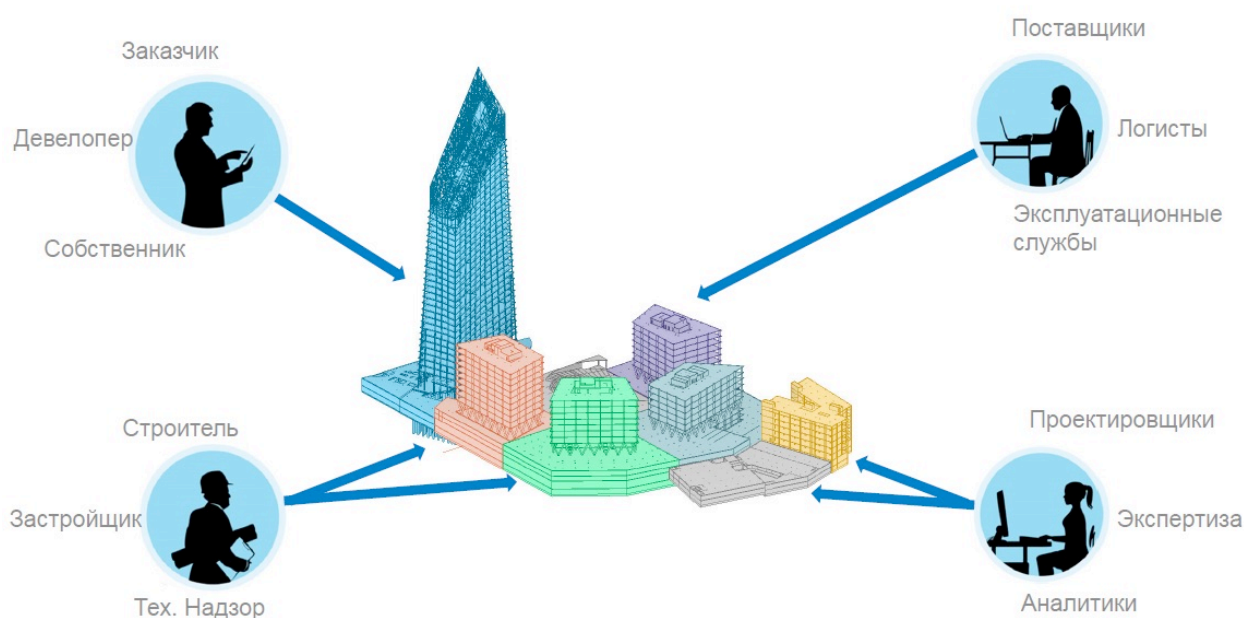


Рисунок 2.3 – BIM, как единая платформа, позволяющая получать информацию в необходимом объеме каждому участнику процесса реализации ИСП

Выше уже было сказано о том, что в США и странах Европы активно внедряются технологии информационного моделирования при проектировании и строительстве зданий и сооружений. Данные технологии можно считать инновационными, так как они позволяют в электронном виде сформировать всю документацию по реализации ИСП как единый информационный

¹⁴ Рендеринг (англ. *rendering* – «визуализация») – термин в компьютерной графике, обозначающий процесс получения изображения по модели при помощи компьютерной программы.

ресурс, который будет содержать сведения о всем жизненном цикле объекта строительства.

Первым шагом стимулирования использования BIM технологий в промышленно-развитых странах стало обязательное их использование при строительстве различных объектов с использованием бюджетных средств, в целях прозрачности их использования и контроля этого процесса. Например, в США такие требования стали применяться с 2003 г., в Великобритании – с 2013 г.

Так же стал обязательным к применению разработанный ранее стандарт IFC¹⁵, который действует сегодня в 17 странах. В Великобритании также был разработан свой национальный стандарт, определяющий требования и порядок использования BIM технологий.

В России темпы внедрения информационных технологий в строительстве существенно отстают от западных. Отдельные компании начали уже использование технологий BIM за счет собственных средств и в соответствии со своим видением, как это нужно делать. Используются разные программные продукты, на министерском уровне появляется понимание необходимости внедрения прогрессивных методов проектирования в строительстве и использования BIM технологий. Большой проблемой остается отсутствие своих профессиональных стандартов в данной сфере, которые могли бы унифицировать определенные процедуры, определить перечень необходимых и возможных к использованию программных продуктов, порядок государственной

15

Почти двадцать лет назад (в 1994 г.) компания Autodesk пригласила разработчиков ПО помочь ей в разработке объектно-ориентированного интерфейса для интеграции приложений в области АЕС (архитектурно-строительного проектирования). Двенадцать американских компаний тогда сформировали альянс IAI (международный альянс по интероперабельности), ныне известный под именем buildingSMART.

Основной задачей альянса является разработка промышленного стандарта (и файлового формата), соответствующего нейтральной архитектурно-строительной продуктовой модели, закрывающей различные потребности жизненного цикла зданий и сооружений. Стандарт этот получил название IFC (Industry Foundation Classes; есть и неформальная расшифровка: Information For Construction).
http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15980

экспертизы проектов, уровни квалификации специалистов, занятых в процессе работы с BIM и т. п.

За последние два года к серьезным изменениям можно отнести¹⁶:

- «23 пилотных проекта, собранных со всей соответствующей критериям отбора документацией за *три* рабочих дня, однозначно продемонстрировали всем сомневающимся, что BIM в России есть;
- тема BIM получила в 2014-2015 годах столь широкое освещение, столько раз представлялась, обсуждалась и дискутировалась, что можно говорить о «пробуждении от спячки», в которой мы пребывали, в то время как наши коллеги в других развитых странах нарабатывали опыт и разрабатывали свои национальные документы типа BIM-стандартов или BIM-руководств;
- началась консолидация профессионального сообщества, кровно заинтересованного в грамотном становлении новой среды работы и жизни, где был бы учтен и накопленный уже российский и богатейший международный опыт, а все участники отрасли – от образования до экспертизы – потихоньку переходили бы на новые рельсы».

Еще одно направление, в котором BIM технологии можно использовать – это, как ни неожиданно звучит, борьба с коррупцией. Обеспечение государственного и общественного контроля объемов и стоимости строительных работ, особенно выполняемых за счет бюджетных средств, позволит повысить прозрачность принимаемых управленческих решений. Уже принят Федеральный закон от 21 июля 2014 г. N 212-ФЗ «Об основах общественного контроля в Российской Федерации», который предусматривает широкое

16

Марина Король, генеральный директор компании «Конкуратор», член рабочей группы Министерства строительства и ЖКХ РФ по вопросам реализации Плана внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. **BIM-эволюция в России**, 23 августа 2016, http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18727

применение информационных технологий. Внедрение BIM технологий в работу как государственных, так и общественных организаций сможет способствовать формированию эффективного механизма борьбы с коррупцией, повысить прозрачность использования бюджетных средств.

При точном информационном моделировании объектов и формировании в соответствии с проектом точной стоимости проекта систему гос. закупок можно будет сделать более прозрачной.

Кроме того, что применение BIM технологий может, по мнению специалистов, сэкономить до 20% затрат на проектирование, оно позволит аккумулировать информацию не только по процессам, используемым материалам, но и снабжению – закупкам, поставкам и т. п. В виртуальном режиме можно контролировать работу всех систем: инженерных и пр.

Целесообразным представляется разработка и реализация организационно-экономического механизма (ОЭМ) внедрения технологий информационного моделирования (BIM) в деятельность организаций, реализующих ИСП. Автором были проанализированы последние публикации, нормативные документы, результаты проведения «Круглых столов» в профессиональных сообществах проектировщиков и строителей, и в качестве результата можно представить систематизацию следующих элементов такого возможного механизма.

ОБЪЕКТ ОЭМ – компании, реализующие ИСП.

СУБЪЕКТ ОЭМ – государство.

ЦЕЛЬ – повышение конкурентоспособности отечественных строительных компаний на основе обеспечения качества, стоимости и сроков строительства, снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций с использованием технологий BIM.

ЗАДАЧИ:

1) создать условия для того, чтобы применение технологий BIM стало обязательным в том случае, когда объект проектирования и строительства

является особо опасным, уникальным или объектом массового пребывания людей;

2) создать условия для того, чтобы применение технологий BIM стало обязательным в том случае, когда объект проектирования и строительства финансируется из федерального бюджета, бюджетов компаний, в уставном капитале которых есть доля государственной собственности.

ИНСТИТУТЫ:

- административные (законодательство РФ, Министерство строительства и ЖКХ РФ),
- рыночные (строительные, проектные и инвестиционные компании, банки),
- общественные (профессиональные сообщества проектировщиков, строителей и пр.).

УСЛОВИЯ:

- 1) устранение правовых и административных барьеров при использовании технологий BIM;
- 2) создание рынка технологий BIM в РФ;
- 3) создание инфраструктуры и кадрового потенциала внедрения в практику работы строительных компаний технологий BIM;
- 4) разработка национальных стандартов BIM в РФ.

РЕЗУЛЬТАТ:

увеличение:

- 1) числа компаний, внедривших технологии BIM;
- 2) числа ИСП, реализованных с использованием технологии BIM;
- 3) числа проектов, реализованных на национальной технологической платформе;

снижение:

- 4) издержек на реализацию стадий проектирования и строительства ИСП с использованием технологий BIM;

5) издержек на эксплуатацию объектов – результатов ИСП, реализованных с использованием технологий BIM;

повышение:

б) энергоэффективности и безопасности объектов, реализованных с использованием технологий BIM.

МЕРОПРИЯТИЯ

Для того, чтобы определиться какие мероприятия могут стать необходимыми для внедрения технологий BIM в практику отечественных компаний, необходимо определиться с тем, какой результат требуется достичь, и какой инструментарий может для этого понадобится.

Например, в качестве **результата** может выступать информационная база, в которой будут систематизированы юридические основы внедрения BIM технологий и инженерные показатели, технические показатели применения информационного моделирования.

Для этого необходимо, чтобы четко была определена стадийность ИСП; разработаны единые требования к документации (составу и содержанию) градостроительного планирования, инженерным изысканиям, проектированию; оформлению рабочей документации, ее единому электронному формату.

Это может быть реализовано путем внесения изменений и дополнений в действующее законодательство РФ, необходимых для внедрения технологий BIM (например, в части градостроительной деятельности).

Вторым **результатом** внедрения технологий BIM могут выступать создание и гармонизация отечественных профессиональных стандартов в области информационного моделирования с мировой практикой, разработка и внедрение межгосударственных профессиональных стандартов.

В таких стандартах должны быть отражены:

- единый терминологический аппарат, применяемый в информационном моделировании;

- порядок организации BIM при реализации ИСП, требования к применяемому программному обеспечению;
- порядок обмена данными на всех стадиях реализации ИСП, начиная от формулировки идеи и архитектурного решения до формирования сметной документации и проекта организации строительства;
- порядок формирования документации, которая будет использоваться на этапе эксплуатации объекта, реализованного с использованием BIM технологий.

Достижение такого результата возможно лишь в итоге тщательного анализа зарубежных национальных и международных стандартов, определяющих использование технологий BIM. Это может быть достигнуто путем организации научно-исследовательских работ на соответствующую тематику, создание рабочих групп и коллективов по подготовке российских профессиональных стандартов применения BIM технологий.

Еще одним **результатом** внедрения технологий BIM должно стать наличие нормативно-методической базы ценообразования при использовании технологий информационного моделирования при реализации ИСП.

Такое наличие может быть обеспечено только путем установления порядка ценообразования при использовании информационных моделей в проектировании, строительстве и т. п.

Для того, чтобы внедрение технологий BIM оказалось успешным, на наш взгляд, необходима процедура общественного контроля этого процесса и соответственно органа, способствующего его осуществлению: представителей СРО, профессиональных объединений проектировщиков и строителей, для того, чтобы осуществлять мониторинг процесса внедрения BIM, контролировать разработку нормативно-правовых актов и т. п.

Реализовано это может быть таким же путем, каким сегодня принято осуществлять большинство форм общественного контроля: созданием сайта при министерских структурах и рабочих групп при профессиональных объединениях проектировщиков и строителей. Обсуждение процесса внедрения

ВІМ, разрабатываемых нормативных документов, мониторинга внедрения будет способствовать повышению эффективности этого процесса.

Для того, чтобы проверить на практике правильность и работоспособность внедряемых инструментов информационного моделирования необходима их апробация на практике. Для этого необходимо создание и утверждение документов, определяющих порядок и сроки пилотного проектирования, осуществление пилотных проектов, выполненных на основе ВІМ, а затем проведение анализа результатов и выработка коррекционных воздействий, для совершенствования разрабатываемой нормативно-правовой базы.

Все вышеназванные мероприятия можно сгруппировать в одну стадию:

стадия I – систематизация юридических основ и инженерных показателей применения информационного моделирования в изысканиях, проектировании и строительстве. Проверка работоспособности нормативно-технической базы на пилотных проектах.

После создания юридических основ внедрения ВІМ необходимым становится создание соответствующей инфраструктуры:

- создание специальных библиотек, в которых бы содержались сведения о конструктивных элементах здания, инженерных системах и других элементах строительного процесса или объекта, применение которых было возможно по образцу с применением технологий информационного моделирования;
- формулировка требований и рекомендаций для производителей строительных материалов и конструкций, инженерных систем, для того, чтобы их продукция могла быть использована при реализации ИСП с использованием информационного моделирования;
- создание специальных информационных баз реализованных ИСП, элементов моделей, методических указаний по их использованию и рекомендаций;
- создание электронных справочников, содержащих сведения о трудозатратах на проектирование и строительство, стоимостных показателей, нор-

мативов и т. п. для составления проектно-сметной документации с использованием информационного моделирования;

- выработка единых требований к созданию вышеназванных библиотек.

Обобщить это можно как формирование библиотек элементов: информационных моделей, реализованных ИСП, объектов строительства для использования в информационном моделировании зданий и сооружений.

Кроме того, переход на информационное моделирование предполагает и установление единых требований к исходным данным, которые будут использованы при разработке модели. Например, по геоподоснове¹⁷, так как геология местности определяет степень надежности здания.

Т. е. необходима разработка требований по подготовке исходных данных и рекомендаций по их применению при проектировании ИСП.

Создание инфраструктуры, необходимой для успешного внедрения технологий BIM, предполагает формирование единого информационного пространства, некоего информационного ресурса обмена знаниями всех участников инвестиционно-строительного процесса.

Также необходимо создание системы и организация работы по профессиональной подготовке и переподготовке кадров, которые будут осуществлять внедрение технологий BIM на практике. Это может быть реализовано

17

Перед началом любых строительных работ необходимо провести тщательную топографическую разведку с составлением подробного плана местности. План надо составлять еще на этапе проектирования, поскольку архитектору придется учитывать особенности рельефа. Такой топографический план называется геоподосновой. Его составление осуществляется в несколько этапов, первым из которых является определение площади топографической съемки и рекогносцировка с целью изучения возможных путей подъезда к месту проведения работ. Далее следует планово-высотное обоснование, после чего проводится непосредственно топографическая съемка. На завершающем этапе материалы, полученные в ходе полевых работ, обрабатываются на компьютере с помощью специального программного обеспечения, результатом чего является электронная версия топографического плана. При разработке проектной документации следует учесть, что этот план действителен в течение трех лет.

как повышение квалификации, создание новых направлений подготовки, связанных с информационным моделированием и т. п.

Все это можно объединить в содержание второй стадии внедрения технологий BIM – **стадия II** – организация инфраструктуры и обучение профессионального резерва для внедрения технологий информационного моделирования.

После корректировки нормативно-правовой базы, формирования соответствующей инфраструктуры внедрения BIM технологий, необходимо, вернуться, на наш взгляд, к тому, с чего мы начали этот параграф – к интересам государства – строительству объектов с государственным участием и т. п.

В первую очередь, необходимо, чтобы были разработаны единые нормы и методические основы внедрения технологий BIM в практику различных организаций: проектных, строительных. Единство методических основ позволит корректно сравнивать результаты внедрения и эффективность реализации ИСП с использованием информационного моделирования.

Следующим шагом должна быть разработка единых требований и методических рекомендаций по обязательному применению технологий информационного моделирования при строительстве особо опасных и уникальных объектов, объектов массового пребывания людей. В основе таких рекомендаций должны лежать:

- требования к мониторингу графика строительства объекта (надзору);
- рекомендации по принятию решений при его (или по его) изменению (корректировке) по результатам мониторинга;
- рекомендации по оптимизации затрат на проектирование и строительство;
- рекомендации по мерам повышения безопасности эксплуатации таких зданий и сооружений.

Также необходима разработка единых требований и методических рекомендаций по обязательному применению технологий информационного

моделирования при проведении реконструкции особо опасных и уникальных объектов, объектов массового пребывания людей.

И, конечно, необходима разработка единых требований и методических рекомендаций по обязательному применению технологий информационного моделирования при строительстве объектов, строящихся за счет (или с использованием) бюджетных средств.

Обобщить вышесказанное можно в названии третьей стадии внедрения информационного моделирования – **стадия III** – законодательное утверждение необходимого использования технологий информационного моделирования при реализации ИСП с участием бюджетных средств РФ.

Можно представить организационно-экономический механизм внедрения технологий информационного моделирования в деятельность организаций, реализующих ИСП (рисунок 2.4), на рисунке 2.5 детализированы мероприятия данного механизма.

Как результат, обладающий **научной новизной**, автором разработаны **условия и мероприятия повышения конкурентоспособности** организаций, реализующих инвестиционно-строительные проекты, на основе внедрения организационно-экономического механизма информационного моделирования: систематизация юридических основ и инженерных показателей, их применения в изысканиях, проектировании и строительстве; организация инфраструктуры и обучение профессионального резерва для их внедрения; законодательное утверждение необходимого использования технологий информационного моделирования при реализации ИСП с участием бюджетных средств РФ.



Рисунок 2.4 – Организационно-экономический механизм внедрения технологий информационного моделирования в деятельность организаций, реализующих ИСП

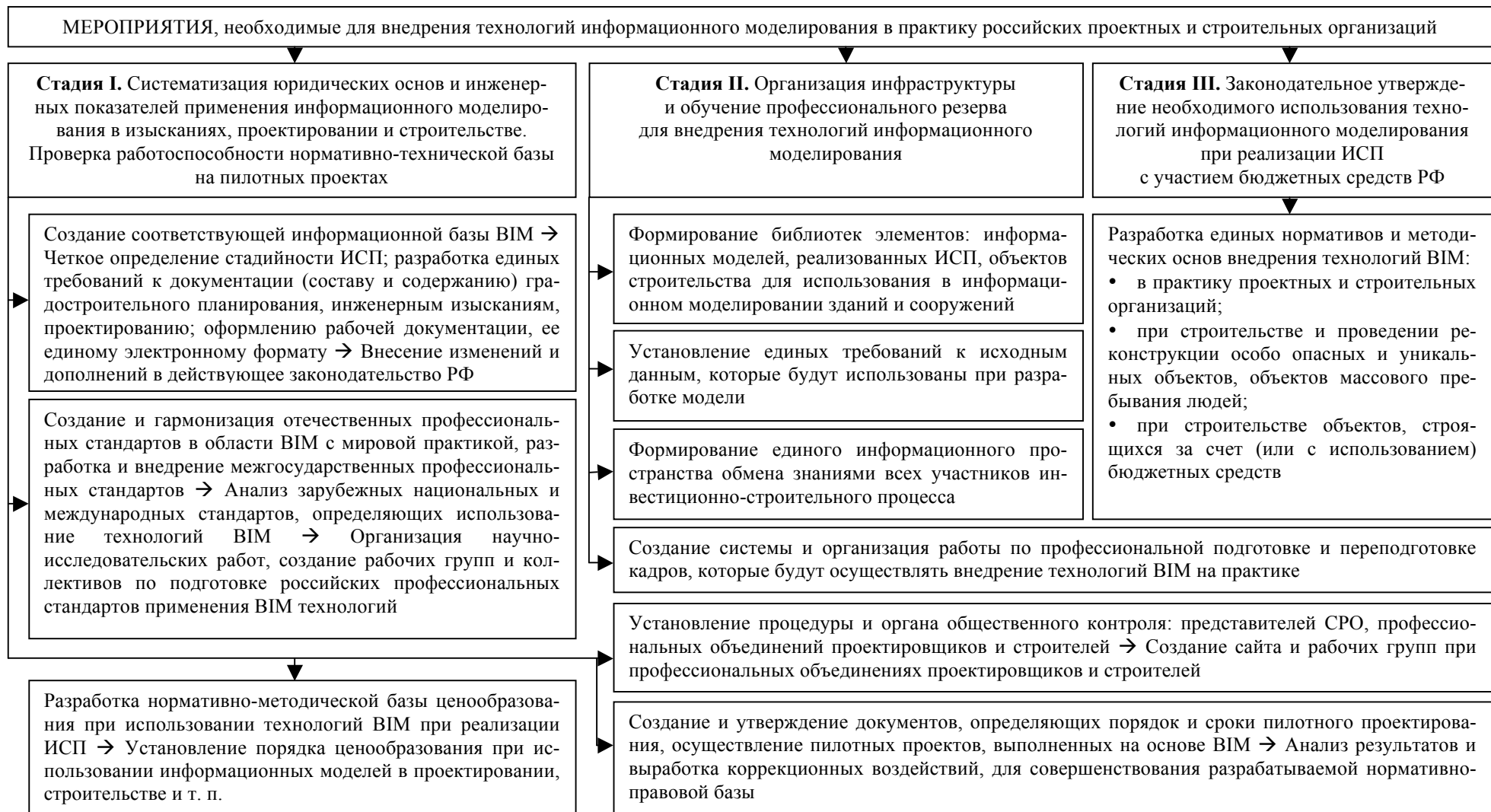


Рисунок 2.5 – Мероприятия, необходимые для успешного внедрения BIM технологий.

2.2. Внедрение облачного электронного документооборота

Преимуществом BIM, как технологической платформы, является возможность снижения стоимости моделирования и упрощения визуализации проектируемого объекта путем интегрирования различных программных продуктов и инструментов.

Как уже было сказано выше, в процессе реализации ИСП с использованием BIM могут и участвуют все заинтересованные стороны: владельцы, архитекторы, проектировщики, подрядные и эксплуатационные организации и т. п. В процессе коллективной работы с цифровой моделью, создаваемой в самом начале реализации ИСП появляется возможность вносить изменения в модель на самых ранних стадиях, когда стоимость внесения таких изменений еще не высока. Чем позже вносятся изменения в модель строящегося объекта, тем выше становятся затраты на его возведение. Проектирование, таким образом, становится совместным, как архитектурно-строительное, так и организационно-технологическое, внедряются решения, позволяющие снизить потребление энергетических и материальных ресурсов при строительстве и эксплуатации будущего здания.

Англичанин Роберт Эйш в 1986 г. сформулировал основные принципы BIM, которые актуальны и сегодня (рисунок 2.6).

При использовании BIM все участники реализации ИСП, проектировщики любых систем, могут посмотреть на конечный результат до начала строительства. При планировании строительства становится возможным выделить те части проектируемого объекта, в ходе реализации которых могут возникнуть трудности. Это позволит привлечь дополнительно специалистов и осуществить поиск необходимой информации.

У заказчика появляется возможность контроля хода проектирования и строительства, расходования средств на всех стадиях жизненного цикла ИСП, параметров ввода в эксплуатацию, эксплуатации и даже вывода из эксплуатации объекта строящейся недвижимости (рисунки 2.7, 2.8).

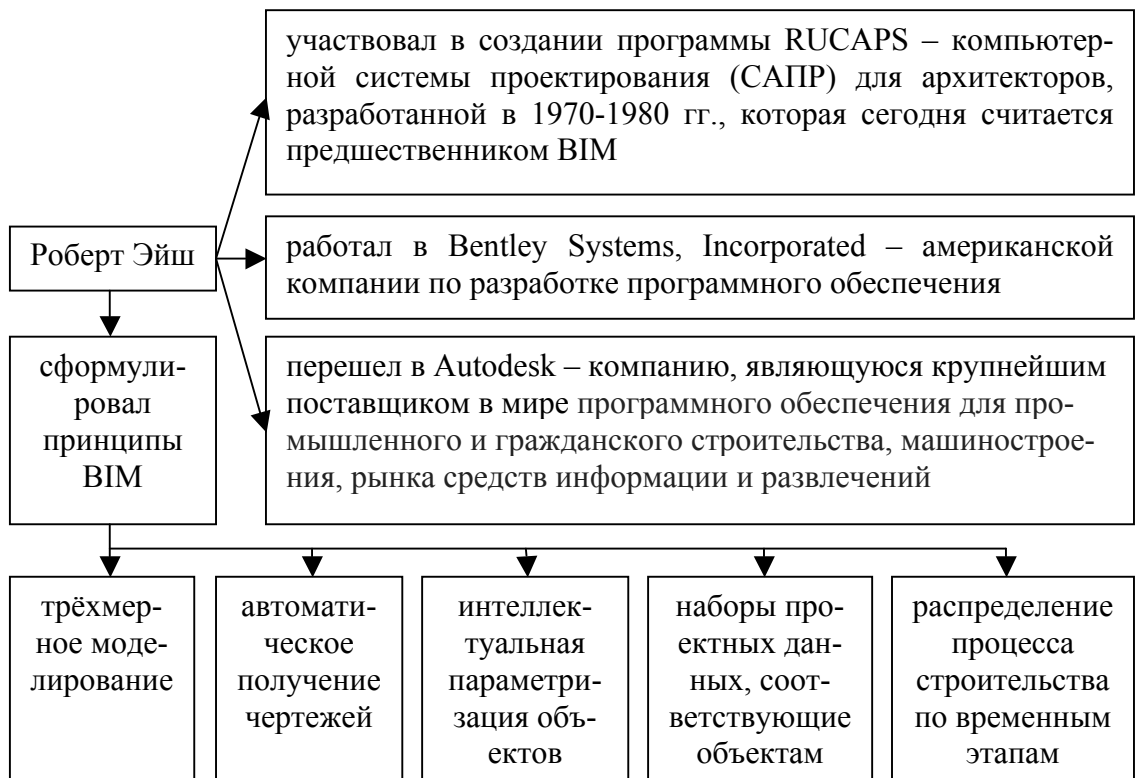


Рисунок 2.6 – Основные принципы BIM



Рисунок 2.7 – Развитие автоматизации при использовании BIM



Рисунок 2.8 – Процесс современного проектирования

Такая общая информационная среда для многих участников получила название «облако». Это название в сфере управления документацией абсолютно новым не является, принципы создания «облачной» среды или модели сегодня активно внедряются, так как к преимуществам ее внедрения, безусловно, можно отнести снижение объема капитальных вложений в инфраструктуру, ее эксплуатацию, обслуживание и пр.

Облачные технологии представляют собой технологии, формирующие он-лайн сервис для потребителя интернет-ресурсов. Термин «облако» используется в переносном смысле, подчеркивая, что вся инфраструктура достаточно сложна и технологии обработки данных и другие технические детали скрыты от глаз пользователя.

Существует также термин «*облачные вычисления*» (англ. – *cloud computing*), которые предоставляются на любых интернет-сервисах, называемых «облачными сервисами». Их, в свою очередь, можно разделить на три вида. Первые представляют интернет-услуги в виде сервиса для инфраструктуры (*Infrastructure as a Service, IaaS*), вторые представлены как сервис, предоставляющий платформу (*Platform as a Service, PaaS*), и третьи – предоставляют как сервис программное обеспечение (*Software as a service, SaaS*).

Это три основных вида «облачных сервисов», которые предоставляют интернет-пользователю собственную информационную инфраструктуру. Эрик Шмидт, будучи главным технологом и членом правления *Sun Microsystems*, в 1993 г. ввел этот термин «*cloud computing*» для того, чтобы обозначить сервисы, которые могут дистанционно обслуживать и поддерживать различные приложения.

Одной из тенденций последнего времени является применение облачных технологий государственными структурами во многих странах, например, Национальными архивами. Те же органы государственной власти для повышения эффективности управления документами в облачной среде берут на себя функции по разработке соответствующих методических рекомендаций и национальных стандартов.

В России это является пока проблемной областью.

Однако работа в облачной среде имеет свои преимущества и недостатки.

Считается, что максимально широко преимущества облачной среды представлены в форме *public cloud*¹⁸. Однако для таких государственных органов, как Национальные архивы, они могут нести некоторые риски, поэтому не рекомендуются к использованию. В таких случаях рекомендуется применять «частные облака» (*private cloud*¹⁹) для того, чтобы содержание размещаемой информации можно было бы тщательнее контролировать. При этом

18

Публичное облако (англ. *public cloud*) — инфраструктура, предназначенная для свободного использования широкой публикой. Публичное облако может находиться в собственности, управлении и эксплуатации коммерческих, научных и правительственных организаций (или какой-либо их комбинации). Публичное облако физически существует в юрисдикции владельца — поставщика услуг.

19

Частное облако (англ. *private cloud*) — инфраструктура, предназначенная для использования одной организацией, включающей несколько потребителей (например, подразделений одной организации), возможно также клиентами и подрядчиками данной организации. Частное облако может находиться в собственности, управлении и эксплуатации как самой организации, так и третьей стороны (или какой-либо их комбинации), и оно может физически существовать как внутри, так и вне юрисдикции владельца.

снижается эффективность, как использования самого облака, так и средств на его содержание.

Отличительной Российской чертой является неравномерность использования автоматизации документооборота государственными структурами. У крупных структур автоматизация развита лучше, имеются собственные уникальные разработки, и выгод от перехода в облако они видят значительно меньше, чем структуры местной власти, которые заинтересованы в систематизации документооборота, не имея зачастую достаточных средств на это.

Одной из главных проблем перехода на облачные риски становятся вопросы информационной безопасности. Риски перехода на «облако» несут как государственные структуры, так и коммерческие. Кроме наиболее очевидного риска утечки информации, связанного с невозможностью отслеживания персональной работы на стороне оператора, существует риск попадания в зависимость от поставщика услуг «облака». Необходимо, чтобы ресурсы «облака» надежно были закреплены за пользователями, персональные данные были защищены, и сеть работала корректно.

Несмотря на определенные риски и недостатки использования облачных технологий, не следует забывать об их огромном преимуществе – возможность сэкономить на строительстве и поддержании информационной инфраструктуры и заработной плате персоналу и оплачивать только объем потребляемых услуг. Это актуально как для коммерческих организаций, так и для государственных структур.

К тому же риски это не неотвратимые события. Их необходимо оценивать, учитывать и предотвращать. Утечка информации является риском при любой инфраструктуре, а от операционных сбоях не защищена ни одна система.

Эксперты говорят о том, что главное определить какая информация будет храниться в «облачной среде», как она будет использоваться и кем. При переходе на «облачные технологии» также необходимо определить, как будет работать режим безопасности использования данных.

Не менее серьезным вопросом является соблюдение сроков хранения документов. Сюда относится отслеживание и сроков уничтожения, как и документов, так и их копий, сроков давности и т. п.

Кроме этого немаловажно, в какой стране находятся серверы, в которых хранится информация в «облаке». Для российских компаний и госструктур это, конечно же, должна быть Российская Федерация. Это обусловлено тем, что при возникновении любых правовых коллизий, владельцы информационных центров будут подчиняться законодательству страны, в которой они находятся. Это означает, что существует вероятность, что при определенном судебном решении информация, хранящаяся в «облаке», может быть передана какой-либо третьей стороне, что не является желательным ни для одной коммерческой организации. Поэтому к выбору оператора следует отнестись со всей серьезностью, проверить организацию информационной безопасности, порядок набора сотрудников, информационные системы слежения и контроля.

Также подводным камнем может стать наличие в договоре «выкупных платежей». Это своеобразные санкции, деньги, взимаемые с потребителя в случае, если информация изымается досрочно из «облачной среды». Это может создать сложности при возникновении желания сменить поставщика услуг. Поэтому в договоре должны быть прописаны все виды штрафов и санкций к обеим сторонам за неисполнение условий договора.

Для реализации ИСП с использованием ВИМ движущей силой в использовании облачных моделей является понимание, что это экономит время на обеспечение полноты информации по проекту и совершенствование коммуникации между специалистами – решению двух основных организационных проблем современной экономики.

Второй движущей силой является поддержка руководства страны в понимании ситуации и необходимости внедрения облачного документооборота. Необходима разработка нормативных документов, регламентирующих порядок хранения информации, и решение многих организационных проблем.

А в мировой практике начало информационному обмену в стройиндустрии положила компания Autodesk в 1995 г. объединив 12 компаний, работающих в строительстве, в закрытый альянс, главной задачей которого было обсуждение и решение проблем информационного обмена на всех стадиях жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта.

Через год работы эксперты альянса сформулировали три вывода:

- совместимость программного обеспечения может быть достигнута, причем коммерческий потенциал этого процесса может быть очень высоким;
- любые стандарты должны быть открытыми и международными, а также не должны быть частной собственностью отдельных компаний или иметь другие ограничения на их использование;
- альянс должен дать всем заинтересованным организациям возможность вступить в члены альянса во всем мире.

После этого, был создан Международный альянс на основе представителей Европы, Азии и Северной Америки по совместимости (*International Alliance for Interoperability – IAI*), который через два года в 1998 г. поменял название на *buildingSMART*, чтобы лучше отражать характер и цели организации.

За время работы международного альянса *buildingSMART* были разработаны базовые концепции и основополагающие стандарты технологии BIM.

Часть этих стандартов впоследствии была утверждена как стандарты ISO. В частности, такой важнейший стандарт, как ISO 16739:2013 – *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries* – промышленные базовые классы для обмена данными в индустрии строительства и управления объектами, описывает информационную схему и открытый обменный формат файлов для всех информационных приложений.

Чтобы полностью соответствовать концепции BIM, все данные по модели должны быть описаны в цифровой форме, все, что связано с процессами разработки проекта, строительства, эксплуатации и даже уничтожения зда-

ния. Необходимо не только отобразить положение и размеры тех или иных элементов, но и правильно указать все их важные характеристики.

Кроме самой информационной модели здания, согласно концепции BIM, т. е. моделирования именно строительства, в состав информации должны входить и все документы, связанные с организацией закупки и поставки необходимых деталей, материалов и оборудования на строительную площадку, причем согласованные с общим графиком строительства здания.

Но после завершения строительства жизнь и изменения информационной модели здания не заканчиваются, поскольку информационная модель после строительства передается эксплуатирующей здание организации.

Однако в реальности до такой идеальной картины еще далеко.

Вопрос: что же мешает внедрению новых форм информационного управления данными в рамках концепции BIM в строительстве России?

Первым шагом компании, решившей полноценно реализовать концепцию BIM в своей работе, необходимо разработать регламент для всех участников процесса и утвердить его. Часть этих документов будет вводить понятия, определения и методики выполнения работ с использованием новых информационных технологий. Другая часть должна определить изменения, которые необходимо внести в существующие нормативные документы, чтобы вписать в них возможность применения новых технологий и разрешить предоставлять и обрабатывать данные в виде цифровых моделей.

Стоит отметить, что в целом тот объем работ по внедрению BIM в России, который реализуется на сегодняшний день, выполняется в правильном направлении: не надо разрабатывать все методики и стандарты с нуля, можно локализовать и адаптировать международные стандарты и методики, которые были разработаны альянсом *buildingSMART* в рамках концепции *Open BIM*.

За основу проектов российских стандартов по использованию технологий информационного моделирования в строительстве были взяты оформленные и утвержденные стандарты ISO, закрепляющие стандарты и методики *Open BIM*. Кроме того, к настоящему времени подготовлены про-

екты свода правил в области информационного моделирования, которые опубликованы на сайте НОПРИЗ.

Вторым шагом должно стать выстраивание нового внутреннего технологического процесса проектирования, рассчитанного как на создание собственных BIM-моделей.

Если говорить о программном обеспечении, то на сегодняшний день, по мнению специалистов²⁰, на рынке нет ни одного программного продукта, который бы позволял выполнить весь спектр необходимых работ с применением идеологии BIM по полному циклу. Наиболее близко к обеспечению полного цикла подошли фирма *Autodesk* с пакетом *Revit* и фирма *Nemetschek* с пакетом *Allplan*, но и у них еще имеются пробелы и нерешенные вопросы. Естественно, что у разных организаций требования к программному обеспечению могут различаться, поскольку они решают задачи разной сложности.

Очень хорошая и нужная идея использования единого формата обмена BIM-данными в виде файла *IFC*²¹ пока реализуется медленно. Более-менее успешный обмен моделями без сбоев и потерь данных работает только внутри одной линейки программных продуктов. То есть если и компания, и ее смежные организации работают в *Autodesk Revit*, то технологическая цепочка будет функционировать.

Еще одна проблема связана со сложной политической ситуацией в мире и экономическими санкциями, поскольку и *Revit*, и *Allplan* являются зарубежными программными комплексами. Что касается импортозамещения, то по мнению специалистов, на уровне 2D САПР типа *AutoCAD* или систем твердотельного моделирования сегодня в России уже есть из чего выбирать,

²⁰ Использованы материалы статьи Дмитрия Мыльникова, начальника отдела автоматизации проектных работ ПК «ГПИ «Челябинскгражданпроект». BIM-технологии в системе координат жизненного цикла здания. Специальный проект «Отрасль». Информационные технологии на службе стройиндустрии. http://www.connect-wit.ru/wp-content/uploads/2017/02/SP_Otrasl_Strojka.pdf

²¹ *Industry Foundation Classes (IFC)* – формат данных с открытой спецификацией, которая не контролируется ни одной компанией или группой компаний. Формат файла был разработан [buildingSMART](#) для упрощения взаимодействия в строительной индустрии. Используется как формат для BIM.

однако в сфере BIM в строительстве с этим дела обстоят гораздо хуже. Ближе всех к созданию полноценного российского пакета подошел «Аскон». Архитектурная часть пакета *Renga* вышла в 2016 г., недавно объявлено о выходе *Renga Structure*, а пакет для проектирования инженерных коммуникаций обещают выпустить в 2018 г. Но это все лишь первые версии продукта. Как показывает многолетний опыт, в том числе таких гигантов, как *Microsoft*, нормальная работа с программой возможна, только когда она доберется минимум до третьей версии. У «Нанософта» с их пакетом *Nanocad* полноценного 3D-проектирования нет даже на уровне САПР, не говоря уже об информационном моделировании. И хотя из пакета «*Nanocad* электро» при желании можно получить IFC-файл с трехмерной моделью электрической части инженерных коммуникаций здания, для полноценной работы с BIM этого недостаточно.

Не так очевидно утверждение о том, что переход к использованию BIM в проектировании и строительстве дает весомые преимущества, позволяет сократить сроки, уменьшить количество ошибок и тем самым получить существенную экономию при строительстве и эксплуатации. Эта точка зрения весьма выгодна производителями и продавцами различного ПО. Причем, это утверждение основано на достоверных, но излишне приукрашенных или искаженных фактах.

Когда у вас есть сформированные наборы библиотек объектов, обученный персонал, современная IT-инфраструктура и качественное ПО, у которого нет проблем совместимости при обмене данными хотя бы с вашими смежниками, то определенного сокращения времени при проектировании действительно можно добиться. Но, как показывает практика тех организаций, которые внедрили BIM или находятся в процессе, на начальном этапе на проектирование будет уходить времени больше, чем при традиционных технологиях. И в целом создание полноценной информационной модели отнимает больше времени хотя бы потому, что объем данных, которые должен внести

в эту модель исполнитель, в разы больше, чем при обычном построении чертежей.

На обычном чертеже или схеме можно показать какое-либо устройство простым условным знаком, указать его номенклатуру в спецификации и по всем остальным вопросам отослать строителей или монтажников к информации производителя. А в случае создания информационной модели здания это не пройдет. В состав информационной модели здания необходимо включить полный набор достаточно подробных информационных моделей с 3D-описанием геометрии всех устройств, элементов и оборудования, которые использованы в проекте. Причем только в идеале информационные модели будут предоставлены производителями этих устройств, элементов или оборудования. В реальных условиях, особенно российских, создавать такие информационные модели приходится именно проектировщику. И если вы выполняете типовые объекты, в которых используется повторяющаяся номенклатура элементов, то сможете получить экономию на следующих проектах. Но если у вас много различных объектов, в том числе уникальных, то фактически придется создавать или существенно расширять свои библиотеки компонентов для каждого подобного проекта.

Еще одно не очевидное утверждение, что применение BIM позволяет быстрее вносить изменения в проект. Да, если у хорошо и без сбоев работает ПО и ассоциированные с моделью чертежи всегда правильно перестраиваются, это действительно проще и быстрее. Но здесь есть обратная сторона медали. Количество изменений, которые проектировщики теперь вынуждены вносить в проект по требованию заказчика, может существенно вырасти, поскольку заказчик считает, что «с BIM это быстро и просто». Отсюда возникает проблема, как правильно юридически оформить свои отношения с заказчиком и составить договор, который бы учитывал интересы обеих сторон в новых условиях. Сегодняшняя практика составления договоров на проектные работы заключается в том, что в случае досрочного прекращения работ по проекту со стороны заказчика он обязуется оплатить фактически выпол-

ненный объем работ. И раньше этот объем определялся по количеству законченных и переданных заказчику чертежей, эскизов, альбомов и т. п. Но когда вы выполняете работы с применением BIM, чертежи появляются на самом последнем этапе, когда большая часть модели уже построена. Это означает, что вы можете оказаться в ситуации, когда никаких чертежей у вас еще нет и предъявить заказчику нечего, но большую часть времени, сил и ресурсов на данную работу вы уже потратили.

Еще одно утверждение заслуживает обсуждения: применение BIM позволяет сэкономить на том, что уменьшается количество ошибок и переделок. Да, позволяет, но с точки зрения застройщика или инвестора. Экономия обеспечивается за счет того, что проектировщик должен выдать более качественный проект. Новые технологии и ПО способствуют этому частично, поскольку только упрощают поиск ошибок. Ошибки все равно должен исправлять человек. И мировая практика внедрения BIM, и опыт, накопленный в России, говорят о том, что экономический эффект от внедрения BIM проявляется именно в снижении затрат при строительстве за счет уменьшения количества переделок. А вот на этапе проектирования затраты, наоборот, возрастают. Соответственно, если проектная компания не является частью вертикально интегрированной структуры и ее заказчики проектных работ не готовы переплачивать за более качественный проект, выполненный с использованием BIM, то никакого экономического эффекта проектная организация не получит. Зато она точно получит ощутимые дополнительные расходы на внедрение и поддержку новых технологий. Предположим, кто-то решил построить свой технологический процесс на использовании ПО фирмы *Autodesk*, которая уже перешла к предоставлению своего ПО во временную аренду сроком от одного до трех лет. Самая дешевая версия *Revit* сейчас предлагается в онлайн-магазине *Softline* за почти 74 тыс. руб. в год для одиночной лицензии или 110 тыс. руб. – для сетевой. Однако для крупной проектной организации *Revit* будет недостаточно, так как в нем отсутствует функционал управления процессом проектирования. Для этого необходимо приобрести

как минимум пакет *Autodesk Vault Professional*, который обойдется в 35 тыс. руб. в год. Но *Vault* не работает без *Microsoft SQL Server*. Итого, если подсчитать стоимость всех лицензий только на основное ПО, получается 130-180 тыс. руб. в год за одно рабочее место, а с учетом затрат на оборудование, которое для данного класса задач должно быть высокопроизводительным, ежегодные расходы лишь на ИТ-составляющую вырастают до 170-240 тыс. руб. за одно рабочее место в год или 14-20 тыс. руб. в месяц. А ведь есть и другие затраты помимо компьютеров и ПО для проектирования, которые необходимы для обеспечения работы организации.

Возможно, по мере внедрения BIM в строительстве, особенно с учетом наблюдаемого давления со стороны государства, а также появления альтернативных российских разработок, которые могут снизить стоимость ПО за счет конкуренции, экономика процесса проектирования с использованием BIM изменится в лучшую сторону, поскольку в целом преимущества такой технологии при широком ее распространении сомнению не подлежат. Но для этого необходимо со стороны государства не только принуждать проектировщиков работать с использованием BIM, как это происходит сейчас, но и обязывать застройщиков и инвесторов, во-первых, использовать BIM в своей работе, во-вторых, компенсировать проектировщикам возросшие расходы и издержки, возникающие в ходе внедрения и применения новых технологий.

2.3. Разработка комплексного подхода внедрения BIM в управлении инвестиционно-строительными проектами

Во всем мире прослеживается тенденция растущих темпов внедрения BIM-технологий, основу для которых составляет, как правило, государственная поддержка. Во многих странах чтобы получить государственный заказ необходимой обязательное использование технологий BIM, например, в Великобритании, Норвегии, Финляндии, Дании, Нидерландах и др. Внедряются эти технологии и в Юго-Восточной Азии, Северной Америке, Китае.

Как уже было сказано выше, в России интерес к BIM серьезно вырос, как на уровне компаний, так и на государственном уровне. Компании, реализующие инвестиционно-строительные проекты, пытаются внедрить информационные технологии с разным успехом: от ощутимых финансовых и организационных выгод до крупных финансовых и временных потерь.

Многие компании занимаются наблюдением за опытом организаций, внедряющих BIM-технологии, причем отечественных, полагая в силу российской ментальности, что свой отечественный путь внедрения является наиболее приемлемым.

К этому необходимо добавить некоторый уровень скептицизма, базирующийся на убеждении, что BIM-технологии могут себе позволить только «богатые» компании. На самом деле, если рассмотреть составляющие эффекта внедрения BIM-технологий, а именно возможные расходы и доходы этого мероприятия, то можно дать предварительную оценку – насколько это возможно для применения на массовом уровне, как этого потребует в скором времени законодательство.

Объем расходов на внедрение BIM-технологий определяется общими особенностями этого процесса, характерными практически для всех компаний, и особенностями частного характера, которые присущи индивидуально каждой конкретной организации.

При внедрении BIM необходим комплексный подход, который предполагает не смену компьютерной программы, а необходимость изменения:

- технологии проектирования;
- организации процесса проектирования;
- психологии проектировщиков.

В первой главе данного исследования уже говорилось о том, что определяет расходы компании, о неизбежном падении производительности и пр. Здесь же необходимо отметить, что крупным компаниям может быть рекомендован плавный и последовательный переход на BIM что значительно снизит расходы на его внедрение (рисунок 2.9).

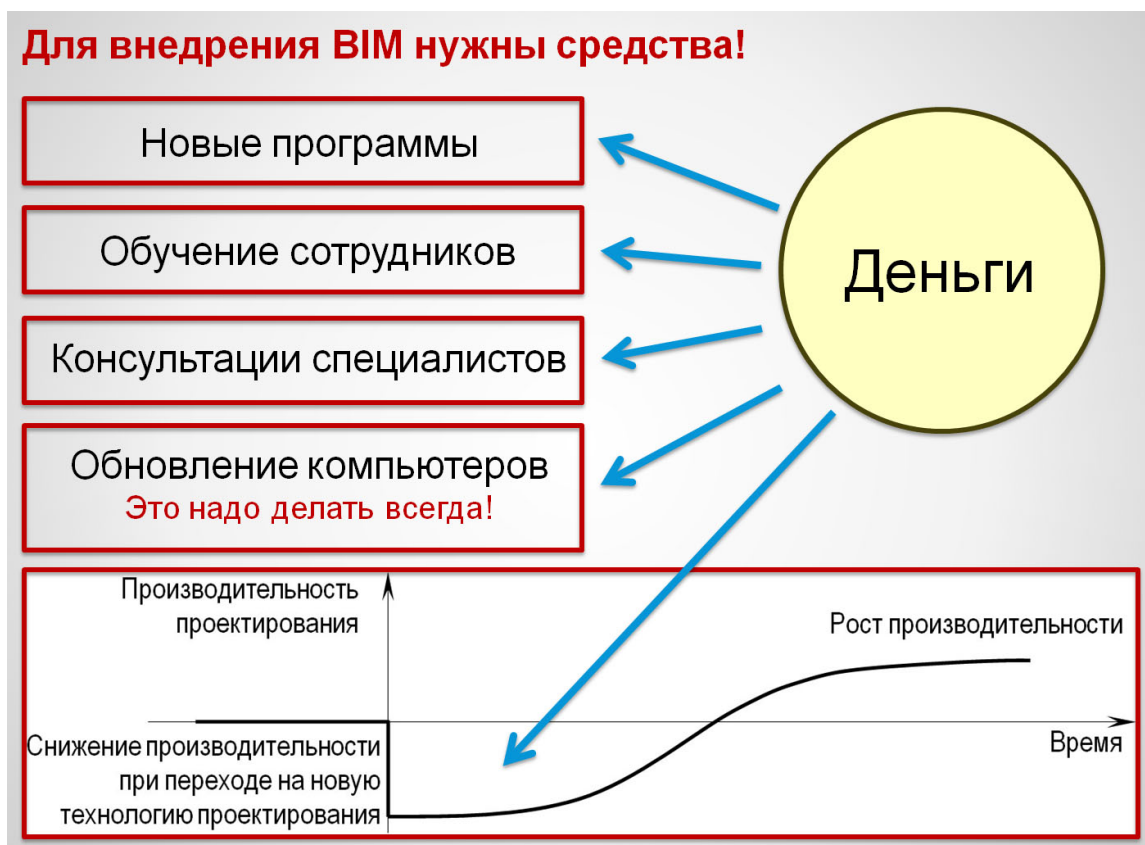


Рисунок 2.9 – Основные расходы, связанные с внедрением BIM [101]

Говоря о доходах, которые может принести внедрение BIM, сложно оценить их в натуральном выражении в прямой форме. Конечно, возможен вариант, что заказчик захочет получить именно информационную модель здания и пообещает за нее дополнительно заплатить. На практике же, как

правило, требование информационной модели не предусматривает дополнительной оплаты за нее.

Выгода от внедрения BIM заключается в экономии средств, которые раньше тратились. Для каждой конкретной организации она будет разной. Например, с помощью новой технологии можно часть работ не отдавать «на сторону» и пр. Далее необходимо соотнести экономию с затратами и рассчитать срок окупаемости.

Рассмотрев все стадии жизненного цикла объекта недвижимости: проектирование – строительство – эксплуатация – снос, можно увидеть по каким статьям затрат может произойти экономия при внедрении BIM-технологий.

Проектирование

Основным преимуществом BIM на стадии проектирования является экономия времени. На первых порах внедрения ее трудно ощутить ввиду обучения сотрудников, накопления опыта, организации процесса и пр. В дальнейшем рабочее время перераспределяется и его требуется меньше (рисунок 2.10).

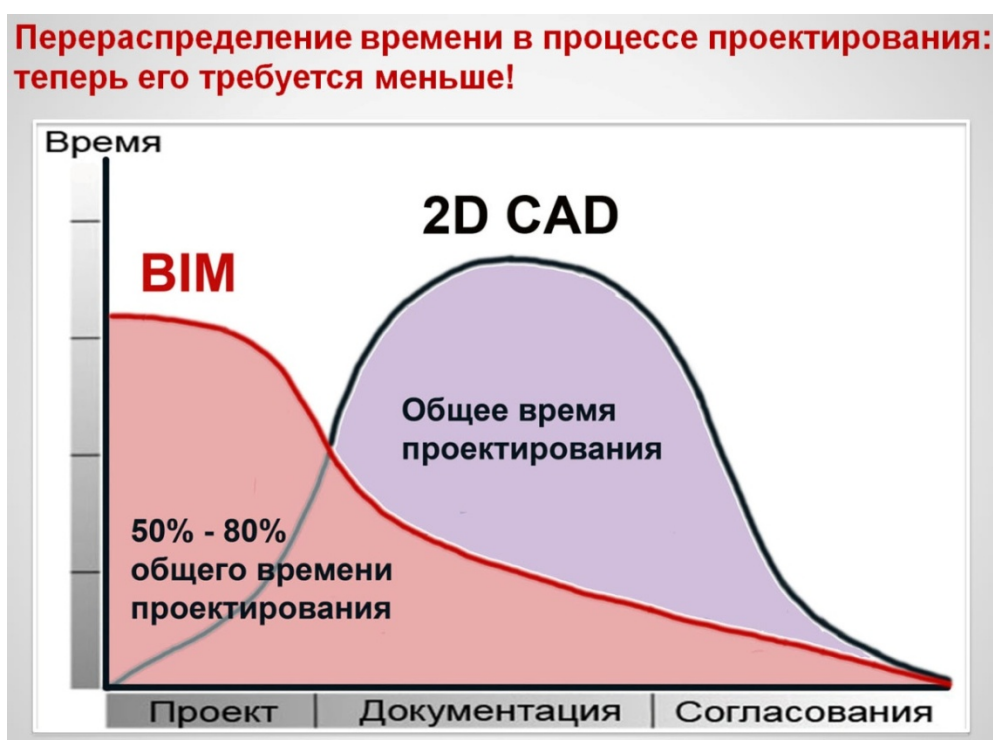


Рисунок 2.10 – Перераспределение времени на проектирование, связанное с внедрением технологии BIM [98]

По данным зарубежной аналитики время на выполнение проекта можно сократить на 20-50%. В России достоверной статистики пока нет, но в разных аналитических материалах цифры подтверждаются. Например, в исследовании эффективности применения BIM-технологий российскими организациями, проведенном НИУ МГСУ совместно с ООО «КОНКУРАТОР» (рисунок 2.11), приводятся данные о том, что ускорить этап проектирования можно на 40%, по мнению респондентов, участвовавших в опросе.

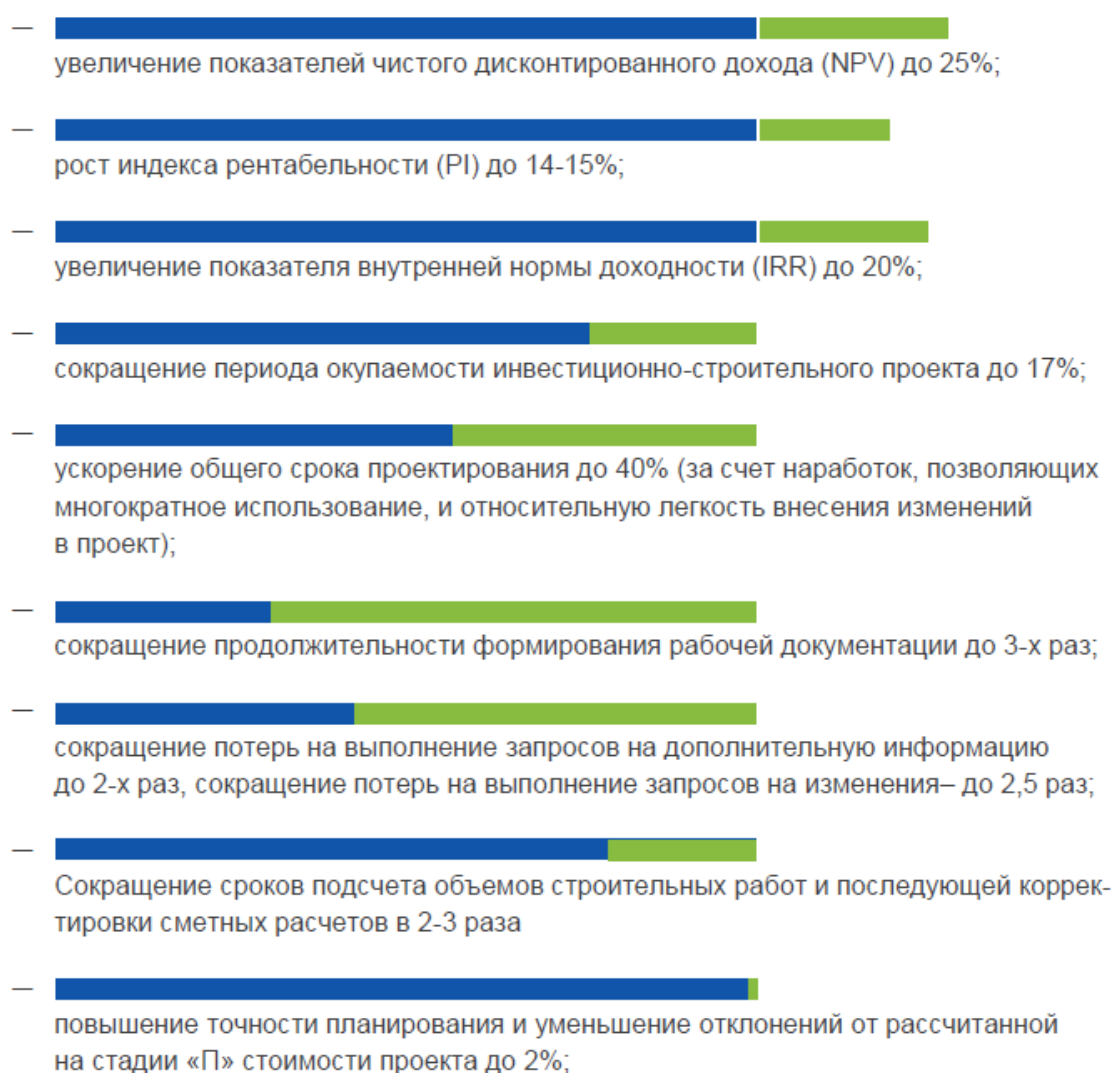


Рис. 2.11 – Преимущества использования BIM по результатам анкетирования российских компаний [68]

Еще одна статья экономии средств при внедрении BIM – это возможность обезопасить процесс строительства от проектных ошибок: их можно не допустить, устранить или исключить их появление на строительной площад-

ке. Причем сделать это можно даже в процессе перехода компании на BIM, когда проектирование ведется в традиционном 2D, а уже прошедший обучение сотрудник контролирует и тестирует модель в 3D.

Также сэкономить средства можно применяя информационную модель к проектам, связанным с изменением рельефа местности, например, недавним проектам в Сочи [37].

Вообще трехмерные пересечения в проекте – это и есть самая благодатная почва для использования BIM. Практика показывает, что даже при высоком качестве чертежей и контроля ошибки на стройплощадке могут появляться, и их устранение уже требует больших расходов. Некоторые эксперты говорят, что цифры могут доходить до 40% стоимости проекта. Главное – точность данных и операций с ними. Это основа успешного проектирования и подбора инженерных систем.

Ощутимую выгоду приносит BIM при формировании строительных смет. Общеизвестно, что составление смет процесс трудоемкий и длительный. Основу составляют расчет объемов строительных работ и материалов и поиск расценок на них. При внесении изменений в проект, достоверность расчетов снижается. 50% – это среднее статистическая погрешность «хорошей» сметы в России. А при использовании BIM задачей сметчика становится связка данных, автоматически поступающих из модели, со сметной программой. По данным западной аналитики это уменьшает погрешность сметы на 3%. С этим и связано основное предназначение BIM на государственном уровне – возможность точного учета и экономии ресурсов при реализации инвестиционно-строительных проектов, финансируемых за счет государства.

Результаты анкетирования специалистов российских компаний показывают, что расходы, не запланированные сметой, снижаются до 3-х раз, себестоимость проекта снижается до 30%, если она связана со снижением затрат на стадии строительства, производительность труда может повыситься до 30%, количество «переделок» на стройплощадке может снизиться до 90% и пр. (рисунок 2.12).



Рисунок 2.12 – Дополнительные преимущества использования BIM по результатам анкетирования российских компаний [68]

Проектирование и эксплуатация

Еще одно преимущество информационного моделирования проявляется при правильном сочетании, соотношении и учета в модели экологических, энергетических и экономических параметров проектируемого объекта недвижимости. Главное преимущество получает от этого тот, кто будет эксплуатировать здание, а не проектировщик, поэтому на западе давно введена система интегрированного выполнения проекта IPD, включающая всех, кто заинтересован в выполнении проекта, либо заказчиком сразу определяются соответствующие требования к проектировщикам в BIM.

Строительство

Это та стадия, в которой преимущества BIM максимально наглядно, на наш взгляд. Конечно, повышением эффективности организации строительства здания специалисты занимались всегда, но с появлением информационного моделирования этот процесс обрел новые возможности за счет появле-

ния максимально точного проекта, высокой информативности модели и возможности экономии сроков строительства.

Преимуществом является также повышение мобильности контроля выполнения и соблюдения сроков строительства. Сотрудники строительного надзора, вооружившись планшетом с программным обеспечением, могут контролировать ход строительства, значительно сократив штат сотрудников.

Проверка точности возведения конструкций – это отдельная тема контроля возведения здания. Здесь использование BIM играет немаловажную роль. Проектная точность, к сожалению, может остаться только на бумаге из-за множества причин на стройплощадке или приобретения элементов отделки и оборудования у смежников. Своевременный контроль с использованием лазерного сканирования позволяет получить облако точек для оперативной корректировки проекта. Это актуально и для процесса эксплуатации здания и для капитального ремонта (рисунок 2.13).

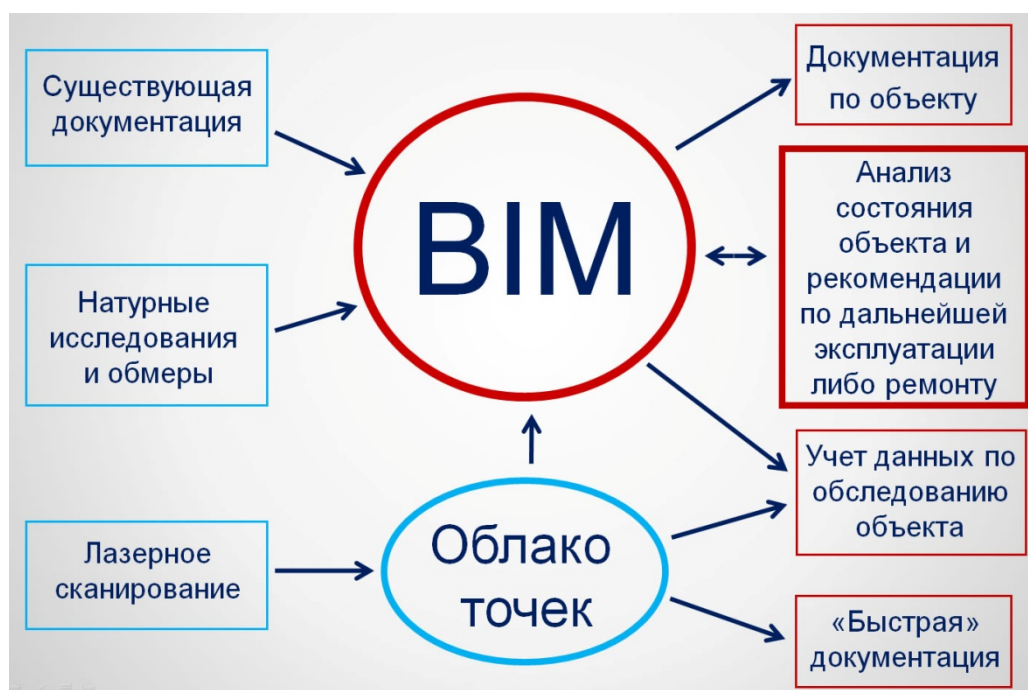


Рисунок 2.13 – Использование BIM при мониторинге состояния зданий и сооружений [101]

Для изготовления строительных изделий и конструкций информационные модели тоже приобретают немаловажное значение на сегодняшний день. Единственной преградой здесь может служить стоимость оборудования.

Эксплуатация зданий

Период эксплуатации в отличие от периода строительства растягивается на десятилетия, а в случае памятников истории и архитектуры намного дольше.

Поэтому правильное моделирование здания принесет наибольшую выгоду его владельцу в период его эксплуатации. Это и надлежащий уход, ремонт, расходование ресурсов и учет платежей.

Обычно информационная модель здания отсутствует в силу разных причин: либо модель была только на строительство, либо проектировали по старой технологии, либо строили более ста лет назад. В данном случае технологии BIM позволяют ее воссоздать на основе сохранившихся чертежей и обследования здания. Яркий пример – информационная модель здания Сиднейской оперы, которую создали спустя много лет после ее строительства.

Вывод из эксплуатации и снос

Здесь оценить выгоду от применения BIM в количественном выражении достаточно сложно – нет статистики. Хотя она очевидна: сложно снести здание без информационной модели в центре плотно застроенного мегаполиса или такой сложный объект как атомная электростанция.

В качестве основного вывода можно сказать, что на всех стадиях жизненного цикла объекта использование BIM-технологий позволяет экономить средства. Однако только комплексный подход к внедрению этих технологий может действительно повысить эффективность реализации инвестиционно-строительных проектов. Чем совершеннее информационная модель будь то здание, будь то процесс строительства (в зависимости от трактовки терминологии), тем больше экономия средств и инвестора, и будущего владельца здания, и меньше сложностей для тех, кто это здание будет проектировать и строить.

Можно сделать несколько основных выводов по оценке возможности осуществления комплексного подхода по внедрению BIM-технологий в компании.

1. BIM-технологии, в конечном счете, экономят средства, государство инициирует их внедрение. Чем грамотнее и квалифицированнее этот процесс будет реализован в компании, тем выше будет ее конкурентоспособность на рынке реализации инвестиционно-строительных проектов.

2. Лучший результат дает комплексный поэтапный подход внедрения, в котором заинтересованы как инвесторы, так и будущие собственники здания. Государственный заказ играет большую роль в процессе продвижения технологий.

3. Необходима новая организация отношений между всеми участниками реализации инвестиционно-строительного проекта, для каждого из которых работа в BIM выгодна.

4. Внедрять BIM нужно поэтапно, начиная с самых слабых мест в компании. Необходимо менять психологию и технологию проектирования, так одно название «BIM» успеха не гарантирует.

5. Необходимо опираться на инициативу сотрудников, готовых к переходу на новые технологии; сохранить работоспособность компании, учитывая не одинаковое отношение к новшествам у разных категорий людей.

6. В начале внедрения BIM производительность труда падает (рис. 2.14).

7. Внедрение BIM-технологий требует вложения средств, как любое новшество.

8. Необходимо будет изменить саму организацию проектирования.

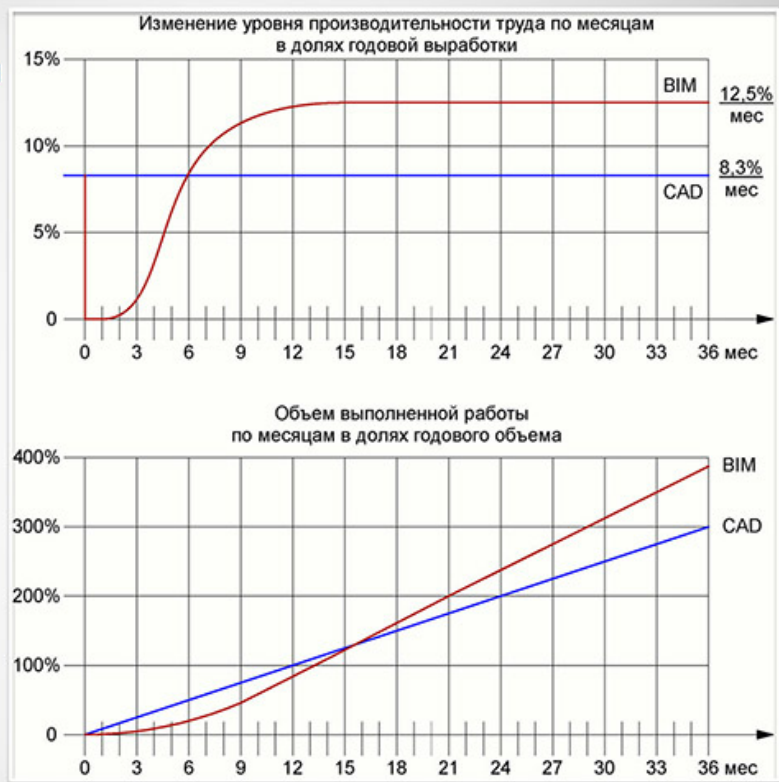
9. Возникает необходимость кадровых изменений в компании; привлечение или обучение новых специалистов – BIM-менеджеров.

10. Важная роль отводится «пилотным» проектам и внешнему консалтингу.

Обычно в публикациях рекомендуют три сценария внедрения BIM: собственными силами, собственными силами с привлечением стороннего специалиста, силами консалтинговой компании (рисунок 2.15).

Восстановление
производительности
труда
может занимать
до 6 месяцев.

Игорь Козлов
НГАСУ(Сибстрин)
2010



AUTODESK UNIVERSITY 2013

AUTODESK.

Рисунок 2.14 – Исследование падения производительности труда

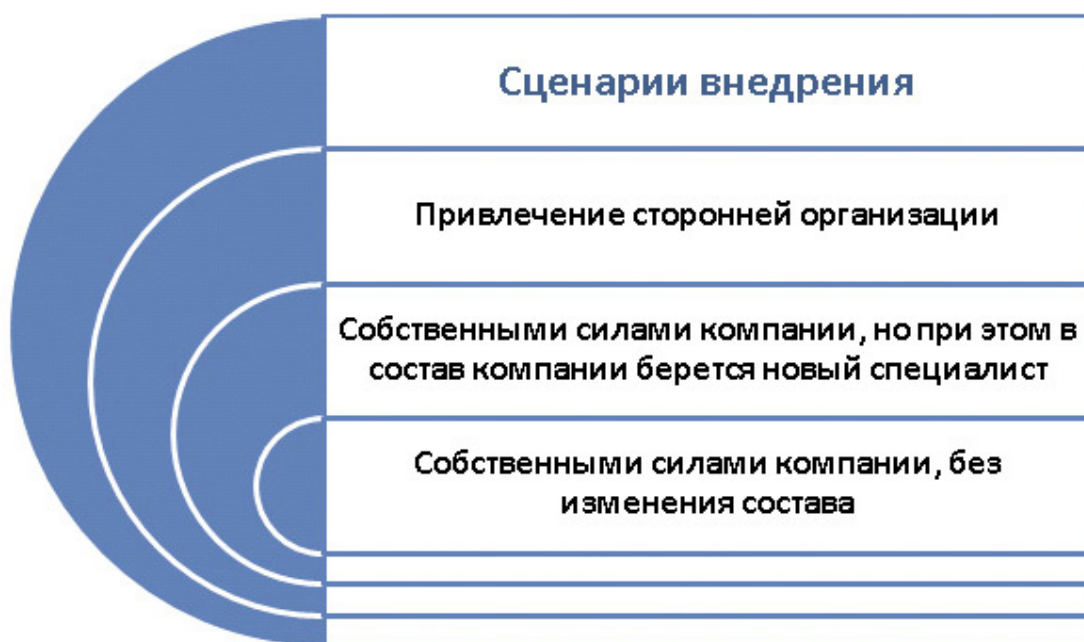


Рисунок 2.15 – Сценарии внедрения технологий BIM

На наш взгляд, все три сценария относятся к внедрению любой технологии проектирования. Поэтому автором был предложен иной сценарий внедрения BIM-технологий, предусматривающий выделение функциональ-

ной единицы в оргструктуре организации, включающей специалистов по каждой стадии проектирования (таблица 2.2).

Таким образом, можно представить результат, обладающий, на наш взгляд, **научной новизной**.

Разработан **сценарий внедрения технологий информационного моделирования** в организации, основанный на комплексном подходе к этому процессу, в отличие от существующих предлагающий сценарий выделения функциональной единицы в оргструктуре, включающей специалистов по каждой стадии проектирования, реализующих концепцию BIM, осуществляющих обучение персонала и организацию рабочих мест для разработки: пространственной модели строящегося объекта, связанной с календарно-сетевым графиком проекта; наглядной детализации стоимости проекта; систематизации информации, как о конструкции самого объекта, так и обо всех технических системах, установленных на объекте.

Таблица 2.2 – Сценарии внедрения BIM-технологий в организации

Сценарий 1. Внедрение BIM собственными силами компании	Сценарий 2. Комплексный подход к внедрению BIM (предложено автором)	Сценарий 3. Привлечение сторонней организации
Руководство		
<p>Назначает ответственного специалиста, которому вменяется в обязанность заниматься технологиями BIM и их внедрением. Текущая нагрузка по проектированию с этого специалиста не снимается.</p>	<p>Выделяется в организационной структуре функциональная единица, которая будет включать ответственных за все стадии BIM, начиная от 3D модели проекта до сметы. Эти специалисты проходят обучение единовременное и стажировку в специализированной привлеченной компании. Все остальные специалисты компании проходят обучение в текущем графике.</p>	<p>Иницирует перед владельцами компании необходимость внедрения технологии BIM. Получает одобрение и приступает к реализации работ. Ищутся или просто приглашаются компании – системные интеграторы, поставщики ПО и проектных решений. Срок выполнения и объем предполагаемых работ определяются договором.</p>
Назначенный специалист	Организационное подразделение по контролю BIM	Компания по внедрению
<p>Примерный список работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • погружение в предметную область информационного моделирования; • выбор 3D САПР и освоение технологии трехмерного проектирования САПР; • создание технологии, улучшающей существующий процесс формирования чертежей; • разработка стандартов организации по выпуску ПСД; • применение технологии на практике, для начала на собственной тематике. <p>При этом специалист продолжает нести полную нагрузку по проектированию.</p>	<p>Примерный список работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • погружение в предметную область каждого специалиста (или группы); • разработку пространственной (3D) модели строящегося объекта, связанную с календарно-сетевым графиком проекта (4D); • разработку наглядной детализации стоимости проекта (5D); • систематизацию информации, как о конструкции самого объекта, так и обо всех технических системах, установленных на объекте (6D). 	<p>Примерный список работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обследование и знакомство с существующими бизнес-процессами компании; • разработка стандартов организации по выпуску ПСД в усовершенствованном формате; • обоснование выбора 3D САПР, его развертывание или настройка существующего 3D САПР под стандарты организации; • создание рабочей группы из специалистов всех дисциплин, задействованных в работах по внедрению, и выбор объекта для «пилотного проекта». <p>Обучение базовым инструментам 3D САПР рабочей группы;</p> <ul style="list-style-type: none"> • проведение «пилотного» проекта.

Продолжение таблицы 2.2.

Сценарий 1. Внедрение BIM собственными силами компании	Сценарий 2. Комплексный подход к внедрению BIM (предложено автором)	Сценарий 3. Привлечение сторонней организации
Результат		
<ul style="list-style-type: none"> • Создана трехмерная модель объекта в единственной дисциплине. • Есть наработки стандарта предприятия по двумерному проектированию с переходом на трехмерное проектирование. • Может не быть стандартов плоского проектирования, но это редкость. • В лучшем случае компания имеет технологию 3D-проектирования в единственной тематике. • До технологии BIM дело не доходит даже в пределах одной дисциплины. • Руководство не участвует в процессе работ. • Нет освобождения от текущей проектной деятельности. • Работа всегда будет начинаться с наиболее знакомой дисциплины. 	<p>Компания получает основу для внедрения BIM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • специалистов, понимающих концепцию BIM, и готовых организовать обучение персонала и организацию рабочих мест для разработки пространственной (3D) модели строящегося объекта, связанную с календарно-сетевым графиком проекта (4D); • специалистов, понимающих концепцию BIM, и готовых организовать обучение персонала и организацию рабочих мест для разработки наглядной детализации стоимости проекта (5D); • специалистов, понимающих концепцию BIM, и готовых организовать обучение персонала и организацию рабочих мест для систематизации информации, как о конструкции самого объекта, так и обо всех технических системах, установленных на объекте (6D). 	<ul style="list-style-type: none"> • Созданы стандарты предприятия для существующей технологии плоского проектирования. • Проработаны базовые технологии 3D-проектирования – как внутри дисциплинарной групповой работы, так и междисциплинарного взаимодействия. Глубина и объем проработки определяются в первую очередь сроками работ, выбранным объектом и грамотностью команды (рабочей группы). Заказчик имеет: • обученную группу специалистов, готовую делиться своими знаниями и опытом с коллегами; • рекомендации в случае квалифицированного исполнителя по изменению ролевых функций персонала и организации процесса проектирования применительно к особенностям продукции заказчика и с учетом 3D САПР; • при желании возможность развития и масштабирования работ.

Продолжение таблицы 2.2.

Ошибки и трудности		
<ul style="list-style-type: none"> • Руководство не участвует в процессе работ. • Нет освобождения от текущей проектной деятельности. • Работа всегда будет начинаться с наиболее знакомой дисциплины. • Все остальные дисциплины остаются за пределами его возможностей. • Назначенный, но не освобожденный специалист не наделен достаточными полномочиями. • Не всегда выделенный специалист имеет необходимый кругозор, видение междисциплинарной работы, общесистемный подход и организаторские способности. • Затрачиваемые им усилия несопоставимы с масштабом поставленной задачи. 	<p>Возможны ошибки вследствие неудачного выбора руководителей направлений, влияние человеческого фактора.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Руководство отслеживает процесс выполнения работ по финансовой и иной отчетности, а не по существу полученных результатов.
	<p>Вывод</p>	<ul style="list-style-type: none"> • В работы не вовлекаются специалисты уровня ГИПа.
	<p>При разграничении зон ответственности за все стадии BIM при хорошей организационной работе и параллельном обучении с привлечением консалтинговых услуг внедрить BIM в практику работы организации можно будет намного быстрее, чем собственными силами или полагаясь на привлеченных специалистов. Компания получает:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Очень сложно объяснить необходимость предварительных (обследование) и/или дополнительных (архив) работ.
	<ul style="list-style-type: none"> • сокращение продолжительности работ по внесению корректировок в проект до 5 раз; • оптимизацию графика производства работ; • повышение эффективности расходования ресурсов; • формирование общего понимания по деталям реализации проекта между всеми участниками; 	<ul style="list-style-type: none"> • Сотрудники рабочей группы отвлекаются на текущие работы. • Взаимоотношения компаний заказчик – исполнитель концентрируются в основном на обучении и проведении одного «пилотного» проекта. На практике выясняется, что одного объекта недостаточно даже для построения 3D-технологии, не говоря о технологии BIM.
<p>Вывод</p>		<p>Вывод</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Получена одна составляющая проектной модели. • Несомненно, есть успех – продумано трехмерное проектирование в единственной специальности, но к технологии BIM не приступили. <p>Такой сценарий возможен только в маленьких организациях с ограниченным финансированием, специализирующихся на выпуске одного раздела ПСД.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • повышение качества управленческих решений за счет наличия полной, качественной и своевременной информации о проекте в единой информационной среде; • повышение качества коммуникации на проекте между всеми участниками проекта; • возможность в единой информационной среде накапливать и использовать массу информации об объекте. 	<p>Успех при таком сценарии ближе к ожиданиям, но не полон. Этот сценарий наиболее правильный для проектных компаний гражданского комплекса, но не оптимален для многопрофильных проектировщиков, для компаний, проектирующих промышленные площадки любого назначения, для компаний полного цикла: проект – строительство – эксплуатация.</p>

ГЛАВА 3

Разработка механизмов, реализующих преимущество внедрения BIM технологий в строительной компании – уменьшение стоимости квадратного метра недвижимости

3.1. Методика снижения рисков ИСП за счет использования BIM технологий²²

Риски, возникающие в процессе реализации ИСП, требуют такого же внимания как риски, сопутствующие любой другой производственной деятельности. Их необходимо предвидеть, оценивать, вырабатывать методы их предупреждения, страхования и недопущения. Все это в целом составляет объект внимания риск-менеджмента, который в России активно развивается, но на сегодняшний момент далек от совершенства. При управлении ИСП часто внимание сосредоточено на одном из трех ключевых показателей его успеха: затрат, качества или сроков. Однако риски необходимо нивелировать по всем трем направлениям.

BIM-технологии могут служить инструментом минимизации рисков в строительстве, они включают контроль над всеми стадиями жизненного цикла проекта (ЖЦП): от проектирования до эксплуатации, а ряде случаев и утилизации. К тому же огромное количество анализируемой информации позволяет:

- повысить скорость работы на любом этапе ЖЦП;
- спрогнозировать риски на любом этапе;
- сделать максимально точной себестоимость строительства;
- увеличить прозрачность тендерных процедур;
- осуществлять мониторинг строительно-монтажных работ;

²² По материалам исследования, проведенного в данном параграфе, опубликована статья: Лушников, А. С. Снижение рисков реализации инвестиционно-строительных проектов за счет использования информационных технологий / С. А. Лушников // Вестник гражданских инженеров. – № 6 (65) декабрь. – 2017. – С. 302 – 310. (0,64 п. л.).

- прогнозировать объем затрат и необходимых ресурсов для строительства.

Это способствует снижению технических рисков, сокращению времени принятия решений, снижению стоимости и сроков строительства. При этом появляется возможность ориентировочно учесть затраты на будущую логистику и инфраструктуру, необходимую для здания или сооружения. Это важно в тех случаях, когда ИСП имеет, например, федеральный масштаб, и речь идет о расходовании государственных средств. Также ярким примером снижения рисков ИСП при использовании BIM является его использование при строительстве АЭС, когда малейшая неточность может привести к серьезным последствиям. Тем более что с BIM можно выявить риски или недостатки проекта, которые на начальном этапе выявлены не были.

В России каждая компания приходит к необходимости использования BIM своим путем. Как правило, это связано с требованием заказчика проекта. Однако теперь по приказу Минстроя²³ BIM-технологии будут обязательны к внедрению в промышленном и гражданском строительстве.

Прежде чем ответить на вопрос каким же образом BIM-технологии снижают риски ИСП, необходимо сказать несколько слов о понятие риска как такового и возможных методах его снижения.

По мнению исследователей, понятие риска не всегда однозначно должно трактоваться негативно [7, 10, 48]. Хотя в большинстве случаев так и происходит благодаря тому, что само слово «риск» испано-португальского происхождения, обозначающее подводную скалу, риф, что неизбежно ассоциируется с опасностью. Поэтому, рассматривая риск как вероятность, чаще всего эту вероятность относят к возможному возникновению негативных событий, связанных с нанесением ущерба. Ущерб, в данном случае, считается количественной оценкой проявления риска. На наш взгляд, все-таки необходимо более полно рассматривать понятие риска, как вероятность события, ре-

²³ Приказ Минстроя России от 29 декабря 2014 года №926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства». <http://www.minstroyrf.ru/docs/2663/>

результатом которого может быть и положительный исход. Тогда это событие логично было бы назвать «шансом». При этом и риски, и шансы являются формами актуализации результатов принятых решений и совершенных действий в условиях неопределенности.

Существует много классификаций рисков, каждая из них разрабатывается в целях каждого конкретного исследования. Наиболее общая классификация рисков по их функциональной направленности представлена на рисунке 3.1. [34].

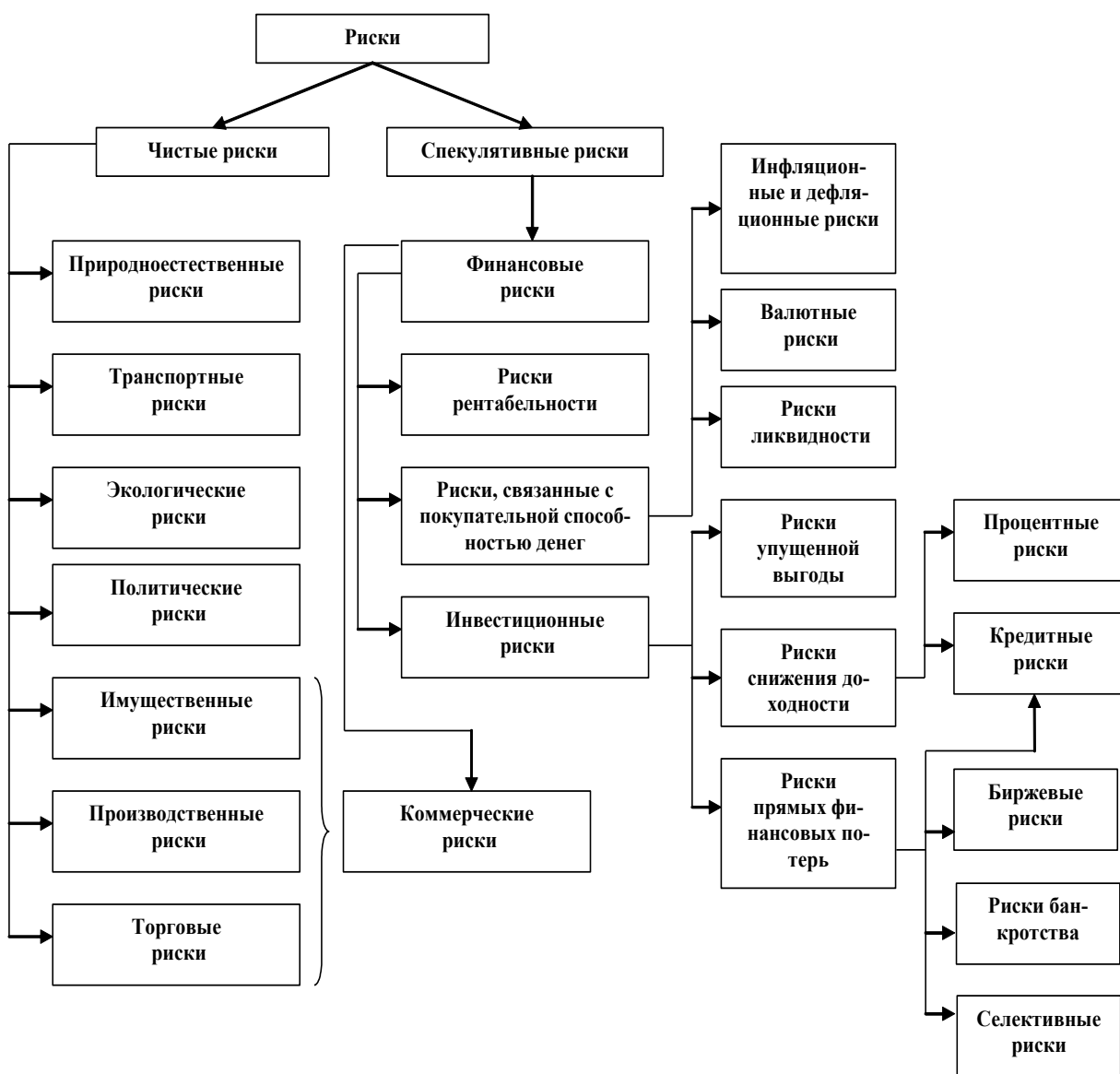


Рисунок 3.1 – Классификация рисков по их функциональной направленности

Но для эффективного снижения рисков ИСП лучше использовать классификацию, разработанную с этой спецификой [48] таблица 3.1.

Таблица 3.1 – Классификация рисков по сфере возникновения, непосредственно влияющих на реализацию ИСП

Сфера проявления Стадия ИСП \ Сфера возникновения	Снабжение	Финансы	Строительное производство	Сбыт
1. Возникновение идеи строительства. Разработка проекта	Риски, возникающие в сфере снабжения, не влияют на разработку проекта	Финансовые риски не оказывают значимое влияние на разработку проекта	Риски, возникающие в сфере производства, не влияют на разработку проекта	Внутренние – неудовлетворительный анализ рынка
2. Заключение договоров (поставки, подряда, логистические)	Внешние – недополучения необходимого количества материалов, комплектующих вовремя; недополучения необходимого количества материалов, комплектующих надлежащего качества; Внутренние – невыполнения финансовых обязательств перед поставщиками материалов, комплектующих своевременно	Внешние – недополучения кредитных средств в необходимом размере; недополучения кредитных средств в необходимые сроки; Внутренние – невыполнения финансовых обязательств по кредитам и займам	Риски, возникающие в сфере производства, не влияют на стадию заключения договоров	
3. Строительство объекта по проекту			Внешние – форс-мажорные; климатические; политические; социальные; демографические; Внутренние – невыполнения производственной программы – несоблюдение сроков реализации инвестиционно-строительного проекта; выполнение строительных работ не надлежащего качества	Риски, возникающие на стадии сбыта, не влияют на стадию строительства объекта
4. Сдача-приемка объекта по акту. Расчеты по проекту. Сдача в эксплуатацию	Риски, возникающие в сфере снабжения, не влияют на сдачу объекта в эксплуатацию, если были преодолены на предыдущих стадиях	Финансовые риски не оказывают значимое влияние на сдачу объекта в эксплуатацию, если были преодолены на предыдущих стадиях		Внутренние – невыполнения программы по реализации строительной продукции
5. Эксплуатация объекта	Риски, возникающие в сфере снабжения, не влияют на эксплуатацию объекта	Финансовые риски не оказывают значимое влияние на эксплуатацию объекта		Внешние – конъюнктурные – изменение структуры рынка

Естественно, на наш взгляд, что каждый ИСП должен оцениваться по трем наиболее важным направлениям: своевременность, стоимость и качество. Эти факторы взаимосвязаны, отражаются в любых хозяйственных договорах и определяют, в конечном счете, эффективность реализации ИСП (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Критерии эффективности реализации ИСП

Из-за задержек строительства растет потребительская стоимость строительной продукции, может снижаться ее качество, не говоря уже о росте социальной напряженности при задержке сроков сдачи объектов жилой недвижимости. К тому же могут возникать и правовые последствия в виде неустоек, штрафов и пр.

В Санкт-Петербурге в 2005 г. был создан информационный портал «Дом Контроль» для сбора данных о строительных компаниях и строящихся объектах. На портале составлен и регулярно обновляется рейтинг строительных компаний, критерием лидерства в котором является отсутствие задержек строительства объектов недвижимости. Это делается в интересах населения – потребителей строительной продукции – для оценки надежности строительной компании. Например, из ста компаний в 2017 г. только 13 оказались в начале рейтинга с отсутствием нарушения сроков строительства. «Лидером» по несвоевременности строительства оказалась компания ЗАО «Окстрой» –

128 месяцев задержки строительства. Это иллюстрирует серьезные проблемы в сфере строительства, связанные с несвоевременностью его завершения.

Риск несвоевременности, т. е. задержки сроков сдачи либо строительных работ, либо уже целого объекта, можно определить как вероятность того, что произойдет отклонение фактической величины показателя «продолжительность строительства» (T_{Φ}) от плановой ($T_{пл}$) – $P(T_{\Phi} > T_{пл})$.

Если рассматривать весь жизненный цикл проекта (ЖЦП), то риск несвоевременного выполнения работ характерен для его операционной стадии, хотя на предоперационной есть вероятность заложить предпосылки для него, например, допустив ошибки в проектно-сметной документации, календарном графике, технико-экономическом обосновании ИСП и пр.

Риск несвоевременности относится к группе инвестиционных рисков, таких как риски незавершенного строительства; превышения затрат на строительство; производственные риски, обусловленные техническими проблемами; риски реализации, вызванные ошибочными маркетинговыми расчетами; роста расходов, связанных с кредитами, и т. п.

Потери рабочего времени на практике являются основой для возникновения риска несвоевременности. Они могут быть явными и скрытыми.

Например, явные – это те потери рабочего времени, которые связаны с бездействием рабочих или машин (плохая организация труда, неритмичная подача материалов, неподготовленность фронта работ, дефект рабочих чертежей и т. п.), могут быть случайными или зависящими от нарушения трудовой дисциплины.

Скрытые потери содержатся в самой работе (нерациональная организация площадки, графика производства работ, логистики, дефекты рабочих чертежей и пр.)

В данной работе интерес представляют систематические риски, т. е. те риски, на которые можно повлиять, которые можно учитывать и корректировать. Риски несвоевременного выполнения работ можно объединить в пять групп: проектные, ресурсные, организационные, операционные и климатиче-

ские. На все эти риски повлиять достаточно сложно, а зачастую невозможно. Возможность влияния на риски ИСП появляется при рассмотрении такого систематического риска как несоответствие плановых значений показателей хода строительства фактическим.

В данном случае использование BIM-моделирования позволяет нейтрализовать риски несвоевременного выполнения работ с помощью методики контроля. При разработке плановой модели проекта необходимо увязать элементы трехмерной модели с календарным графиком выполнения работ и выполнить анализ возможного появления пространственно-временных коллизий. Такая синхронизация позволит снизить риски несвоевременного выполнения СМР еще до их начала. Мониторинг выполнения всех стадий ЖЦП позволит снизить систематические риски строительства, оперативно реагируя на возникновение отклонений плановых значений показателей производства работ от фактических.

Речь идет о календарном планировании, имеющем большое значение для строительного производства, и его совместимости с трехмерными моделями. Календарное планирование за последние 100 лет прошло большой путь от средства для представления длительности и последовательности задач в проекте до современных разработок в области организации строительства. В данном исследовании оно представляет интерес в той части, в которой затрагивается чувствительность рентабельности проекта к срокам его реализации.

Среди основоположников можно вспомнить Г. Л. Ганта²⁴, М. С. Будникова²⁵, Дж. Е. Келли и М. Р. Уолкера²⁶, В. А. Афанасьева²⁷ и многих их последователей.

Генри Лоуренс Гант (англ. *Henry Laurence Gantt*) (1861 – 1919) – соратник «отца научного менеджмента» Фредерика Тейлора. Гант изучал менеджмент на примере постройки кораблей во время Первой мировой войны и предложил свою диаграмму, состоящую из отрезков (задач) и точек (завершающих задач или вех), как средство для представления длительности и последовательности задач в проекте. «Линейная диаграмма Ганта» (в иностранной литературе «*Gantt Chart*», «*Bar Chart*»).

В основе развития данного направления лежит попытка визуализации операций, составляющих проект, и их связей, что позволяет смоделировать процесс реализации проекта во времени. Методы делятся на две группы: графические и математические.

Как видно из названия к графическим относятся диаграмма Ганта, циклограмма Будникова, сетевой график Келли и Уолкера.

Остальные представляют собой комбинацию различных методов, повышающих эффективность календарного планирования. Сегодня эти методы активно развиваются и составляют предмет отдельного научного исследования.

Находят они отражение и в развитии современных программных продуктов. Например, уже 10 лет активно используется программа по управлению проектами *MS Project*. Цепочка управления проектом с учетом распределения ресурсов, анализа объемов работ, прогресса трансформируется в расписание критического пути и визуализируется в диаграмме Ганта.

Развиваются методы с вероятностной составляющей, позволяющие учесть стохастический характер продолжительности некоторых операций и связей между ними. Они делятся на не альтернативные методы с фиксированной последовательностью операций и альтернативные, подразумевающие вероятностный характер некоторых работ и их связей.

²⁵ Михаил Сергеевич Будников (1904 – 1966, Киев) – советский ученый в области технологии строительного производства и организации строительства, доктор технических наук (с 1952 года), профессор (с 1952 года), Заслуженный деятель науки УССР (с 1964 года). Циклограмма М. С. Будникова («*Linear Scheduling Method*» (*LSM*) или «*Line of Balance*» (*LOB*)).

²⁶ В 1957 г. Дж. И. Колли (*J. E. Kelly*, сотрудник компании *Remington-Rand*) и М. И Уолкер (*M. K. Walker* из компании *DuPont*) создали систему *CPM* (*Critical Path Method* – метод критического пути), которая использовалась как вспомогательный инструмент, применяемый при создании графиков проведения технического обслуживания.

²⁷

Афанасьев В. А. Алгоритмы формирования, расчета и оптимизации методов организации работ. Л.: ЛИСИ. 1980. Афанасьев В. А. Поточная организация строительства. Л.: Стройиздат Ленингр. отд-ние. 1990.

Одними из самых распространенных не альтернативных методов являются метод *PERT*²⁸ и метод имитационного моделирования Монте-Карло.

Отличительной особенностью *PERT* является наличие вариативной оценки продолжительности работ при определенной их последовательности, технологической и ресурсной связи: оптимистической, пессимистической и наиболее вероятной. Ожидаемая длительность зависит от предполагаемого распределения, которое может быть теоретически разным, и для учета этого фактора сегодня разрабатываются новые методы.

Программный продукт *Oracle Primavera* является основным конкурентом *MS Project*, и использует в отличие от *PERT* метод Монте-Карло, с помощью которого моделируются тысячи возможных продолжительностей работ для того, чтобы определить распределение значений для общего срока завершения работ. В таблице 3.2 представлены характеристики данного метода.

Основным его достоинством, на наш взгляд, является его легкая реализация даже в программе MS Excel, что позволяет проводить испытания с любыми моделями с использованием генератора случайных значений.

К недостаткам можно отнести частичную целесообразность применения в строительстве ввиду отсутствия базы статистических наблюдений и жесткой регламентации проектной документации. Однако это касается технических параметров проекта, для экономических параметров, например, вариативной оценки NPV, метод может быть вполне применим.

Так как в данной работе для минимизации систематических рисков предлагается использовать BIM-технологии, то для разработки соответствующей методики необходимо унифицировать подход к процессу автоматизации ИСП и использовать предлагаемый в работе комплексный подход к внедрению BIM-технологий, что позволит сформировать плановую и фактическую трехмерные модели проекта, а затем на их основе составить ком-

²⁸ *Program (Project) Evaluation and Review Technique* (сокращенно *PERT*) — метод оценки и анализа проектов, который используется в управлении проектами.

плексную трехмерную модель реализации ИСП, внедрение которой позволит снизить систематические риски ИСП.

Таблица 3.2 – Характеристики метода имитационного моделирования Монте-Карло

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> • для инвестиционного проекта идентифицируются параметры (факторы), влияющие на денежные потоки; • по каждому параметру выстраивается вероятностное распределение; • в основе анализа лежит предположение, что функция распределения является нормальной, поэтому чтобы ее задать, необходимо определить только математическое ожидание и дисперсию; • компьютер случайным образом, основываясь на вероятностном распределении, выбирает значение каждого фактора риска; • в комбинации со значениями факторов риска и параметров (факторов), по которым не ожидается изменение (налоговая ставка, норма амортизации и т. д.), значение чистого денежного потока рассчитывается для каждого года. Далее значение чистого дисконтированного дохода (<i>NPV</i>) определяется по чистым денежным потокам; • вышеописанные действия производятся много раз (может быть около 500 имитаций) для того, чтобы построить вероятностное распределение <i>NPV</i>; • в дополнение к результатам имитации используются вероятностный и статистический виды анализа. 	<ul style="list-style-type: none"> • не всегда аналитикам доступна оценка зависимости коррелированных параметров, что сильно усложняет работу с моделью; • вид вероятностного распределения – это то, что зачастую не поддается даже приближительному определению для исследуемого параметра (фактора) или результирующего показателя; • для того, чтобы разработать реальную модель может понадобиться привлечение специалистов или научных консультантов со стороны; • исследование модели возможно только при наличии вычислительной техники и специальных пакетов прикладных программ; • также на практике отмечается относительная неточность полученных результатов по сравнению с другими методами анализа.

Первым этапом методики минимизации рисков ИСП с использованием ВМ должно стать формирование 3D модели проекта. Затем необходимо сформировать плановую модель проекта и синхронизировать конструктивные элементы модели с календарным графиком. После этого формируется фактическая модель проекта, в которую заносятся фиксируемые объемы СМР за определенные периоды времени. На следующем этапе плановая и фактическая модели объединяются в комплексную модель на конкретную дату. Заключительный этап включает в себя систематизацию данных и их ана-

лиз, визуализация и актуализация графика выполнения работ (например, в *MS Project*), составление отчета о ходе строительства.

Можно рассмотреть эти этапы более подробно.

Этап 1. Разработка 3D модели проекта

На первом этапе разрабатывается 3D модель проекта: разделы и объекты синхронизируются с элементами проекта. Одними из самых популярных являются программные продукты Autodesk. На рисунке 3.3 представлены преимущества программного продукта Autodesk Revit.



Рисунок 3.3 – Возможности Autodesk Revit

Как видно из представленных возможностей программного обеспечения архитекторы, конструкторы, инженеры могут совместно работать над моделью, внося изменения в проект при необходимости на любой стадии. Основные компоненты 3D модели представлены на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Основные компоненты 3 D модели

Этап 2. Разработка плановой модели проекта

Для того, чтобы разработать плановую модель проекта необходимо синхронизировать 3D модель проекта с календарным графиком СМР проекта. Затем необходимо увязать задачи календарного графика (объемы СМР, отдельные работы, исполнители, ресурсы, ограничения и пр.) с элементами трехмерной модели. После этого анализируется возможность возникновения пространственно-временных конфликтов, т. е. несвоевременности или нарушения последовательности выполнения отдельных видов работ.

Календарный график в плановой модели проекта составляется на основе импорта программы планирования (например, *MS Project*) в программную среду.

Как известно, диаграмма Ганта – это таблица, в которой каждая задача проекта находится в отдельной строке (рисунок 3.5).

№	Название задачи	Начало	Окончание	Длительность	апр 2016						май 2016						
					23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5
1	Задача 1	25.04.2016	27.04.2016	2д 4ч			■	■	■								
2	Задача 2	27.04.2016	29.04.2016	2д					■	■							
3	Задача 3	26.04.2016	29.04.2016	3д			■	■	■								
4	Задача 4	29.04.2016	04.05.2016	3д						■	■	■	■	■			
5	Задача 5	04.05.2016	06.05.2016	2д													■

Рисунок 3.5 – Упрощенная модель графика Ганта

К каждой задаче проекта необходимо присоединить элемент геометрии в трехмерной модели. По горизонтали отображаются временные рамки выполнения каждой задачи. Это и позволяет выявить пространственно-временные конфликты, которые могут возникнуть в ходе реализации проекта. В динамике их можно отследить с внешней стороны модели и с внутренней – с любого разреза.

Этап 3. Разработка фактической модели проекта

Для того, чтобы получилась фактическая модель необходимы данные мониторинга выполненных объемов СМР всеми участниками строительства. Они оперативно фиксируются и заносятся в модель. Это может быть личный обход инженером, фотофиксация на компьютер или мобильную технику. В результате в фактической 3D модели собирается набор элементов, которые выполнены на определенную дату.

Этап 4. Формирование комплексной модели проекта

В результате появляется возможность объединить 3D модель проекта с ее плановой и фактической версией в комплексную модель, которая будет по каждому элементу содержать следующую информацию:

- показатели в натуральном выражении: материалы элементов, их измерение;

- продолжительность выполнения работ по каждому элементу;
- фактический уровень выполнения каждого элемента модели.

Этап 5. Систематизация и анализ полученных данных

Сначала актуализируются плановые показатели. Объем по всем видам работ можно рассчитать на каждую дату календарного графика, привязанного к 3D модели. Вышеупомянутый продукт Autodesk позволит данные конвертировать в xls для большей наглядности. Их можно отсортировать по материалу или типу конструкций, затем просуммировать. В результате на день отчета мы получим данные об объемах работ в натуральных показателях.

Таким же образом рассчитывается фактический объем СМР на отчетную дату. Остается сравнить план с фактом и определить по каждому элементу «опережение» или «отставание». Все это визуализируется в модели. Путем наложения фактической модели на плановую, параллельно «скрыв» «факт», получаем среди оставшихся видимых элементов модели, те элементы, реализация которых является отставанием от графика и несет в себе риски несвоевременного выполнения СМР.

И, наоборот, при «скрытии» «плана» можно увидеть конструктивные элементы, реализуемые с опережением.

Их можно «раскрасить» в разные цвета, отдельно выделив элементы, выполняемые вовремя.

В результате мы получаем образец регулярного отчета о своевременности выполнения СМР.

Затем можно вернуться к календарному графику с рассчитанным процентным соотношением планового и фактического объемов работ и заново проанализировать его задачи. Это позволит четко понять ситуацию на объекте, собрать статистические данные о ходе выполнения работ, составить прогноз их выполнения на долгосрочный период и рассчитать среднюю производительность труда.

Данная методика, несмотря на использование BIM, отражает обобщение тенденций применения усилий менеджмента сократить сроки и стоимость строительства путем применения инструментов анализа хозяйственной деятельности.

В данной работе автором предпринята попытка актуализировать данную обобщенную им методику с помощью учета рисков, выявляемых при реализации ИСП с помощью BIM в последнее время.

Несомненно, что программное обеспечение для построения информационного моделирования стало одним из замечательных инструментов, позволяющих снизить стоимость строительства и ускорить реализацию строительных проектов. Применение BIM позволяет избежать ошибок, если фактическое планирование работ между членами группы тщательно пересматривается. Программное обеспечение BIM может обеспечить лучшее понимание проекта строительства, который может быть реализован подрядчиками и субподрядчиками. При надлежащем использовании BIM может сократить время строительства и затраты ИСП. Но что может произойти, если BIM не доступен для понимания и его методология не объяснена всем участникам строительства?

Одной из важных проблем при внедрении BIM, как неотъемлемой части ИСП, является сотрудничество и доступ к модели всеми, кто участвует на этапах строительства. Например, архитекторы могут использовать BIM для создания различных вариантов здания, снижая затраты и материалы, однако на этапе разработки здания несвоевременная подача информации в программное обеспечение может привести к претензиям и проблемам.

После того, как BIM ИСП был разработан и распространен среди членов проекта, необходимо принять меры предосторожности, чтобы уменьшить возможность последующих изменений или изменений со стороны несанкционированных сторон. Риск изменения модели BIM стал недавней проблемой в крупных строительных проектах, где несколько консультантов и подрядчиков пытаются завершить изменения, чтобы получить свою выгоду, не разде-

ляя идеи со всей группой. Это один из примеров так называемого оппортунистического поведения, когда одна из сторон, желая увеличить свою полезность в одностороннем порядке, уменьшает полезность от всей сделки для другой стороны.

Необходимо назначение руководителя группы, реализующей ИСП, единственным авторизованным пользователем, который может изменить модель BIM.

Второй вопрос, касается ответственности за возможное несоответствие здания или его элементов строительным нормам. Строительная продукция и строительные-монтажные работы достаточно жестко регламентированы, однако появление таких несоответствий не так уж редко. Кто из участников группы, одновременно работающих над проектом, будет нести за это ответственность?

Между обязанностями участников группы существует тонкая грань, поскольку каждая сторона участвовала в этапах планирования, пересмотре и вводе в модель BIM. В некоторых случаях правовые вопросы могут быть вызваны претензиями из-за искажения или ошибочных проектов. Эти типы ошибок могут представлять собой дополнительные судебные издержки, которые не были предусмотрены в первоначальном контракте, уменьшая или сводя к минимуму сбережения, генерируемые процессом BIM.

В то время как реализация BIM в строительных проектах может представить представление об общих ожидаемых затратах на строительство, это может быть не реально. BIM позволяет оценить наиболее точные затраты на строительство, но он не будет учитывать фактические колебания цен на рынках металлов, нефтепродуктов, цен на газ и другие стихийные бедствия, влияющие на поставщиков материалов.

Следующие рекомендации могут иметь важное значение для уменьшения ошибок и рисков при использовании BIM в вашем проекте:

- руководитель группы BIM должен быть человеком с техническим и желательно экономическим образованием;

- члены группы ВІМ должны иметь возможность передавать каждую идею, которую они инициируют для возможности оценки ее практической реализации;
- обязанности должны быть разграничены. Каждый член группы должен знать свои права, обязанности и место в иерархии группы. ВІМ – совместная работа, требующая четкого распределения ролей, прав и рисков сторон;
- выбирать необходимо квалифицированных подрядчиков, которые могут строить с использованием ВІМ. К сожалению, ВІМ не предназначен для всех;
- необходимо применять возможности страхования для возможных проблем, связанных со злоупотреблениями полномочиями;
- нужно использовать конкретные контракты, которые могут идентифицировать все возможные опасности и их последствия.

Применение такой методики позволяет поднять уровень детализации контроля проекта, выполнения бизнес-плана, и накопить статистическую базу для формирования календарных графиков следующих ИСП.

В результате на основе исследования вопросов календарного планирования и практики реализации ИСП с использованием ВІМ автором представлена **методика минимизации рисков ИСП с использованием ВІМ**, включающая 5 этапов (разработку 3D модели проекта, плановой модели проекта и синхронизацию конструктивных элементов модели с календарным графиком; формирование фактической и комплексной модели на конкретную дату; систематизацию данных и их анализ, визуализацию и актуализацию графика выполнения работ, составление отчета о ходе строительства). Особенностью данной модели является учет риска изменения модели за счет оппортунистического поведения участников группы реализации ВІМ; контрактное разграничение их прав и обязанностей; контроль рисков несвоевременного выполнения работ; возможность корректировки нормативной базы ИСП и обоснованного определения сроков его выполнения.

3.2. Разработка мер по повышению производительности менеджеров, управляющих ИСП

«Первое правило любой технологии заключается в том, что автоматизация эффективной операции повышает эффективность.»

Второе правило: автоматизация неэффективной операции увеличит неэффективность».

(Билл Гейтс, Microsoft Corporation)

Внедрение любой новой технологии требует ее освоения, обучения сотрудников, разработки стандартов организации и пр. Внедрение BIM является непростым путем, результатом которого однако будет автоматизация и синхронизация реализации ИСП, сокращение сроков и стоимости строительства при сохранении или повышении его качества.

Ускорить процесс внедрения поможет осознание того факта, что BIM – это не просто какой-то программный продукт, а технология для успешной реализации ИСП, которой необходимо усилие множества участников этого процесса. Рынок соответствующих программных продуктов постепенно расширяется – это *Revit, ArchiCAD, Renga* и пр. Успехом внедрения будет не просто выбор программного продукта, а выстраивание системы взаимодействия участников ИСП.

Необходимо, чтобы был ответственный за это направление, и чтобы этот специалист мог разбираться в вопросе не только со стороны программного обеспечения, но и позиций стратегических целей организации.

При выборе специалистов обычно ориентируются на Британские стандарты BIM протокола, определяющего план внедрения, роли и ответственность участников реализации BIM проекта. В общем виде он представлен таблица 3.3.

Итак, в этом стандарте мы видим три основные единицы: BIM-менеджера, BIM-координатора и BIM-моделлера. Иногда в отечественных оргструктурах можно встретить BIM-мастера, как некоего аналога должности проектировщика.

Таблица 3.3 – Номенклатура BIM-специалистов по Британскому стандарту

Role Роль	Strategic Стратегическая						Management Управляющая				Production Производственная	
	Corporate Objectives Корпоративные цели	Research Исследование	Process + Work-flow Процесс + рабочий поток	Standards Стандарты	Implementation Реализация	Training Обучение	Execution plan План выполнения	Model audit Аудит модели	Model Coordination Координация модели	Content Creation Создание контента	Modelling Моделирование	Drawing Production Производство чертежей
BIM Manager BIM-менеджер	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N
Coordinator BIM-координатор	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
Modeller BIM-моделлер	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y

Как видно из названия, **BIM-менеджер** это специалист, который управляет и несет ответственность за все процессы BIM в организации. Эта должность аналогична, например, должности ведущего инженера или руководителя направления. В основные задачи этого специалиста входят оптимизация процесса реализации ИСП на основе BIM и повышение производительности труда работников. Ему необходимо донести до сотрудников идеологию внедрения BIM, логику этого процесса закрепить это в соответствующих стандартах организации.

Помощником BIM-менеджера, его правой рукой может быть **BIM-координатор**. Естественно, что он координирует работу в соответствии с регламентом, организует совместную работу. В его задачи также может входить обучение сотрудников, выдача заданий и валидация проектов. Это своего рода САПР-эксперт + проектировщик.

И непосредственно занимается моделированием **ВІМ-моделлер**, просто проектировщик.

Во второй главе исследования был предложен комплексный подход к внедрению ВІМ-технологии в организации, подразумевающий выделение структурной единицы и обучение соответствующих специалистов по каждой стадии ВІМ. На данном этапе можно более подробно остановиться на том, как этот подход можно реализовать, и кроме обучения специалистов рассмотреть вопросы разработки ВІМ-стандарта, плана эффективного внедрения ВІМ и пр.

Если идти по пути «воспитания» собственного менеджера, то необходимо помнить о том, что кроме разработки стратегии внедрения ВІМ, написания стандартов, необходима постоянная мотивация персонала. Перейти на совершенно новый уровень работы с программным обеспечением задача сложная и материально, и психологически. Необходим поиск настоящего энтузиаста своего дела, готового осуществлять поиск оптимальных путей работы, сокращения ресурсов при сохранении ее качества. Он может служить источником развития и для своих коллег, и тем самым компании.

При привлечении менеджера со стороны руководствоваться следует следующими критериями:

- претендент должен иметь стаж работы не менее 3-х лет (например, в *Revit*);
- соответственно должен быть в наличии сертификат (например, *Autodesk Revit Professional*);
- портфолио проектов, сделанных с помощью ВІМ;
- наличие обучающих материалов и библиотек;
- лидерские качества, желательно преподавательские;
- активность в социальных сетях по профессиональной тематике.

После того, как компания определилась с ВІМ-менеджером, возникает необходимость написания ВІМ-стандарта – документа, содержащего всю информацию по применению ВІМ в компании: правила, технологии, логика ра-

боты и пр. Этот регламент должен быть обязателен для всех сотрудников. Это помогает им всем одновременно работать над проектом в любой точке его жизненного цикла. Также его очевидным плюсом является высокая скорость введения в проект новых участников, они могут, самостоятельно прочитать стандарт, вникнуть в логику проекта. BIM-стандарт составляет BIM-менеджер и внедряет его в работу компании.

Далее стандарт может корректироваться и оттачиваться в ходе реализации пилотных проектов. После этого можно говорить о том, что внедрение BIM-действительно началось.

Самое сложное заключается в переходе к мышлению в 3D. Не все проектировщики одинаково восприимчивы к новому, и не все сотрудники готовы постоянно учиться. Для того, чтобы ускорить внедрение, необходимо:

- заручиться поддержкой руководителя компании (бюро);
- определиться с BIM-менеджером, BIM-координатором и BIM-моделлером;
- если выбирается путь «воспитания» своего менеджера, заложить на это определенное время (например, год);
- если нанимается BIM-менеджер со стороны, то учесть его опыт и квалификацию;
- «обкатать» написанный BIM-стандарт на пилотном проекте;
- осознать и довести до всех сотрудников, что BIM – это новая среда с новыми принципами и методологией работы.

О чем еще необходимо помнить при внедрении BIM? Конечно же, о том, что это, прежде всего, внедрение новой технологии, что поможет перейти компании на новый уровень автоматизации работы. Для этого необходимо:

- разработать план внедрения этой технологии, включающий все его этапы;

- провести анализ затрат на профильное ПО и по возможности их сократить, рассмотреть варианты лицензирования;
- провести анализ работы существующих технологий для выявления всех возможностей повышения эффективности;
- провести корректирующее обучение сотрудников работе с новой технологией;
- разработать для нее, как уже упоминалось выше, ВІМ-стандарт и закрепить правила работы «на бумаге».

План внедрения ВІМ планируемые затраты на внедрение, необходимые мероприятия по внедрению и обучению. Проще всего доверить его составление консалтинговой компании, однако в ее интересы будет входить предоставление тех услуг, которые она может предложить. Поэтому для большей результативности внедрения необходимо четкое понимание того, что нужно получить и в какое время. Роль играет все: и обновление парка оборудования, и скорость работы программ и пр. Грамотный план внедрения ВІМ поможет избежать ненужных затрат и четко спланировать бюджет.

Чтобы составить такой план краткосрочные и долгосрочные цели компании необходимо провести:

- опрос руководящего состава, что поможет определить цели и задачи внедрения;
- опрос ключевых специалистов для выявления сильных и слабых сторон совместной работы с существующей технологией;
- экспресс-анализ деятельности компании с целью определения ее готовности к переходу на ВІМ и текущего состояния САПР.

Далее мероприятия детализируются и подробно описываются:

- какие именно цели компании могут быть достигнуты с помощью конкретного мероприятия;
- состав участников и ответственных лиц;
- правила, по которым будет осуществляться внедрение;

- сроки и необходимые затраты.

Все это увязывается диаграммой Ганта.

Повод для беспокойства возникает, когда у руководителя возникает ответ «нет» или «не знаю» на три вопроса:

- технология проектирования, которая используется в вашей компании вам абсолютно и четко понятна?

- В стандартах организации четко прописаны и оптимизированы все процессы проектирования?

- Возможности программного обеспечения вашими специалистами используются в максимальной степени?

Это значит, что технологии проектирования необходимо оптимизировать.

Кроме этого, есть еще сигналы, которые могут свидетельствовать о низкой скорости внедрения BIM-технологии у персонала компании:

- несмотря на внедрение, например, *Autodesk Revit*, и работу в нем проектировщиков, ошибки в работе персоналом возлагаются на ПО;

- саботаж большинства проектировщиков нового ПО, несмотря на обучение, и продолжение использования CAD;

- внедрение BIM не приводит к намеченным целям – уменьшению числа ошибок и автоматизации выпуска проектной документации.

В данном случае необходимо провести **аудит внедрения BIM-технологий** по вышеописанному плану внедрения BIM. Сделать это собственными силами или с помощью независимой консалтинговой компании.

В результате будет получен отчет о состоянии внедрения BIM-технологии в компании, предложения по его оптимизации и план таких мероприятий.

Во многом успех процесса внедрения зависит от того, насколько хорошо проектировщики знают программное обеспечение, умеют им пользо-

ваться, могут повысить эффективность своей работы и работы компании в целом.

Сигналом того, что ПО может использоваться недостаточно эффективно, может служить наличие следующих специалистов:

- тех, кто осваивал программу обучения, так называемых «самоучек». Качество видео уроков может быть невысоким в интернете, и при отсутствии программы курса есть вероятность, что такие специалисты будут работать с ошибками и недостаточно грамотно;

- тех, кто прошел обучение только по базовому курсу, так называемых «не доученных». Это специалисты, которые увидели как работают базовые учебные модели. На практике им придется вновь заниматься самообразованием, как и «самоучкам»;

- тех, кто давно изучил программу, работает в ней не «повышая квалификацию», т. е. не использует постоянно появляющиеся новые инструменты и возможности ПО.

К тому же наличие таких сотрудников снижает эффективность работы всей команды в результате необходимости исправления чужих ошибок.

Для устранения признаков понижения эффективности необходимо провести **корректирующее обучение** сотрудников. Это программа обучения, которая позволяет пробелы в знаниях специалистов заполнить. Ее можно составить совместно с консалтинговой компанией. Главными шагами этой программы будет:

- тестирование специалистов, что позволит найти те самые «пробелы», которые необходимо восполнить. В результате будут получены результаты анализа знаний специалистов и, соответственно, направления обучения в которых надо двигаться;

- разработка плана обучения по модулям. Образовательные модули должны быть небольшими (например, от 1 до 4 часов), чтобы сотрудники надолго не отрывались от работы, содержать одну или несколько тем, близких по содержанию. Количество модулей для сотрудника назначается по ре-

результатам тестирования. На рисунке 3.6 приведены примеры образовательных модулей для *Autodesk Revit*;

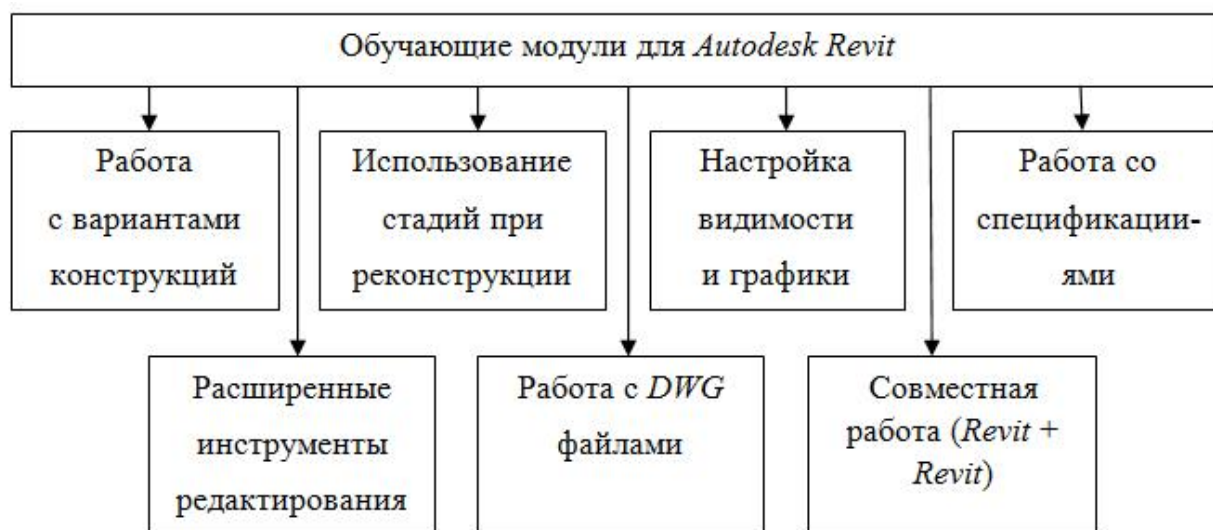


Рисунок 3.6 – Различные обучающие модули для *Autodesk Revit*

- составление расписания обучения для того, чтобы кто-то мог продолжать заниматься текущей работой, а кто-то проходить обучение.

Это позволит выровнять уровень компетенций специалистов, и за счет применения единых приемов работы повысить эффективность работы команды в целом.

И, конечно же, возникают ситуации, когда без экспертной технической поддержки со стороны не обойтись. Ее помощь может быть представлена в следующих вариантах:

- техническая поддержка on-line, позволяющая опрашивать специалиста любые вопросы и скриншоты и отслеживать процесс исполнения запроса;
- выездная консультация, которая предполагает в сложных случаях выезд специалиста технической поддержки в компанию для устранения проблем на месте;
- разработка необходимой технологии компанией-консультантом. В случае простого отсутствия информации о необходимой технологии процесс сводится к обучению сотрудников.

Еще одной проблемой внедрения BIM – это сделать модель действительно информационной. Речь идет о том, что просто создать 3D-модель можно в разных программах, но информационной модель делает программа, которая использует параметрические семейства, т. е. семейств, которые обладают параметрами, несущими в себе информацию. Это могут быть любые элементы строящегося здания и их группировка (семейства).

Специалисты должны грамотно использовать параметрические семейства для стабильной работы программы. «Случайные» семейства из интернета могут влиять на эффективность работы программы.

Критериями отнесения семейств к качественным является корректное изображение элементов, понятное и логичное название параметров, соответствие ГОСТам или внутренним стандартам компании. Их использование повышает скорость работы проектировщика. К тому же они несут в себе всю нужную информацию для клиента: технические, нормативные и стоимостные параметры, что выгодно отличает их от информации из интернета.

Для создания таких семейств можно обучить своих BIM-мастеров или можно привлечь специалистов, которые занимаются этим профессионально. Считается, что комбинация этих путей даст наилучший результат. Обучение требует некоторого времени, в течение которого какую-то базу уже можно будет собрать на заказ. Это будут шаблоны для дальнейшей работы в BIM специалистов.

Также к возможностям экспертной поддержки можно отнести **сопровождение пилотного проекта**.

На рисунке 3.7 представлен пример сопровождения пилотного проекта.

Это наиболее общий набор мероприятий, которые реализуются в ходе сопровождения пилотного проекта. Каждая компания может составить свой «набор» мероприятий в зависимости от того какие трудности у нее возникли с внедрением BIM-технологий в ходе реализации ИСП.

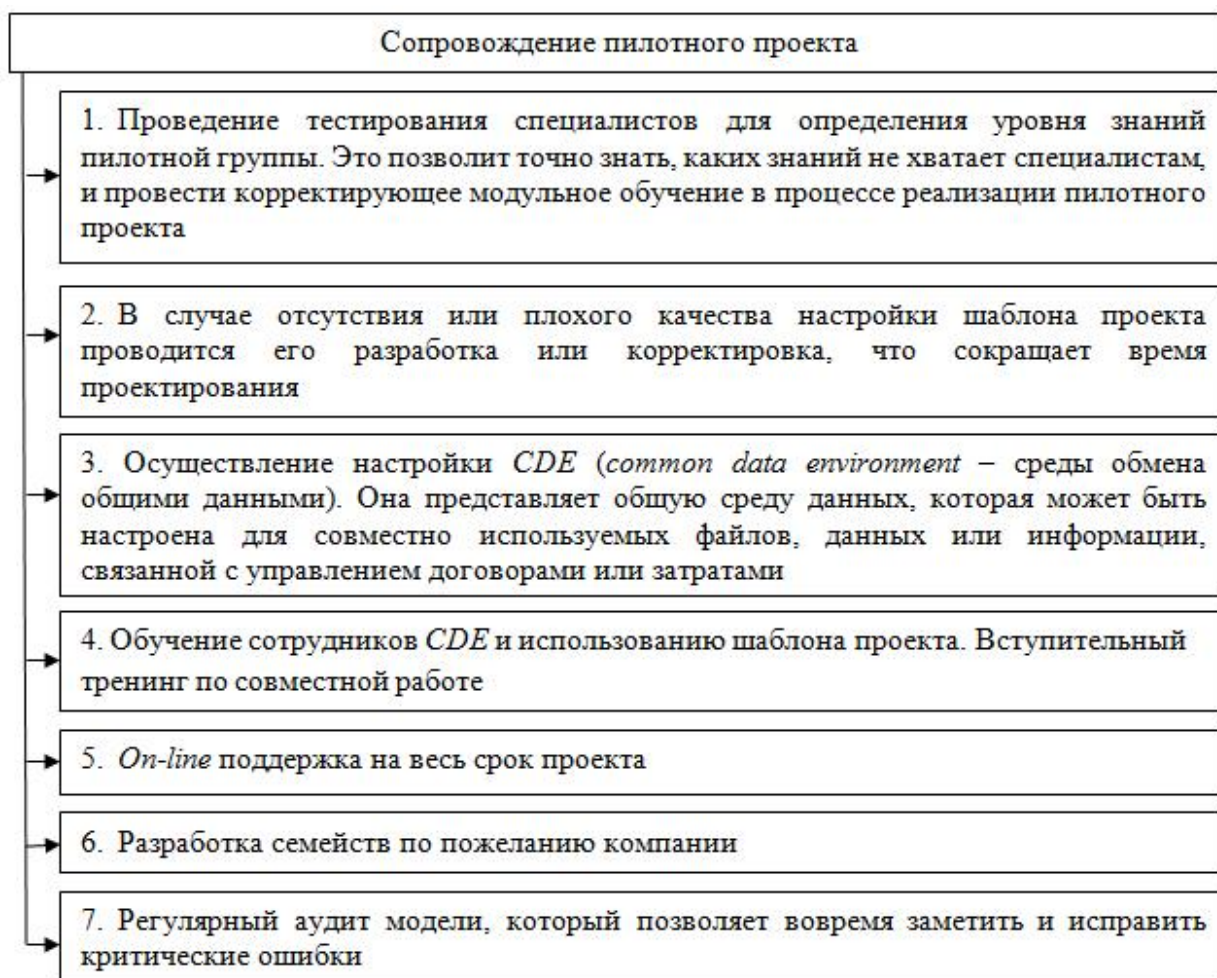


Рисунок 3.7 – Пример сопровождения пилотного проекта

И завершая исследование повышения производительности команды, реализующей внедрение BIM, необходимо, на наш взгляд сказать несколько слов об интегрированном проектном процессе.

Интегрированный проектный процесс (*integrated design process, IDP*) – это процесс реализации ИСП, в котором объединяются усилия мультидисциплинарной управляющей команды, обладающей целостным видением проекта (представители собственника, архитекторы, проектировщики, управляющие строительством и пр.), для достижения показателей производительности объекта: энергоэффективности, соблюдения графика строительства, стоимости и пр. на протяжении всего ЖЦП. На рисунке 3.8 Интегрированный проектный процесс представлен графически.

В задачи такой команды входят:

- разработка концепции дизайна (*preschematic design phase*);
- схематический дизайн (*schematic design phase*);
- разработка проектной документации (*design development phase*);
- разработка рабочей документации (*construction documents phase*);
- строительство здания (*construction phase*);
- эксплуатация здания (*building operation and maintenance phase*).

ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПРОЕКТНОГО ПРОЦЕССА



Факторы, влияющие на цели и программу реализации проекта строительства: голубые шестиугольники обозначают ключевые факторы традиционного архитектурного проектирования; зеленые с голубой обводкой – факторы, напрямую влияющие на ход архитектурного проектирования; зеленые – факторы, стимулирующие принятие верных решений на ранних стадиях проектирования

Рисунок 3.8 – Интегрированный проектный процесс

К принципам IDP можно отнести взаимодействие членов управляющей команды в течение всего ЖЦП; учет его стоимости; целостное рассмотрение строящегося объекта; учет взаимозависимости систем здания и порядка его

эксплуатации; интерактивность; сосредоточение максимальных интеллектуальных усилий на первых этапах. Это обусловлено тем, что стоимость внесения изменений минимальна на этапах разработки концепции и схематического в соответствии с известной кривой Мак-Лими (*MacLeamy Curve*) (рисунок 3.9).

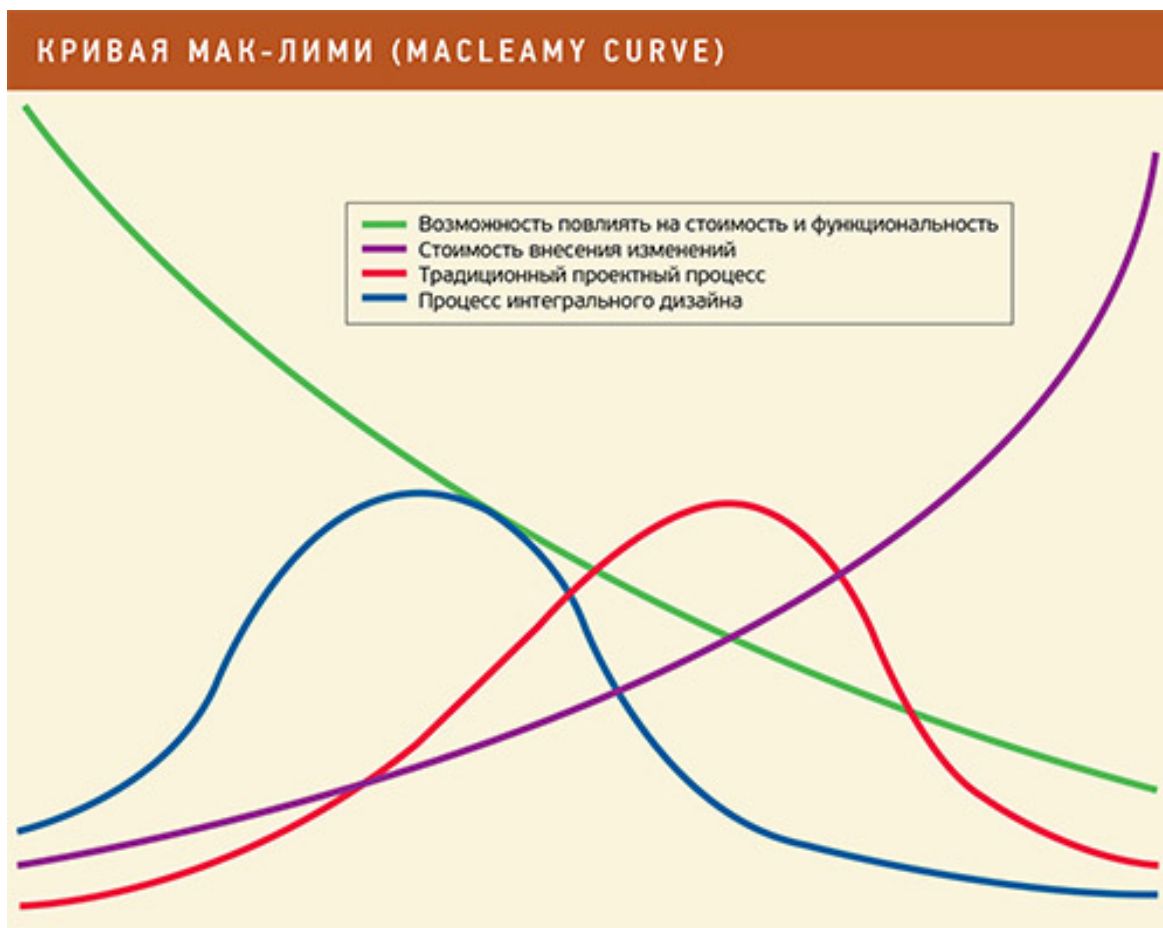


Рисунок 3.9 – Кривая Мак-Лими (*MacLeamy Curve*)

Таким образом, совместное использование подхода IDP и инструментария BIM предполагает организационно-структурные изменения для участников ИСП, результатом которых является рост производительности, прибыли, снижение инвестиционных рисков, гарантии соответствия построенного здания поставленным целям, желаемым техническим, нормативным и экономическим характеристикам.

3.3. Оценка эффективности внедрения BIM технологии как инновационного и инвестиционного проекта

Внедрение BIM-технологии можно в полной степени считать инновационным проектом. Однако этот проект является и инвестиционным, а инновационные и инвестиционные проекты не всегда можно оценить одинаково. Необходимо выделить те особенности BIM, как инновационного проекта, которые можно отнести к инвестиционным проектам:

- проект внедрения BIM необходимо рассматривать на протяжении всего жизненного цикла, т. е. не завершая этап оценки, когда проектирование с использованием BIM начнет приносить прибыль;

- оценка эффективности внедрения BIM должна производиться постоянно, в этом случае BIM является классическим инновационным проектом, оценку которого организация, его внедрившая производит регулярно;

- необходимо учитывать интересы всех участников проекта внедрения BIM, их интересы могут не совпадать;

- у реализации каждого проекта могут возникать различные последствия: внешние и внутренние эффекты;

- необходимо сравнивать работу компании с учетом реализации проекта и «без проекта», на этой основе должна строиться оценка реализации проекта;

- одно из самых сложных сравнений – определение денежных потоков на реализацию проекта и после реализации проекта, в первой главе уже было описано несоответствие классической оценки эффективности внедрения новшества, к которым, безусловно, является BIM;

- в этой же связи, сложным является определение тех денежных потоков, которые можно отнести непосредственно на пользу от внедрения

ВІМ, поскольку его внедрение влияет на всю деятельность компании и ее эффективность;

- учет инфляции (в данном случае не специфический фактор, только обязательный);
- учет дисконтирования (обязателен в оценке инвестиционных и инновационных проектов);
- учет возможных рисков предполагает, что и внедрение ВІМ-технологий их снижает, и учет финансовых результатов должен производиться с учетом вероятности этого снижения.

Инновационная и инвестиционная деятельности организации тесно связаны, но имеют несколько разные цели. Инвестиционная деятельность имеет цель получения прибыли, сохранения и увеличения капитала компании. Целью инновационной деятельности является улучшение конкурентных преимуществ компании для того, чтобы объект инвестирования выглядел наиболее привлекательным.

Внедрение ВІМ преследует те же цели – обеспечение конкурентных преимуществ компании для того, чтобы на его внедрение инвестор мог свободно вкладывать деньги. Это означает, что вложенные средства окупятся, покроют необходимый объем платежей за использование заемных средств и пр.

В российской экономической науке все используемые методы оценки инновационной деятельности можно условно разделить на три группы:

- в основу которых заложен технократический подход;
- основывающиеся на экономическом подходе;
- относящиеся к комплексным методам.

Первый из них придерживается позиций, основанных на том, что внедрение инноваций является, по сути, заменой старого оборудования на новое. Казалось бы, ВІМ именно этим и является. Однако сами проектировщики и весь состав, сопровождающий ВІМ-проекты, говорят о внедрении «методо-

логии» ВІМ, о новом способе мышления и оценки эффективности проекта и участия в нем сотрудников.

В экономическом подходе используются стоимостные показатели, они используются и в оценке инвестиционной деятельности, чему в первой главе исследования было уделено большое внимание.

Комплексный подход подразумевает многокритериальную оценку, включающую применение методов структурного анализа, полезности инноваций и пр. Как правило, формируются критерии или группы критериев, по которым оценивается внедрение новшества. Во второй главе исследования уже был обоснован комплексный подход к внедрению ВІМ-технологий, на наш взгляд, необходимо его придерживаться и сейчас, пытаясь оценить ВІМ, как проект внедрения инновации в деятельность организации.

Дополнить комплексный подход к внедрению ВІМ, можно, на наш взгляд, определением системы показателей, которые могли бы служить оценке этого процесса.

Наибольшее распространение в мировой практике получили методы, использующие дисконтирование, об этом уже было упомянуто в первой главе. Это интегральный эффект, индекс рентабельности, норма рентабельности, период окупаемости и пр.

Для наукоемких отраслей процесс инвестирования сопряжен еще и с риском, так как процесс внедрения инноваций является высоко рисковым и высоко бюджетным мероприятием. Методика снижения рисков уже была представлена в параграфе 3.1.

Самой известной методикой оценки инвестиционных проектов является, как уже было сказано ранее, методика «Руководство по подготовке промышленных технико-экономических исследований», разработанная ООН по промышленному развитию (ЮНИДО «*United Nations Industrial Development Organization*») в 1978 г. В ней используется уже упомянутый показатель чистой текущей стоимости *NPV*.

Российская практика до сих пор оперирует методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования, утвержденными Госстроем России, Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Госкомпромом России от 31.03.1994.

В соответствии с этими рекомендациями рассматривается коммерческая эффективность, измеряющая реальный денежный поток и, соответственно, отток от финансовой, операционной и инвестиционной деятельности. Также рассматривается бюджетная эффективность, если в реализацию инновационного проекта вкладываются бюджетные средства, что в случае с ВИМ можно не рассматривать. И, конечно, все показатели эффективности рассматриваются с позиций народнохозяйственной эффективности, включая производственные, социальные, экологические и другие показатели.

Отдельное внимание в методических рекомендациях уделено влиянию инфляционного фактора, анализу чувствительности и рисков, дан полный набор расчетных формул для расчета бюджетной и коммерческой эффективности.

Тем не менее, в указанных рекомендациях нет указаний, как рассчитать воздействие на внешнюю экологическую среду и внутреннюю социальную среду организации, отсутствует комплексный подход к оценке внедрения результатов научно-технического прогресса в деятельность организации.

С экономической точки зрения оценка эффективности внедрения инноваций выглядит более обоснованной. Показатель прибыли показывает мотивированность инвестора, рост активов компании. Показатель времени носит универсальный характер. Естественно, что инвестиционные вложения в разные периоды времени становятся разными по значимости. Поэтому любая оценка эффективности должна этот фактор учитывать.

Сложной задачей оценки эффективности инновационных проектов является учет разных интересов разнообразных участников, чьи целевые установки могут отличаться друг от друга.

В случае внедрения BIM-технологий интересы участников объединены в части не только увеличения прибыли, хотя это является главным мотивом, но всеми преимуществами внедрения, описанными ранее: снижение рисков реализации ИСП, устранением коллизий в проектировании, снижением суммы сметной документации и пр.

Потенциальные эффекты при внедрении такого инновационного проекта как BIM-технологии, на основе имеющегося опыта, можно представить следующим образом (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Потенциальные эффекты внедрения BIM-технологий
в компании

Вид потенциального эффекта	Характеристика эффекта от внедрения BIM-технологий
Экономический	Все виды результатов и затрат при внедрении BIM-технологий, выраженные в стоимостном виде
Научно-технический	Прирост научной и технической информации; создание нового научно-технического продукта проектирования и реализации ИСП
Финансовый	Выраженная в финансовых показателях способность BIM-технологий генерировать денежный поток в течение максимально длительного периода времени
Ресурсный	Экономия трудовых и материальных ресурсов, получающая стоимостную оценку
Экологический	Влияние процесса внедрения BIM-технологий в процесс реализации ИСП на окружающую среду, использование природных и энергетических ресурсов
Социальный	Удовлетворение потребностей человека и общества, не получающих, как правило, стоимостной оценки (здоровья, качества жизни, удовлетворение эстетических запросов и т. д.)

Некоторые из этих эффектов сложно поддаются количественной оценке, например экологический или социальный. Для них нужны специальные способы измерения, и, как правило, использование качественных показателей.

Поскольку принято решение оценивать внедрение ВІМ как инновационный и инвестиционный проект, необходимо рассмотреть возможность такой оценки с обеих сторон.

Эффективность деятельности организации, реализующей инновационные проекты, принято оценивать в экономике по следующим направлениям:

- уровень научно-информационного развития организации,
- уровень технического развития организации,
- технико-экономическая эффективность реализуемого инновационного проекта;
- конкурентоспособность инновационных проектов, способствующих достижению целей организации.

Можно и оценку эффективности проекта внедрения ВІМ и эффективности деятельности организации, его внедряющей, проводить в рамках данных общепринятых направлений.

Уровень научно-информационного развития организации, осуществляющей внедрение инновационного проекта ВІМ, можно попытаться оценить с помощью следующих показателей:

1) коэффициент уровня научно-информационного развития организации, осуществляющей внедрение инновационного проекта ВІМ;

$$K_{HP}^{BIM} = \frac{Z_{BIM}}{Z_{II}}, \quad (3.1)$$

где Z_{BIM} – сумма затрат на внедрение ВІМ;

Z_{II} – общая сумма затрат на производство.

Затраты на внедрение ВІМ уже были описаны в первой главе, это:

- возможная замена компьютерной техники;

- приобретение компьютерных программ;
- затраты на организацию обучения сотрудников работе с BIM-программами;
- затраты на организацию работы по созданию шаблонов оформления проектной документации;
- затраты на создание библиотечной базы;
- перевод старых наработок нужно будет перевести в новый формат и т. п.

Значения данного показателя могут находиться в диапазоне теоретически от 0 до 1. Если значение показателя равно 0, то это значит, что внедрение инновационного проекта BIM полностью завершено, уровень информационного развития организации высокий, а проектирование научно-обосновано. Если значение показателя равно 1, значит, внедрение информационных технологий проектирования внедряется в организации «с нуля», поэтому уровень научно-информационного развития организации можно признать не удовлетворительным;

2) коэффициент накопления опыта информационного моделирования:

$$K_{OIM}^{BIM} = \frac{KП_{BIM}}{KП}, \quad (3.2)$$

где $KП_{BIM}$ – количество проектов, выполненных с использованием BIM;
 $KП$ – общее количество выполненных проектов.

Значения показателя могут находиться в интервале от 1 и теоретически до ∞ , характеризую процесс накопления опыта информационного моделирования, а следовательно и повышение уровня информационного развития организации;

3) коэффициент инновационной активности в информационном моделировании:

$$K_{IA}^{BIM} = \frac{КС_{BIM}^C}{КС_{BIM}}, \quad (3.3)$$

где K_{BIM}^C – количество семейств, разработанных сотрудниками организации самостоятельно с использованием BIM;

K_{BIM} – общее количество семейств в библиотеке организации, используемых ею в информационном моделировании.

Значение показателя может находиться в интервале от 0 до 1. Конечно, целесообразно использовать то, что уже наработано другими компаниями, поэтому в этом случае, необходимо отслеживать динамику этого показателя для подтверждения того, что инновационная активность в информационном моделировании существует.

Уровень технического развития организации можно косвенно оценить с помощью следующих показателей:

1) коэффициент конкурентоспособности продукции информационного моделирования:

$$K_K^{BIM} = \frac{\frac{n \cdot \sqrt[n]{T_1^{BIM} \cdot T_2^{BIM} \cdot \dots \cdot T_i^{BIM} \cdot \dots \cdot T_n^{BIM}}}{n}}{\frac{m \cdot \sqrt[m]{T_1 \cdot T_2 \cdot \dots \cdot T_j \cdot \dots \cdot T_m}}{m}} = \frac{\sqrt[n]{T_1^{BIM} \cdot T_2^{BIM} \cdot \dots \cdot T_i^{BIM} \cdot \dots \cdot T_n^{BIM}} \cdot m}{\sqrt[m]{T_1 \cdot T_2 \cdot \dots \cdot T_j \cdot \dots \cdot T_n} \cdot n}, \quad (3.4)$$

где T_i^{BIM} – темп роста количества проектов, реализуемых с использованием BIM;

T_j – темп роста общего количества проектов.

Значения данного показателя могут находиться в диапазоне от 0 до 1, показывая конкурентоспособность продукции информационного моделирования. Подходит как для организаций, реализующих ИСП, так и для проектных организаций, только в случае последних факторным показателем может выступать не количество проектов, а, например, количество заказов;

2) коэффициент обновления технологии информационного моделирования:

$$K_{OB}^{BIM} = \frac{K_{IP}^{BIM}}{K_{IP}}, \quad (3.5)$$

где $K_{ПП}^{BIM}$ – количество программных продуктов, работа которых основана на технологии BIM;

$K_{ПП}$ – общее количество программных продуктов, используемых в организации.

Прежде чем переходить к исследованию других возможных показателей оценки эффективности внедрения BIM, необходимо отметить, что в данном случае однозначной методики оценки, применимой универсально ко всем организациям, внедряющим BIM, быть не может.

У внедрения BIM появляются последствия, которые имеют комплексный характер, новшество не сразу улучшает производительность деятельности, но вызывает ее падение на начальном этапе. Зачастую новые информационные технологии проектирования встречают сопротивление в восприятии сотрудников организации и пр. Учет качественных оценок внедрения BIM также представляет собой достаточную сложность.

Целью исследования возможности оценки эффективности внедрения информационного моделирования в деятельность организации не только как инновационного, но и инвестиционного проекта является, в том числе, исследование влияния этого внедрения на все экономические показатели деятельности организации: финансов, производства, трудовых ресурсов. Тем более, что мониторинг изменений значений этих показателей должен быть постоянным, как у любого проекта, связанного с внедрением новшества.

На наш взгляд, система показателей не должна быть сложной, она должна быть понятной и практичной для того, чтобы экономить время на сбор информации и ее обработку.

Например, в состав экономических показателей эффективности внедрения могут быть включены следующие:

- прирост чистой прибыли,
- прирост выручки от продаж,
- отношение выручки (прибыли) от внедрения BIM к общему объему выручки (прибыли) за анализируемый период,

- прирост нематериальных активов,
- прирост количества клиентов.

В качестве первого показателя может быть использован показатель прироста чистой прибыли:

$$Pr_{\Pi} = \frac{(\Pi_1 - \Pi_0)}{\Pi_0} \cdot 100, \quad (3.6)$$

где Pr_{Π} – экономический показатель эффективности внедрения ВІМ по фактору чистой прибыли, %;

Π_0, Π_1 – чистая прибыль организации до и после внедрения ВІМ, руб.

Прирост выручки от продаж может выступать в качестве второго показателя:

$$Pr_B = \frac{(B_1 - B_0)}{B_0} \cdot 100, \quad (3.7)$$

где Pr_B – экономический показатель эффективности внедрения ВІМ по фактору выручки, %;

B_0, B_1 – выручка организации до и после внедрения ВІМ, руб.

Третьим показателем может служить отношение выручки (прибыли) от внедрения ВІМ к общему объему выручки (прибыли) за последний год:

$$\Delta B_{H}^{BIM} = \frac{B_{BIM}}{B}, \quad (3.8)$$

где ΔB_{H}^{BIM} – отношение выручки от внедрения ВІМ к общему объему выручки за последний год.

В случае, если внедрение информационного моделирования позволяет организации осуществлять собственные инновационные разработки, может быть использован показатель прироста нематериальных активов:

$$Pr_{HA} = \frac{(HA_1 - HA_0)}{HA_0} \cdot 100, \quad (3.9)$$

где Pr_{HA} – показатель эффективности внедрения ВІМ по фактору нематериальных активов, %;

HA_1, HA_0 – стоимость нематериальных активов до и после внедрения инновационных разработок в деятельность организации, выполненных на основе внедрения ВІМ.

В качестве пятого показателя можно использовать показатель прироста количества клиентов организации (прирост количества заказов):

$$Pr_K = \frac{(K_1 - K_0)}{K_0} \cdot 100, \quad (3.10)$$

где Pr_K – показатель эффективности внедрения ВІМ по фактору количества клиентов (заказов), %;

K_0, K_1 – количество клиентов (заказов) до и после внедрения ВІМ.

Если подходить к оценке внедрения ВІМ с позиций функционально-системного анализа, то представляется методически верным применение в этих целях набора целевых индикаторов, которые должны быть научно-обоснованными и показывать степень достижения целей организации и эффективности внедрения ВІМ.

Также по динамике значений целевых индикаторов можно увидеть динамику изменения характеристик результатов внедрения информационного моделирования. Требования к таким показателям должны применяться те же, что и к другим показателям эффективности деятельности или внедрения новшества:

- информативность,
- действенность,
- точность,
- сравнимость,
- воспроизводимость,
- проверяемость.

Для того, чтобы грамотно обосновать целевые индикаторы, по которым можно было бы оценивать успешность внедрения ВІМ в организации, необходимо использовать принципы целевого подхода для того, чтобы в каждом конкретном случае можно было бы составить «дерево целей» организации и

совместить его с «деревом целей» внедрения ВІМ, а также с обоснованием путей их достижения.

Кроме того необходимо учитывать методические принципы инновационного менеджмента (рисунок 3.10).

Комплекс обоснованных целевых индикаторов должен включать в себя характеристики реальных результатов деятельности организации после внедрения инновационного проекта.

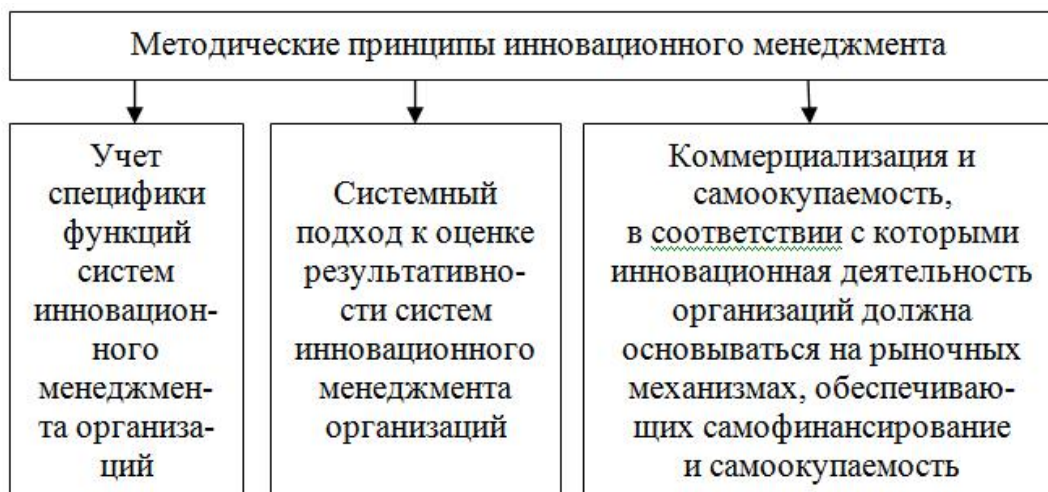


Рисунок 3.10 – Современные методические принципы инновационного менеджмента

Как уже было показано выше, это могут быть различные показатели эффектов: экономический, социальный, экологический и пр. Кроме этого целевые индикаторы могут быть интегральными показателями, аккумулируя группу простых показателей методами свертки.

Однако этого не достаточно, необходимо учитывать влияние эффекты, связанные с уровнем научно-информационного развития организации и информационно-психологическим аспектом внедрения новшества.

Кроме этого вся совокупность эффектов от внедрения ВІМ может быть выражена возникновением синергетического эффекта, вызванного когерентным взаимодействием разнородных механизмов, приводящим организацию как сложную систему в качественно новое состояние.

Исходя из вышесказанного, в качестве целевых индикаторов оценки эффективности внедрения ВІМ в деятельность организации можно предложить следующие:

1) целевой индикатор, показывающий уровень достижения функциональной эффективности – достижения главных целей внедрения ВІМ;

2) целевой индикатор, показывающий уровень достижения экономической эффективности – окупаемости средств, вкладываемых во внедрение ВІМ;

3) целевой индикатор, показывающий уровень достижения социальной эффективности, иллюстрирующий, как внедрение ВІМ повлияло на производительность и условия труда работников;

4) целевой индикатор, показывающий уровень достижения научно-информационной эффективности, показывающий новизну применяемых программных продуктов и собственных разработок с использованием ВІМ;

5) целевой индикатор, показывающий уровень достижения информационно-психологической эффективности, отражающий влияние внедрения ВІМ и необходимости перехода на новую методологию реализации ИСП на социально-психологический климат коллектива и степень удовлетворенности сотрудников.

Методически оценку эффективности внедрения ВІМ в деятельность организации как инновационного и инвестиционного проекта можно представить в виде следующей последовательности шагов (рисунок 3.11).



Рисунок 3.11 – Пошаговая методика оценки эффективности внедрения BIM в деятельность организации как инновационного и инвестиционного проекта

Практическое значение предлагаемой методики заключается в возможности непосредственного использования предлагаемых целевых индикаторов для разносторонней оценки процесса внедрения BIM-технологий в деятельность компании при реализации ИСП.

Таким образом, можно представить следующий научный результат, обладающий **научной новизной** (рисунок 3.12).

Автором предложен **методический инструментарий оценки внедрения BIM-технологий** в деятельность организации, реализующей ИСП, включающий показатели оценки, целевые индикаторы, показывающие уровень достижения эффективности внедрения BIM (функциональной, экономической, социальной, научно-информационной, информационно-психологической) и пошаговую методику, позволяющую произвести оценку эффективности внедрения BIM в деятельность организации как инновационного и инвестиционного проекта.

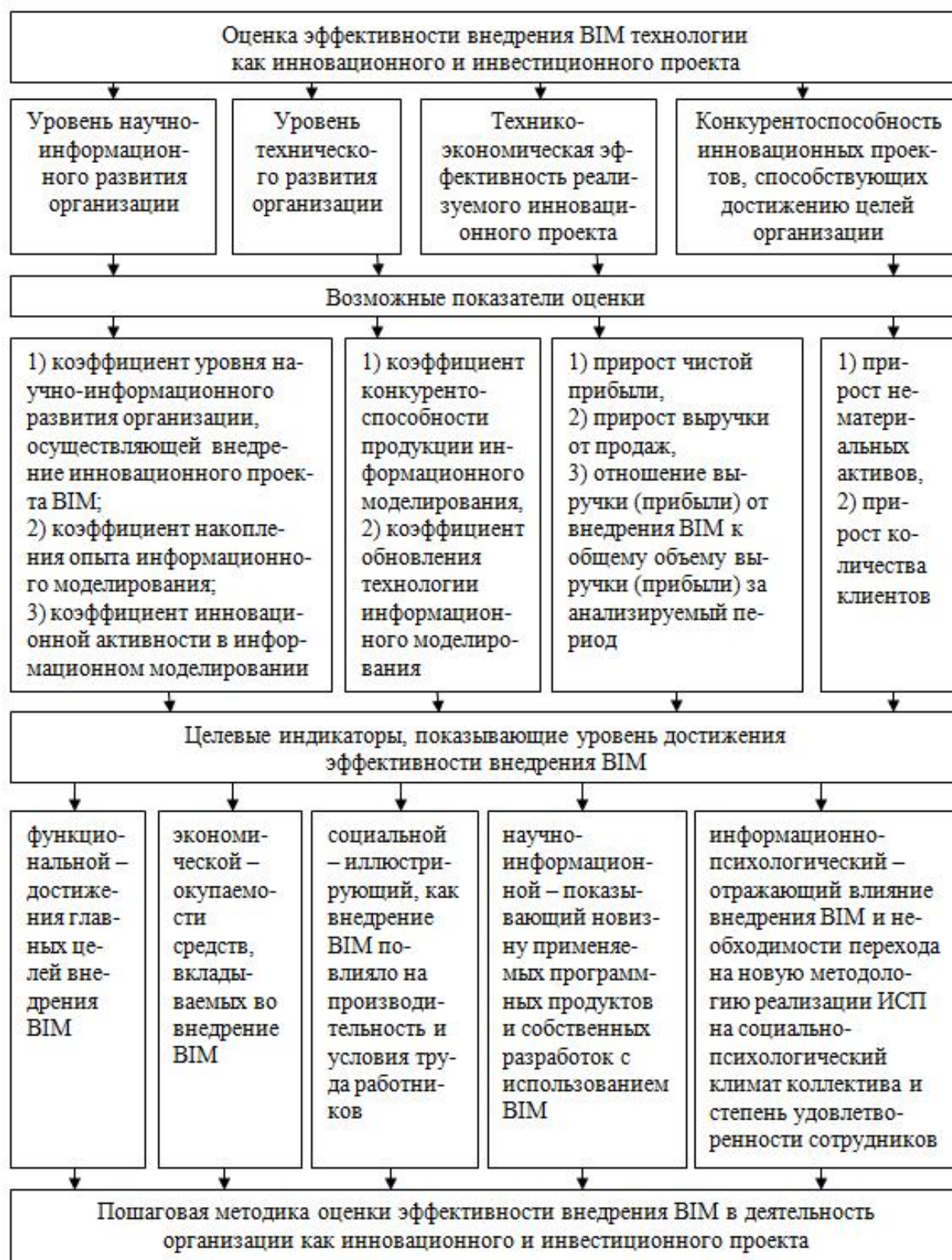


Рисунок 3.12 – Методический инструментарий оценки эффективности внедрения BIM.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При исследовании проблем обеспечения качества, стоимости и снижения сроков реализации ИСП автором были определены ключевые особенности проектирования при реализации ИСП, выявлены проблемы и преимущества внедрения BIM технологий в России и дана оценка эффективности использования технологий информационного моделирования при реализации ИСП. Это позволило автору предложить экономико-математическую модель снижения затрат реализации ИСП на основе многокритериального подхода, в основу которого заложены критерии обеспечения качества, стоимости и сроков строительства, на основе экономии незапланированных затрат, обусловленной преимуществами внедрения BIM моделирования.

В процессе анализа возможностей повышения эффективности управления ИСП на основе внедрения BIM технологий автором был разработан организационно-экономический механизм внедрения технологий информационного моделирования в практику российских проектных и строительных организаций. Результатом данного внедрения станет повышение конкурентоспособности отечественных строительных компаний на основе обеспечения качества, стоимости и сроков строительства, снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

Также автором было проведено исследование процесса внедрения облачного электронного документооборота в организации и разработан комплексный подход внедрения BIM в управлении инвестиционно-строительными проектами.

В процессе разработки механизмов, реализующих преимущество внедрения BIM технологий в строительной компании – уменьшение стоимости квадратного метра недвижимости автором была предложена методика снижения рисков ИСП за счет использования BIM технологий и методический инструментарий оценки внедрения BIM-технологий в деятельность организации, реализующей ИСП, включающий показатели оценки, целевые индикаторы, показывающие уровень достижения эффективности внедрения BIM.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1) Абакумов, Р. Г. Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве / Р. Г. Абакумов, А. Е. Наумов, А. Г. Зобова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2017. – № 5. – С. 171 – 181.

2) Айроян, З. А. Управление проектами нефтегазового комплекса на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологий) / З. А. Айроян, А. Н. Коркишко // Инженерный вестник Дона. – 2016. – Т. 43. – № 4 (43). – С. 151.

3) Алексеевская, Я. А. Реализация взаимодействия ресурсно-информационной BIM-модели с системой сметного нормирования / Я. А. Алексеевская // Научное обозрение. – 2017. – № 11. – С. 104 – 108.

4) Анисимова, Н. В. Развитие инновационных технологий развития на основе информационного моделирования здания / Н. В. Анисимова, В. П. Грахов, Ю. Г. Кислякова // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 11-4 (52-4). – С. 188 – 190.

5) Арdziнов, В. Д. Проблемы реформирования ценообразования и сметного нормирования в строительстве / В. Д. Арdziнов, Н. В. Чепаченко // Экономика и управление. – 2016. – № 5 (127). – С. 30 – 33.

6) Асаул, В. В. Вынос сетей из пятна застройки / В. В. Асаул, В. Ю. Семенютин // Актуальные проблемы экономики и управления в строительстве: материалы 69-й научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 2-х ч. СПбГАСУ. – СПб., 2016. – Ч. 2. – 197 с. – С. 105 – 108.

7) Асаул, В. В. Минимизация рисков формирования эффективных интеграционных образований в инвестиционно-строительной сфере / В. В.

Асаул, Е. Б. Александрова, В. В. Кришталь, С. В. Семенова. – СПб.: Издание института проблем экономического возрождения, 2010. – 350 стр.

8) Асаул, В. В. Снижение рисков на каждой стадии инвестиционно-строительного проекта / В. В. Асаул // Транспортное дело России. – 2011. № 9. – С. 5 – 7.

9) Асаул, В. В. Управление производственными рисками в строительной организации / В. В. Асаул, А. В. Смирнова // Актуальные проблемы экономики и управления в строительстве: материалы 69-й научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 2-х ч. СПбГАСУ. – СПб., 2016. – Ч. 2. – 197 с. – С. 108 – 203.

10) Асаул, В. В. Формирование механизмов управления рисками инвестиционно-строительных проектов: монография / В. В. Асаул, Д. И. Локоть, Е. В. Песоцкая, С. А. Ситдииков; СПбГАСУ. – СПб., 2016. – 10 п. л.

11) Асаул, В. В. Мониторинг конкурентоспособности строительной организации / В. В. Асаул, Е. В. Песоцкая // Вестник гражданских инженеров. – 2015. № 1 (48). – С. 218 – 223.

12) Балабанов, П. АО «Казанский Гипронефтепром»: «BIM это или не BIM – не так важно. Важно качество проекта» / П. Балабанов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 27 апреля 2016 г. http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18523

13) Бауск, А. BIM и анализ конструкций / А. Бауск. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 20 марта 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15136

14) Б4 Богомолова, Л. BIM-технологии. новый подход к созданию и эксплуатации объектов недвижимости / Л. Богомолова // Русский инженер. – 2017. – № 1 (54). – С. 26 – 30.

15) Бухарова, О. «Российская газета»: BIM-технологии в строительстве позволят сократить и сроки ввода объекта, и его стоимость / О. Бухарова. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gkh64.ru/articles/12779->

rossiyskaya-gazeta-bim-tehnologii-v-stroitelstve-pozvolyat-sokratit-i-sroki-vvoda-obekta-i-ego-stoimost.html#sel=1:1,1:14

16) Вечелковский, Б. Е. Анализ ключевых факторов внедрения технологии информационного моделирования зданий в современном строительстве / Б. Е. Вечелковский // Современная техника и технологии. – 2015. – № 1 (41). – С. 114 – 117.

17) Власов А. Н. «Формирование механизма управления инвестиционным проектированием на предприятиях строительной отрасли», автореферат дисс. на соиск. уч. степени канд. экон. наук по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – строительство), Нижний Новгород, 2012.

18) Волкова, А. В. Интегрированный инструментарий комплексного инновационного обеспечения проектного управления / А. В. Волкова. В сборнике: Проблемы экономики, управления и статистики сборник трудов международной научно-практической конференции. Отв. ред.: Е. В. Симонова. – 2016. – С. 256 – 258.

19) Вольхин, К. А. Информационное моделирование зданий в среде российских систем автоматизированного проектирования / К. А. Вольхин // В сборнике: Молодой инженер – основа научно-технического прогресса: Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Губанов В. С. – 2015. – С. 57 – 61.

20) Гиль, К. Г. Совершенствование организационной структуры инвестиционно-строительной фирмы при переходе к системе управления проектом / К. Г. Гиль // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 8. – С. 271 – 278.

21) Горохова Т. Б. Эффективность модульных инвестиционных проектов в строительстве / Т. Б. Горохова, М. Ю. Средин. В сборнике: УМНЫЙ ГОРОД. 21 ВЕК Материалы научно-практической конференции. Ред. коллегия: Фейлинг Т. Б., Пушкарева Л. В., Веселова М. Н. – 2014. – С. 37 – 41.

22) Грахов, В. П. Совершенствование инструментария оценки и анализа экономической эффективности инвестиционных проектов в строительстве / В. П. Грахов, С. А. Мохначев, П. Е. Манохин, Н. Р. Камалов // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2015. – № 3. – С. 68 – 75.

23) Грахов, В. П. Совершенствование организации проектных работ путем внедрения технологий информационного моделирования зданий / В. П. Грахов, С. А. Мохначев, П. Е. Манохин, А. Х. Иштряков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 615.

24) Гришина, Н. М. Проблемы и перспективы обучения BIM в вузах: управление развитием в строительстве / Н. М. Гришина, Ю. Ю. Чалый // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 3 (41). – С. 277 – 288.

25) Гуринов, А. И. Управление жизненным циклом здания на основе информационного моделирования и задачи подготовки кадров / А. И. Гуринов // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 5 (52). – С. 264 – 272.

26) Деменев, А. В. Информационное моделирование при эксплуатации зданий и сооружений / А. В. Деменев, А. С. Артамонов // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7. – № 3 (28). – С. 102.

27) Дин, Э. Как облачные приложения выглядят в сравнении с существующим настольным ПО? / Э. Дин. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 24 февраля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18391 http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18523

28) Дронов, Д. С. Проблемы внедрения BIM – технологий в России / Д. С. Дронов, Н. Р. Киметова, В. П. Ткаченко // Синергия Наук. – 2017. – № 10. – С. 529 – 549.

29) Жаров, Я. В. Решение задач организационно-технологического проектирования при помощи методов многомерного моделирования / Я. В. Жаров // Системы. Методы. Технологии. – 2016. – № 3 (31). – С. 106 – 110.

30) Зачем нам BIM? А если не внедрим? // Отраслевой журнал «Строительство» www.ancb.ru – С. 34.

31) Заренков, В. А. Управление проектами / В. А. Заренков. СПб.: АСВ, 2006. – 312 с.

32) Звонов, И. А. Перспективы применения BIM-технологий в строительной экспертизе / И. А. Звонов, В. В. Слепцова // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 4 – 2 (81 – 2). – С. 485 – 490.

33) Зеленцов, Л. Б. Интегрированная система управления качеством строительства сложных инфраструктурных объектов / Л. Б. Зеленцов, А. Л. Зеленцов, К. Н. Островский // Интернет-журнал Науковедение. – 2013. – № 5 (18). – С. 113.

34) Иванов, А. А. Риск-менеджмент / А. А. Иванов, С. Я. Олейников, С. А. Бочаров. – М., МЭСИ, 2005.

35) Калещатова, В. В. Информационные технологии управления инвестиционными проектами строительства / В. В. Калещатова, П. Е. Певзнер // В сборнике: Проблемы формирования единого пространства экономического и социального развития стран СНГ (СНГ-2016) материалы ежегодной международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 165 – 168.

36) Кинева, А. BIM-технологии: переход будет трудным? / А. Кинева. Академия САПР и ГИС. 16 февраля 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cadacademy.ru/info/articles/upravlenie-proektami/>

37) Кирьякиди, С. AutoCAD Civil 3D: Пять примеров внедрения при создании инфраструктуры Олимпийских игр в Сочи. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16726

38) Кнауер, С. Revit 2017 совершенствует BIM для будущего строительной индустрии / С. Кнауер. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 28 апреля

2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18536

39) Князев, Д. В. Анализ факторов социально-экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов / Д. В. Князев // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 3-2 – (56 – 2). – С. 741 – 745.

40) Король, М. Высокое руководство уже понимает суть BIM. А – вы? / М. Король. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 28 февраля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18400

41) Король С. П. Строительное проектирование в условиях экономического роста / С. П. Король // Современные технологии управления. – 2017. – № 4 (76). – С. 27 – 32.

42) Косоруков, Ю. Д. Ресурсы BIM-технологий для расширения представления о комплексных объектах капитализации / Ю. Д. Косоруков, А. В. Фатеев, В. И. Светлаков, С. А. Табаков // Отходы и ресурсы. – 2015. – Т. 2. – № 1. – С. 3.

43) Кувшинов, М. История LATISTA – поддерживающей BIM мобильной облачной системы обеспечения качества строительства / М. Кувшинов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 27 апреля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18525

44) Кувшинов, М. Управление качеством крупной стройки. Как и почему с помощью облачной мобильной системы LATISTA удаётся расшить треугольник «сроки-бюджет-качество» / М. Кувшинов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 16 февраля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18372

45) Кузеванов, Д. В. Информационное моделирование железобетонных конструкций / Д. В. Кузеванов, А. В. Беляев // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – № 1. – С. 58 – 63.

46) Лежнина, Ю. А. Разработка модуля «информационное моделирование зданий» на основе компетентностного подхода / Ю. А. Лежнина, Т. В.

Хоменко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 2 (40). – С. 322 – 330.

47) Лившиц, В. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / В. Лившиц, В. Коссов, А. Шахназаров, и др. М.: Экономика, 2000. – 422 с.

48) Локоть, Д. И. Формирование механизмов управления рисками инвестиционно-строительных проектов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – СПб., 2014.

49) Лукманова, И. Г. О словах и делах в решении проблем развития строительства / И. Г. Лукманова, Н. Ю. Яськова // Экономика строительства. – 2016. – № 5. – С. 3 – 10.

50) Ляпин, А. В. Современный подход к организации сметной деятельности в строительстве / А. В. Ляпин, В. Ю. Ляпин // Научное обозрение. – 2016. – № 8. – С. 251 – 255.

51) Мадера, А. Риски и шансы. Неопределенность, прогнозирование и оценка / А. Мадера. М.: Озон.ру, 2014. – 448 с.

52) Мазур, И. И. Управление проектами / И. И. Мазур В. Д. Шапиро Н. Г. Ольдерогге . Под общ. ред. И. И. Мазура. – 2-е изд. – М.: Омега-Л, 2004. – 664 с.

53) Малахов, В. И. Контрактное моделирование инвестиционно-строительных проектов. Инвестиционно-строительный процесс. [Электронный ресурс]. Код доступа: http://www.cfin.ru/itm/bpr/project_lifecycle_process.shtml

54) Малыха, Г. Г. Оценка производственного потенциала проектных организаций для выполнения работ по проектированию объектов капитального строительства / Г. Г. Малыха, Б. П. Титаренко, А. Ю. Решетова // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – № 11 (106). – С. 234 – 239.

55) Малюх, В. Внедрение BIM – а как «у них»? / В. Малюх. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 2 февраля 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14996

56) Маркарян, А. Мы изначально проектируем в 3D-модели...Следующий шаг – Интернет вещей. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 25 февраля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18392.

57) Мейланов, И. М. Повышение качества инвестиционного проектирования в промышленном строительстве / И. М. Мейланов // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2017. – Т. 44. – № 2. – С. 210 – 219.

58) Мерзлякова, А. Д. BIM-технологии в строительстве / А. Д. Мерзлякова. В сборнике: Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – 2016. – С. 461 – 464.

59) Метод информационного моделирования. Информационная модель здания. Группа компаний ВиПС. 2015. www.vipsgroup.com.

60) Минаев, В. А. Информационное моделирование и модели геодинамических рисков в строительной отрасли / В. А. Минаев, А. И. Мохов, В. М. Пизенгольц // Международный научный журнал. – 2016. – № 5. – С. 40 – 47.

61) Митрошин, И. А. Информационное моделирование объектов строительства (BIM-технологии) на этапе внедрения в процесс строительства и эксплуатации зданий и сооружений / И. А. Митрошин, Д. В. Логинов. В сборнике: Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций. Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки Российской Федерации, академика РААСН, доктора технических наук, профессора Соломатова Василия Ильича. Ответственный редактор: Т. А. Низина. – 2016. – С. 81 – 84.

62) Морина, Е. А. BIM-технологии в мостовом проектировании / Е. А. Морина, А. И. Макаров // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 6 (57). – С. 30 – 46.

63) Морозова, А. С. Autodesk о дорожном проектировании: проблемы и решения / А. С. Морозова // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014. – № 2 (3). – С. 63 – 66.

64) Мурашова, О. В. Тенденции и проблемы внедрения информационных технологий в инвестиционно-строительной сфере / О. В. Мурашова // Недвижимость: экономика, управление. – 2016. – № 3. – С. 62 – 66.

65) Мустафин, Н. Ш. Анализ возможности внедрения в строительство технологии информационного моделирования зданий программами вида “BIM” / Н. Ш. Мустафин, А. А. Барышников, А. М. Спрыжков // Региональное развитие. – 2015. – № 8. – С. 9.

66) Нарская, О.И. Сравнительная характеристика способов организации капитального строительства с точки зрения снижения стоимости и сокращения сроков строительства и реконструкции основных фондов предприятия [Текст] / О.И. Нарская // Вестник гражданских инженеров № 4 (51) 2015. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2015. (Дубянская О. И.)

67) Опарин, С. Г. Архитектурно-строительное проектирование / С. Г. Опарин, А. А. Леонтьев. Учебник и практикум для академического бакалавриата / Под общей редакцией С.Г. Опарина. – Москва, 2017. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс.

68) ОТЧЕТ: 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> 4.7._bim_rf_otchod.pdf

69) Пакидов, О. Что такое BIM и зачем он нужен строительному комплексу России / О. Пакидов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 7 марта 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15092

70) Пастухова, М. В. Повышение качества контроля проектирования и строительства посредством внедрения современных информационных технологий в уровне территориального планирования / М. В. Пастухова. В книге: Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур (SAFETY2016) Сборник тезисов. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Строительный институт; НИЦ Надежность и ресурс больших систем и машин УрО РАН; Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union; MARUEEB; под редакцией В. Н. Алехина. – 2016. – С. 182 – 185.

71) Пешков, А. В. Административные барьеры и эффективность инвестиционно-строительных программ и проектов в жилищном строительстве / А. В. Пешков // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2015. – № 4 (15). – С. 98 – 106.

72) Петухова, А. В. BIM в области промышленного и гражданского строительства и новые перспективы инженерно-графической подготовки студентов вузов / А. В. Петухова. В сборнике: Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы сборник трудов Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 120 – 123.

73) Пириева, С. Ю. Анализ возможности внедрения в строительство технологии информационного моделирования зданий программами вида «BIM» / С. Ю. Пириева. В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. – 2016. – С. 931 – 934.

74) Подчевкин, А. А. Проектно-изыскательские организации: состояние, проблемы, перспективы основной деятельности в контексте управления качеством / А. А. Подчевкин, Е. В. Соловьева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 47. – С. 31 – 38.

75) Постнов, К. В. Применение современных информационных технологий в проектных организациях и их влияние на повышение качества про-

ектных решений / К. В. Постнов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 4. – С. 375 – 383.

76) Постнов, К. В. Применение BIM-технологий в процессах управления проектными организациями / К. В. Постнов // Научное обозрение. – 2015. – № 18. – С. 367 – 371.

77) Римшин, В. И. Инновационные технологии проектирования в области bim-систем при эксплуатации недвижимости зданий и сооружений / В. И. Римшин, А. Д. Черкас // Недвижимость: экономика, управление. – 2016. – № 3. – С. 53 – 56.

78) Савицкий, В. Технология BIM или архитектурный конвейер / В. Савицкий. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 13 февраля 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15034

79) Савицкий, В. ARCHICAD плюс Tekla Structures равно Open BIM / В. Савицкий, В. Сизов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 26 апреля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18524

80) Савицкий, В. BIM атакует прорабов / В. Савицкий, В. Сизов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 14 января 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18309

81) Салтыкова, О. И. Стоимостной инжиниринг инвестиционно-строительного проекта как инструмент повышения его эффективности / О. И. Салтыкова, М. П. Бовсуновская // Научное обозрение. – 2016. – № 7. – С. 286 – 290.

82) Сарсенов, М. А. Возможности BIM-технологий / М. А. Сарсенов, А. И. Куличенко, А. Е. Шпакова. В сборнике: Информационные технологии в эргономике и дизайне Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2016. – С. 158 – 162.

83) Сахаров, А. А. Моделирование процессов формирования организационно-управленческого инструментария реализации инвестиционно-строительных проектов / А. А. Сахаров // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2014. – № 2. – С. 57 – 65.

84) Сахаров, А. А. Организационно-управленческий механизм совершенствования проектной деятельности в рамках реализации инвестиционно-строительных программ крупных производственных компаний / А. А. Сахаров // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 5. – С. 47 – 55.

85) Скворцов, А. В. Модели данных BIM для инфраструктуры / А. В. Скворцов // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2015. – № 1 (4). – С. 16 – 23.

86) Силка, Д. Н. Проблемы обеспечения экологичности строительства / Д. Н. Силка, С. А. Аветисян // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 1 (90). – С. 661-663.

87) Силка, Д. Н. Способы повышения качества и эффективности взаимоотношений участников инвестиционно-строительной деятельности / Д. Н. Силка, М. С. Бабаева // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 1 (90). – С. 682-685.

88) Силка, Д. Н. Проблема экономии энергетических ресурсов жилых зданий / Д. Н. Силка, О. А. Мохначева // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 4 (93). – С. 1199-1201.

89) Силка, Д. Н. Новые инструменты управления строительными программами и проектами в экономике формирующегося уклада / Д. Н. Силка, С. В. Козулин // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12. – № 11 (110). – С. 1214-1220.

90) Силка, Д. Н. Совершенствование подходов к управлению затратами в строительстве / А. А. Волков, Д. Н. Силка, К. А. Лебедев // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 4-2 (81). – С. 500-503.

91) Силка, Д. Н. Новые технологии повышения достоверности стоимостных расчетов строительных проектов / Д. Н. Силка // Научное обозрение. – 2017. – № 20. – С. 84-89.

92) Силка, Д. Н. Нормирование затратнообразующих факторов при эксплуатации объектов капитального строительства / Д. Н. Силка // Сметно-договорная работа в строительстве. – 2017. – № 2. – С. 36-41.

93) Силка, Д. Н. Экономико-информационная система мониторинга производственных ресурсов нового поколения / Д. Н. Силка // Вестник МГСУ. – 2016. – № 5. – С. 93-106.

94) Силка, Д. Н. Информационные технологии / Д. Н. Силка // Сметно-договорная работа в строительстве. – 2016. – № 9. – С. 1.

95) Смирнова, А. В. Использование средств по Project Expert при планировании инвестиционно-строительных проектов / А. В. Смирнова, Е. И. Скребцов // Синергия Наук. – 2017. – № 11. – С. 783 – 788.

96) Статистический анализ-обзор тенденций развития технологии BIM в США и Канаде «The Business Value of BIM in North America», 2007 – 2012 гг. Автор — компания McGraw-Hill Construction. ISICAD: В. Талапов. Что происходит с внедрением BIM в Северной Америке – статистический анализ McGraw-Hill Construction. <http://isicad.ru/ru/authors.php?author=Владимир%20Талапов>.

97) Сурина, А. И. Проектно-сметная документация в строительстве как фактор повышения качества инвестиционного проектирования / А. И. Сурина. В сборнике: «Научные механизмы решения проблем инновационного развития». Сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. – 2017. – С. 134 – 139.

98) Талапов, В. Единая модель BIM: уточнения к терминологии / В. Талапов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 24 марта 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15154

99) Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В. Талапов. – М.: ДМК Пресс. – 2011. – 392 с.

100) Талапов, В. Технология BIM: в основе лежит единая модель! / В. Талапов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 20 февраля 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15056

101) Талапов, В. Технология BIM: расходы на внедрение и доходы от использования / В. Талапов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 3 февраля 2014 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16748

102) Талапов, В. Технология BIM: что можно считать по модели здания? / В. Талапов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 15 февраля 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15043

103) Талапов, В. Финляндия – еще один мировой BIM-лидер / В. Талапов // САПР и графика. – 2016. – № 2 (232). – С. 18 – 23.

104) Терехин, Д. А. Блокчейн: технология энергетики завтрашнего дня / Д. А. Терехин // Информационные ресурсы России. – 2017. – № 4 (158). – С. 6 – 9.

105) Топузова, А. В. Информационное обеспечение инвестиционных решений в инвестиционно-строительном холдинге / А. В. Топузова // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. – 2013. – № 1. – С. 62 – 63.

106) Трофимова, Л. А. Активизация инновационных процессов развития строительной отрасли на основе информационного моделирования / Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов, Е. В. Песоцкая // Экономические науки. 2016. № 137. – С. 52-54.

107) Ушаков, Д. BIM и овалы / Д. Ушаков. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 1 марта 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18401

108) Ушаков, Д. BuildingSMART запускает программу Open BIM для совместного проектирования и строительства / Д. Ушаков. ISICAD. Ваше ок-

но в мир САПР. 16 марта 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15121

109) Халиуллина, Р. Ф. Определение эффективности инвестиционного проекта в строительстве (согласно техническому заданию заказчика на проектирование линейного объекта) / Р. Ф. Халиуллина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 4. – С. 412 – 418.

110) Чернышев, А. В. Экономическое обоснование инвестиций в энергосберегающие мероприятия при строительстве и эксплуатации объектов недвижимости / А. В. Чернышев // Недвижимость: экономика, управление. – 2016. – № 2. – С. 42 – 44.

111) Четверик, Н. Затраты на BIM-технологии в проектировании оправдываются высокой эффективностью / Н. Четверик. ЗаНоСтрой РФ: строительные новости. 21 января 2014 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zanostroy.ru/articles/1975/266.html>

112) Чудинов, Ю. Н. О внедрении технологий информационного моделирования в строительстве / Ю. Н. Чудинов. В сборнике: «Архитектура, строительство, землеустройство и кадастры на дальнем востоке в XXI веке». Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет». – 2016. – С. 237 – 240.

113) Шахраманьян, М. А. Информационное моделирование зданий и сооружений как инновационный инструмент обеспечения государственного, общественного контроля и противодействия коррупции в строительстве / Н. И. Бурдаков, А. М. Шахраманьян. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sodislab.com/sodislab.com/_editorFiles/2014_4_nposodis_zymal_makk.pdf

114) Шибанов, М. Цветной релиз BIM-системы Renga Architecture: интеграция с КОМПАС-3D и новые инструменты проектирования / М. Шибанов. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 5 апреля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18475

115) Шиндина, Т. А. Оценка уровня и выявление наиболее затратной группы транзакционных издержек при реализации инвестиционно-строительного проекта / Т. А. Шиндина, Н. А. Орлова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2017. – Т. 11. – № 3. – С. 92 – 95.

116) Ширинян, Е. BIM = Архитектура? К вопросу о развитии архитектурного образования / Е. Ширинян. ISICAD. Ваше окно в мир САПР. 24 марта 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15153

117) Шуберт, И. М. Анализ внедрения BIM-технологий в мировой практике / И. М. Шуберт, С. Новик // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 13-й Международной научно-технической конференции. – Минск: БНТУ, 2015. – Т. 2. – С. 146 – 147.

118) Яськова, Н. Ю. Актуальные аспекты и проблемы внедрения концепции информационного моделирования инвестиционно-строительной деятельности / Н. Ю. Яськова, О. В. Мурашова // Научное обозрение. – 2016. – № 9. – С. 160 – 164.