

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Высшая школа экономики и управления
Кафедра «Прикладная экономика»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, директор
ООО «Медремстрой»

_____ В.Д.Фельк
_____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,
д.э.н., доцент

_____ Т.А. Худякова
_____ 2019 г.

Трансформация деятельности по экспертизе проектной документации с
внедрением информационного моделирования (BIM)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 38.04.01.2019.301.ПЗ ВКР

Руководитель работы, доцент

_____ С.И. Бородин
_____ 2019 г.

Авторработы
студент группы ЭУ-238

_____ А.Р. Ляпина
_____ 2019 г.

Нормоконтролер
ст.преподаватель

_____ М.Г. Трубеева
_____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Ляпина А.Р. Трансформация деятельности по экспертизе проектной документации с внедрением информационного моделирования (BIM). – Челябинск: ЮУрГУ, ЭУ, ПЭ, ЭУ-238, 2019, 104 с., 10 ил., 15 табл., библиогр. список – 85 наим., 1 приложение, 11 л. раздаточного материала ф. А4.

В выпускной квалификационной работе затрагивается актуальный вопрос, стоящий на повестке дня у Министерства строительства Российской Федерации – использование технологий информационного моделирования (BIM) в сфере строительства.

В работе рассматриваются общие положения о процедуре экспертизы основные характеристики технологий информационного моделирования. С целью сокращения времени проведения экспертизы и снижения затрат предлагается алгоритм внедрения автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность экспертных организаций. Предлагается методика экономического обоснования внедрения автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность органов экспертизы в России.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Государственная программа поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в строительной отрасли Российской Федерации стартовала в марте 2014 года. За прошедшие годы благодаря поддержке на самом высоком государственном уровне информация и знания об этих инновационных технологиях получили широкое распространение. Практическое применение в проектировании и строительстве неуклонно расширялось, число проектов росло, о чем свидетельствовали публикации, выступления профессионального сообщества на конференциях, семинарах, круглых столах.

Технологии информационного моделирования (Building Information Modeling, далее – BIM) являются важным рабочим инструментом для решения задач, стоящих перед строительной отраслью в новом понимании границ ее профессиональной ответственности за полный цикл перспективного планирования, проектирования, создания, эксплуатации и использования строительных систем, составляющих неотъемлемую основу качественной, безопасной и эффективной в отношении человека и природы среды и инфраструктуры жизни и деятельности. Это в полной мере относится и к ускорению инновационных процессов в соответствии с задачами «Стратегии инновационного развития Российской Федерации», обеспечивающих, кроме целого ряда качественных направлений прогресса отраслевых технологий на основе включения в них цифровой составляющей, необходимый высокий уровень «прозрачности» отрасли.

Сегодня, в условиях создания основ цифровой экономики Российской Федерации на долгосрочную перспективу, применение информационных технологий в строительстве открывает окно новых возможностей для созидательной деятельности и формирует стратегический набор инструментов, позволяющих качественно повысить эффективность всех этапов жизненного

цикла объектов строительства с одновременной оптимизацией их стоимости, нивелировать факторы, сдерживающие креативность и инновационную составляющую перспективных инженерных решений и кадрового потенциала, минимизировать риски и расходы на поддержку и развитие составляющих бизнес-процессов, обеспечить связность территории нашей страны при реализации ее интеллектуального и производственного потенциала. Совершенно очевидно, что масштабное внедрение технологий информационного моделирования в строительстве является фундаментом гармоничного развития российских регионов и экономики нашей страны в целом.

Использование BIM-технологий особенно актуально для возведения и эксплуатации технически сложных и уникальных объектов, для которых получение заключения экспертизы проектной документации и инженерных изысканий, как правило, является обязательным. В связи с этим, отмечается необходимость проведения экспертизы (государственной или негосударственной) проектной документации, представленной в форме информационной модели. На данный момент в большинстве регионов РФ BIM-модель является дополнением к основному пакету проектной документации и не является необходимой.

Несмотря на многократный перенос сроков обязательного предоставления на государственную экспертизу проектной документации, созданной с помощью BIM, на федеральном уровне, ряд регионов с 2019 года внедрил данные новшества в требования к предоставлению документации для экспертизы. Кроме этого, визуализация помогает быстрее находить коллизии, появляется возможность поиска по чертежам и модели, создания необходимых разрезов, проверки точности расчетов, а также оперативного взаимодействия с участниками проекта.

Без автоматизации, только высококвалифицированный эксперт, обладающий соответствующими навыками и опытом, может проверить работу профессионального проектировщика. Растущая сложность предлагаемых проектно-строительных решений неизбежно приведет к увеличению потребности в квалифицированных экспертах, необходимых для оценки соответствия

проектов. В связи с чем,предлагается внедрение автоматизированной системы проверки проектов на соответствие стандартам и нормам в органы экспертизы [70].

Проверка чертежей и спецификаций вручную повышает вероятность ошибки, вызванной человеческим фактором вследствие либо некомпетентности, халатности, стресса, либо усталости проверяющего. Автоматизация процесса проверки проектно-строительных решений на соответствие строительным нормам и стандартам снизит вероятность субъективных ошибок (человеческий фактор), и поможет экспертным органам быстро обнаруживать и эффективно разрешать проблемы нормативного несоответствия, снижать затраты, связанные с оплатой труда сотрудников, и сокращать сроки выдачи разрешений на строительство [70].

Цель работы – создать программу действий по внедрению автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность органов экспертизы.

Задачи работы:

- провести динамический и структурный анализ показателей сферы строительства;
- рассмотреть общие положения о процедуре экспертизы проектной документации;
- проанализировать основные изменения законодательства в сфере экспертизы проектной документации;
- изучить понятие BIM и его основы;
- ознакомиться с мировым опытом применения технологий информационного моделирования и опытом внедрения в строительную отрасль России;
- на основе мирового опыта автоматизации экспертной деятельности предложить программу действий по внедрению автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность органов экспертизы в России.

– предложить методику экономического обоснования внедрения автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность органов экспертизы в России.

Объект исследования – органы экспертизы, использующие в качестве исходных данных информационную модель.

Работа по теме выполнена в рамках гранта на финансовую поддержку научно-исследовательских проектов студентов «Интеллектуальный прорыв-2016» ЮУрГУ, г. Челябинск. По результатам работы над грантом написана статья «State examination of BIM-model on the basis of object technological dependencies model», которая приняла участие в конференции «Проминжиниринг-2018» и была опубликована в журнале IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, индексируемого в Scopus.

Результаты работы могут быть рекомендованы к использованию в практической деятельности органов экспертизы для совершенствования деятельности и приведения ее в соответствии с требованиями законодательства и текущими тенденциями рынка.

1 ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СФЕРЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКСПЕРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

1.1 Динамический и структурный анализ показателей сферы строительства

В современном мире инвестиционно-строительная отрасль является одной из ведущих областей народного хозяйства. Это обусловлено тем, что объекты строительства удовлетворяют первоочередные и насущные потребности населения, а вложения в создание и реконструкцию объектов являются, как правило, самыми прибыльными и эффективными [71].

Строительство – вид экономической деятельности, который занимает седьмое место в структуре валового внутреннего продукта (далее – ВВП) России по итогам 2018 года и создает значительную часть добавленной стоимости производимой в стране продукции.



Рисунок 1 – Структура инвестиций в основной капитал

По рисунку 1 видно, что основную долю в структуре инвестиций в основной капитал в 2018 году составляли инвестиции в нежилые здания и сооружения, расходы на улучшение земель.

При этом среди направлений инвестиций в основной капитал преобладают

инвестиции в новое строительство (56 %), около 30 % к общему итогу составляют инвестиции в приобретение новых основных фондов и только 16 % – инвестиции в модернизацию и реконструкцию старых объектов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Направления инвестиций в основной капитал

Строительная отрасль, несмотря на экономические трудности, долгое время является одной из самых стабильных и динамичных отраслей в российской экономике. По данным Росстата в 2018 году доля отрасли строительства в ВВП страны увеличилась до 6 %. Отрасль демонстрирует опережающие, по сравнению с экономикой страны, темпы. Так ВВП РФ в 2018 году увеличился только на 2,3 % (в текущих ценах), а валовая добавленная стоимость по отрасли «Строительство» увеличилась на 4,6 %.

Динамику объёмов строительства можно считать одним из ключевых показателей развития как государства в целом, так и регионов в отдельности.

На рисунке 3 виден значительный темп роста объёмов строительных работ, начиная с 2000 года. Однако во время мирового экономического кризиса наблюдались и спады: проблемы в строительстве начинались через год-два после начала общего спада в экономике, поскольку у компаний еще были ресурсы для окончания возведения зданий, а население старалось максимально безопасно использовать свои сбережения, вкладывая в недвижимость (ставки по ипотеке, как правило, снижались).



Рисунок3 – Динамика показателей

Для возведения многих объектов необходимо положительное заключение экспертизы. Строительная активность ведет к росту необходимости выдачи таких заключений.

Анализ динамики количества выданных заключений экспертизы проектной документации (далее – ПД) и количества введенных в эксплуатацию зданий на рисунке 4 показывает, что ситуация нестабильна.

Так, в 2008–2009 гг. на фоне экономического кризиса строительные компании не рисковали начинать новое строительство, поэтому количество выдаваемых заключений ПД упало. При этом снижение количества введенных в эксплуатацию зданий достигло минимального за 11 лет значения только в 2010 году, поскольку до этого момента достраивались объекты, разрешения на которые были получены до начала кризиса.

Резкий рост выданных заключений в 2012–2014 гг. объясняется восстановлением рынка после кризиса 2008–2009 гг., низкими ключевыми ставками, активизацией строительства. Кроме этого, оказало влияние проведение Олимпийских Игр в Сочи, когда было построено большое число уникальных спортивных объектов и объектов инфраструктуры. Но в ночь с 15 на 16 декабря

2014 года Центральный Банк России принял решение поднять ключевую ставку до 17 % годовых, что фактически означало невозможность частных инвесторов кредитоваться и начинать новые объекты. Только к середине 2016 года ситуация восстановилась.

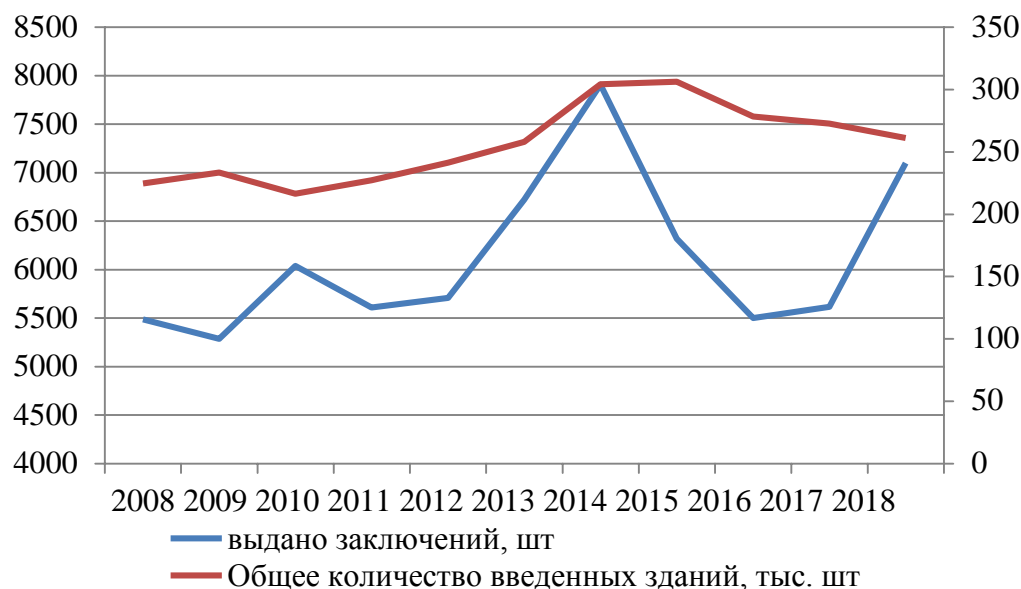


Рисунок 4– Связь показателей

Снижение ключевой ставки до 10,5 % к середине 2016 года, а также проведение Чемпионата мира по футболу в 2018 году, привело к небольшому росту количества выданных заключений экспертизы, поскольку требовалось подготавливать инфраструктуру к мероприятию мирового масштаба.

Снижение объемов вводимых в эксплуатацию зданий за последние 3 года связано с ухудшением экономической конъюнктуры, и как следствие – превышением предложения над спросом.

В целом, график сдачи объектов повторяет тенденцию графика выдачи заключений экспертизы, но с запозданием на 1–2 года. Поскольку в числе введенных в эксплуатацию зданий учитываются и те, которым заключение экспертизы не требуется, то можно сказать, что при снижении выдачи заключений экспертизы общий объем введенных в эксплуатацию зданий нивелируется ростом ввода объектов, не требующих проведения экспертизы.

Таким образом, развитие рынка строительства неуклонно ведет к непрерывной работе экспертных организаций, а создание сложных объектов только усложняет процедуру проверки проектной документации.

1.2 Вопросы проведения экспертизы проектов строительства

Экспертизе подлежат проектная документация и результаты инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой документации.

Проектная документация – такая документация, которая содержит информацию в виде текстов и схем, которые определяют архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства, их частей, капитального ремонта [1].

Проектная документация объектов капитального строительства включает в себя следующие элементы.

1. «Пояснительную записку с исходными данными для архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства, в том числе с результатами инженерных изысканий, техническими условиями.

2. Схему планировочной организации земельного участка, выполненную в соответствии с градостроительным планом земельного участка.

3. Архитектурные решения.

4. Конструктивные и объемно-планировочные решения.

5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений.

6. Проект организации строительства объектов капитального строительства.

7. Проект организации работ по сносу объектов капитального строительства, их частей (при необходимости сноса объектов капитального строительства, их частей для строительства, реконструкции других объектов капитального

строительства).

8. Перечень мероприятий по охране окружающей среды.

9. Перечень мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

10. Перечень мероприятий по обеспечению доступа инвалидов к объектам здравоохранения, образования, культуры, отдыха, спорта и иным объектам социально-культурного и коммунально-бытового назначения, объектам транспорта, торговли, общественного питания, объектам делового, административного, финансового, религиозного назначения, объектам жилищного фонда (в случае подготовки проектной документации для строительства, реконструкции, капитального ремонта таких объектов).

11. Смету на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства, проведение работ по сохранению объектов культурного наследия, финансируемые с привлечением средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, средств юридических лиц, созданных Российской Федерацией, субъектами Российской Федерации, муниципальными образованиями, юридических лиц, доля в уставных (складочных) капиталах которых Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований составляет более 50 %.

12. Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений, сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов.

13. Сведения о нормативной периодичности выполнения работ по капитальному ремонту многоквартирного дома, необходимых для обеспечения безопасной эксплуатации такого дома, об объеме и о составе указанных работ (в случае подготовки проектной документации для строительства, реконструкции многоквартирного дома).

14. Иную документацию в случаях, предусмотренных федеральными законами» [1].

Инженерные изыскания выполняются для подготовки проектной

документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства, а также в целях подготовки документации по планировке территории, предназначенной для размещения линейных объектов транспортной инфраструктуры федерального значения, регионального значения или местного значения [1]. Без выполнения инженерных изысканий подготовка и реализация проектной документации невозможны.

Целью выполнения инженерных изысканий, выполненных для подготовки проектной документации, является:

- «получение информации о природных условиях территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция объектов капитального строительства, и факторах воздействия человеческой деятельности на окружающую среду, о прогнозе их изменения, необходимых для разработки решений относительно такой территории;

- сбор данных, которые обосновывают компоновку зданий, строений, сооружений, принятия конструктивных и объемно-планировочных решений в отношении этих зданий, строений, сооружений, проектирования инженерной защиты таких объектов, разработки мероприятий по охране окружающей среды, проекта организации строительства, реконструкции объектов капитального строительства;

- информация, необходимая для проведения расчетов оснований, фундаментов и конструкций зданий, строений, сооружений, их инженерной защиты, разработки решений о проведении профилактических и других необходимых мероприятий, выполнения земляных работ, а также для подготовки решений по вопросам, возникшим при подготовке проектной документации, ее согласовании или утверждении» [1].

Согласно российскому законодательству, в настоящее время для получения разрешения на строительство объектов капитального строительства необходимо проведение экспертизы проектной документации (за исключением ряда случаев, когда заключение экспертизы не требуется). В зависимости от характеристик

объекта и условий его возведения, данная процедура проводится в государственной или негосударственной форме. Существует перечень объектов капитального строения, проведение государственной экспертизы проектной документации по которым является обязательным; в некоторых случаях форма экспертной проверки зависит от выбора заявителя.

В рамках проведения экспертизы результатов инженерных изысканий и проектной документации оценивается степень соответствия поданной на экспертизу документации проектам и результатам инженерных изысканий техническим регламентам и требованиям градостроительной документации:

- санитарно-эпидемиологическим;
- государственной охраны объектов культурного наследия;
- охраны окружающей среды;
- промышленной безопасности;
- обеспечению надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики и др.

В соответствии с ч.2 ст.8.3 и п.2 ч.5 ст.49 Градостроительного кодекса Российской Федерации в редакции Федерального закона от 03.08.2018 г. № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» с 1 января 2019 года в предмет экспертизы проектной документации включается проверка достоверности определения сметной стоимости строительства объектов капитального строительства, финансируемого с привлечением средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, средств юридических лиц, созданных Российской Федерацией, субъектами Российской Федерации, муниципальными образованиями, юридических лиц, доля в уставных (складочных) капиталах которых Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований составляет более 50 % [1, 6].

В случае если получение разрешения для строительства или реконструкции объекта капитального строительства требуется, экспертизу проектной

документации не проводят (объекты индивидуального жилищного строительства, садовые дома и др., не являющиеся объектами массового пребывания граждан) [1].

Проведение государственной экспертизы является обязательным в случаях, установленных п. 9 Положения, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 05.03.2007 № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» [13].

Государственную экспертизу проектной документации и результатов инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой проектной документации, проводят в отношении следующих объектов капитального строительства:

- «объекты, строительство или реконструкцию которых предполагается осуществлять на территориях двух и более субъектов Российской Федерации (включая осуществляемую на территории одного субъекта Российской Федерации реконструкцию объектов, расположенных на территориях двух и более субъектов Российской Федерации), посольств, консульств и представительств Российской Федерации за рубежом;

- объекты, строительство или реконструкцию которых предполагается осуществлять в исключительной экономической зоне Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах и в территориальном море Российской Федерации;

- объекты обороны и безопасности, иные объекты, сведения о которых составляют государственную тайну (за исключением объектов обороны и безопасности, находящихся в ведении Минобороны России, Росгвардии, ФСБ России, ФСО России);

- объекты культурного наследия (памятники истории и культуры) федерального значения (в случае если при проведении работ по их сохранению

затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности таких объектов);

- объекты использования атомной энергии (в том числе ядерные установки, пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, пункты хранения радиоактивных отходов);

- гидротехнические сооружения первого и второго классов, устанавливаемые в соответствии с законодательством о безопасности гидротехнических сооружений;

- сооружения связи, являющиеся особо опасными, технически сложными в соответствии с законодательством Российской Федерации в области связи;

- линии электропередачи и иные объекты электросетевого хозяйства напряжением 330 киловольт и более;

- объекты космической инфраструктуры;

- объекты инфраструктуры воздушного транспорта (взлетно-посадочные полосы, рулежные дорожки, места стоянок воздушных судов и перроны аэродромов с искусственным покрытием с длиной взлетно-посадочной полосы 1300 метров и более, аэровокзалы (терминалы) пропускной способностью 100 пассажиров в час и более, региональные и районные диспетчерские центры единой системы организации воздушного движения, командно-диспетчерские и стартовые диспетчерские пункты высотой более трех этажей или площадью 1500 квадратных метров и более, за исключением командно-диспетчерских и стартовых диспетчерских пунктов модульного (контейнерного) типа, а также объекты инфраструктуры воздушного транспорта, в состав которых входят объекты, относящиеся к особо опасным, технически сложным объектам);

- объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования (тоннели длиной более 500 метров, мостовые переходы с опорами высотой от 50 до 100 метров, железнодорожные вокзалы расчетной вместимостью свыше 900 пассажиров, сортировочные горки с объемом переработки более 3500

вагонов в сутки, а также объекты инфраструктуры, в состав которых входят объекты, относящиеся к особо опасным, технически сложным объектам);

- метрополитены (за исключением объектов метрополитена, размещаемых на территории города Москвы);

- портовые гидротехнические сооружения, относящиеся к объектам инфраструктуры морского порта, за исключением объектов инфраструктуры морского порта, предназначенных для стоянок и обслуживания маломерных, спортивных парусных и прогулочных судов;

- тепловые электростанции мощностью 150 мегаватт и выше;

- подвесные канатные дороги;

- опасные производственные объекты, подлежащие регистрации в государственном реестре в соответствии с законодательством Российской Федерации о промышленной безопасности опасных производственных объектов:

- объекты I и II классов опасности, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества;

- объекты, на которых получают, транспортируются, используются расплавы черных и цветных металлов, сплавы на основе этих расплавов с применением оборудования, рассчитанного на максимальное количество расплава 500 килограммов и более;

- объекты, на которых ведутся горные работы (за исключением добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ), работы по обогащению полезных ископаемых;

- уникальные объекты – объекты капитального строительства, в проектной документации которых предусмотрена хотя бы одна из следующих характеристик: высота более чем 100 метров; пролеты более чем 100 метров; наличие консоли более чем 20 метров; заглубление подземной части (полностью или частично) ниже планировочной отметки земли более чем на 15 метров;

– объекты капитального строительства инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования и объекты капитального строительства инфраструктуры воздушного транспорта (в случае строительства данных объектов в рамках концессионного соглашения или иных соглашений, предусматривающих возникновение права собственности Российской Федерации на данные объекты);

– автомобильные дороги федерального значения;

– объекты, используемые для обезвреживания и (или) захоронения отходов I - V классов опасности;

– объекты, строительство или реконструкцию которых предполагается осуществлять на землях особо охраняемых природных территорий федерального значения;

– иные объекты капитального строительства, строительство (реконструкция, капитальный ремонт) которых финансируется с привлечением средств федерального бюджета, средств юридических лиц, созданных Российской Федерацией, и юридических лиц, доля Российской Федерации в уставном (складочном) капитале которых составляет более 50 % (за исключением объектов, государственная экспертиза в отношении которых отнесена указами Президента Российской Федерации к полномочиям федеральных органов исполнительной власти, а также объектов, государственная экспертиза в отношении которых отнесена, в соответствии с абз.7пп. «б» п.2 постановления Правительства Российской Федерации от 05.03.2007 г. № 145, к полномочиям органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации)» [1, 13].

Проведение негосударственной экспертизы возможно при одновременном выполнении следующих условий.

1. Проведение государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий или негосударственной экспертизы является обязательным.

2. Проектная документация и инженерные изыскания выполнены в целях

строительства, реконструкции или капитального ремонта объектов капитального строительства, которые не указаны в ч. 3.4 ст. 49 Градостроительного кодекса Российской Федерации.

3. Застройщиком или техническим заказчиком принято решение о проведении негосударственной экспертизы [1].

Заявитель имеет право направлять проектную документацию и результаты инженерных изысканий на негосударственную экспертизу, если это не является обязательным согласно ч. 2, 3 и 3.1 ст. 49 Градостроительного Кодекса Российской Федерации [1].

На проведение негосударственной экспертизы проектной документации и (или) негосударственной экспертизы результатов инженерных изысканий уполномочены организации, имеющие аккредитацию на ее проведение. Данные организации не имеют право проводить негосударственную экспертизу проектной документации и (или) негосударственную экспертизу результатов инженерных изысканий, если данная документация и инженерные изыскания были выполнены указанными лицами. В противном случае у организации аннулируют аккредитацию на право проведения негосударственной экспертизы проектной документации и (или) негосударственной экспертизы результатов инженерных изысканий [1].

Проектная документация и результаты инженерных изысканий могут быть не приняты организацией, осуществляющей экспертизу.

1. Отсутствие в составе проектной документации разделов, предусмотренных Градостроительным кодексом РФ.

2. Подготовка проектной документации лицом, которое не соответствует требованиям, указанным в Градостроительном кодексе РФ.

3. Отсутствие результатов инженерных изысканий, указанных в Градостроительном кодексе РФ, или отсутствие положительного заключения экспертизы результатов инженерных изысканий (в случае, если результаты инженерных изысканий были направлены на экспертизу до направления

на экспертизу проектной документации).

4. Несоответствие результатов инженерных изысканий составу и форме, установленным в Градостроительном кодексе РФ.

5. Выполнение инженерных изысканий, результаты которых направлены на экспертизу, лицом, которое не соответствует требованиям, указанным в кодексе.

6. Направление на экспертизу не всех документов, предусмотренных Правительством РФ [1].

Экспертиза проводится на основании договора, заключаемого между заявителем и экспертной организацией в соответствии с Гражданским кодексом Российской Федерации.

Договор определяет порядок представления документов, порядок устранения замечаний в представленных документах, срок проведения негосударственной экспертизы и размер платы за ее проведение. Изменение срока проведения негосударственной экспертизы возможно в случае согласия обеих сторон договора.

Результатом экспертизы является заключение, содержащее выводы о соответствии (положительное заключение) или несоответствии (отрицательное заключение):

– проектной документации результатам инженерных изысканий, получившим положительное заключение экспертизы, требованиям технических регламентов, в том числе санитарно-эпидемиологическим, экологическим требованиям, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, требованиям пожарной, промышленной, ядерной, радиационной и иной безопасности;

– результатов инженерных изысканий требованиям технических регламентов – в случае, если осуществлялась экспертиза результатов инженерных изысканий [1].

Договор определяет порядок оперативного внесения изменений в проектную документацию, выявленных при проведении экспертизы.

Организация, проводящая экспертизу, имеет право «истребовать от органов государственной власти, органов местного самоуправления и организаций сведения и документы, необходимые для проведения экспертизы. Органы государственной власти, органы местного самоуправления и организации в срок не позднее 10 дней с даты поступления письменного обращения организации по проведению экспертизы о предоставлении ей сведений и документов, необходимых для проведения экспертизы, направляют этой организации запрашиваемые сведения и документы либо письменно уведомляют о невозможности их представления с указанием причин. Кроме этого, они могут привлекать на договорной основе к проведению экспертизы иные государственные и (или) негосударственные организации, а также специалистов» [1].

Подготовка и подпись заключения экспертизы возможна только лицами, аттестованными на право подготовки заключений экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий и участвовавшими в проведении экспертизы [1]. Список данных лиц утверждается руководителем экспертной организации или уполномоченным им лицом. Эксперт имеет право проведения экспертизы и подготовки заключения только тех разделов проектной документации, которые соответствуют направлению деятельности этого эксперта, указанному в квалификационном аттестате.

Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации устанавливают требования к составу, содержанию и порядку оформления заключения экспертизы.

Заключение экспертизы выдается наруки заявителю, отправляется заказным письмом или в электронном виде. Положительное заключение выдается в четырех экземплярах.

В договоре оговариваются сроки и порядок возврата заявителю проектной документации, копии задания на проектирование, результаты инженерных изысканий и копии задания на выполнение инженерных изысканий [1].

Получение дубликата заключения экспертизы в случае его утраты заявителем возможно бесплатно в течение десяти дней со дня получения организацией, проводившей экспертизу, письменного обращения.

1.3 Основные изменения законодательства в сфере экспертизы проектной документации

С 1 января 2018 года вступили в силу изменения, касающиеся процедуры прохождения аттестации на право подготовки заключений экспертизы проектной документации и (или) инженерных изысканий. С этого момента эксперты обязаны повышать квалификацию по профилю не реже 1 раза в 3 года (ранее – 1 раз в 5 лет) [9]. Кроме этого усложнилась сама процедура аттестации: увеличилось количество правильных вариантов ответов в вопросах, сократилось время проведения экзамена, увеличили процент правильных ответов для получения аттестата [9]. Для экспертов, желающих получить квалификационный аттестат или продлить срок имеющегося квалификационного аттестата на право подготовки заключений экспертизы проектной документации по строительству особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов, в отношении которых государственная экспертиза проводится федеральными органами исполнительной власти и организациями, уполномоченными на ее проведение, объектов, финансирование которых осуществляется за счет средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, установлена двухэтапная процедура экзамена [9].

Таким образом государство пытается решить проблему низкой квалификации кадров, а также расширения области знаний специалистов узких профилей. По некоторым оценкам, в первое время только 30-40 % нынешних экспертов смогут пройти переаттестацию.

В течение 2018 года было принято значительное количество нормативных правовых актов, которые вносят существенные изменения в градостроительную и экспертную деятельность. По итогам года подписано 8 Федеральных законов,

принято 5 постановлений Правительства и вступили в силу 14 приказов на уровне Минстроя России. Около 60 проектов нормативно-правовых актов находятся в стадии разработки, согласования и подготовки к принятию.

3 августа 2018 года Президентом России В.В. Путиным был подписан большой пакет федеральных законов, среди которых нужно отметить те, что касаются сферы строительства, а именно: Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 312-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части уточнения объектов инфраструктуры воздушного и железнодорожного транспорта, объектов инфраструктуры морских портов, относящихся к особо опасным, технически сложным объектам»; Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 330-ФЗ «О внесении изменения в статью 5.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации»; Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 340-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации»; Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 341-ФЗ «О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части упрощения размещения линейных объектов»; Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Так, № 342-ФЗ от 3 августа 2018 г. вносит уточнения в определение «капитального строения» и вводит новое понятие – «некапитальное строение» [6]. Кроме этого, изменения определяют объем проектной документации, но не ограничивают ее по составу и содержанию, позволяя тем самым Правительству самостоятельно устанавливать данную информацию и дифференцировать в зависимости от различных характеристик объекта (вид, назначение) и условий проекта (содержание работ, этапы строительства, источники финансирования).

Документ отменяет необходимость создания ПД для проведения капремонта объектов капитального строительства (исключение составляют проекты,

финансируемые за счет бюджетных средств), а также обязательность проведения экспертизы ПД, созданной для капремонта дорог общего пользования.

Федеральный закон № 342-ФЗ изменяет предмет экспертизы ПД, исключает положения о модифицированной документации, устанавливает порядок признания ПД экономически эффективной [6].

Для признания ПД экономически эффективной проектной документацией повторного использования одновременно должны выполняться несколько условий.

1. «Соответствие проектной документации установленным Правительством Российской Федерации критериям экономической эффективности проектной документации, подтвержденное положительным заключением государственной экспертизы проектной документации.

2. Возможность использования проектной документации при подготовке проектной документации для строительства объекта капитального строительства, аналогичного по назначению, проектной мощности, природным и иным условиям территории, на которой планируется осуществлять строительство.

3. Наличие у Российской Федерации, субъекта Российской Федерации или муниципального образования исключительного права на проектную документацию» [1].

В октябре 2018 года был подписан Приказ Минстроя России от 16.10.2018 № 662/пр «Об утверждении критериев, на основании которых устанавливается аналогичность проектируемого объекта капитального строительства и объекта капитального строительства, применительно к которому подготовлена проектная документация, в отношении которой принято решение о признании проектной документации экономически эффективной проектной документацией повторного использования», который определяет критерии идентичности объектов капитального строительства для целей определения допустимости использования проектной документации повторного использования [16].

1. «Назначение проектируемого объекта капитального строительства (далее – проектируемый объект) соответствует назначению объекта капитального строительства, применительно к которому подготовлена проектная документация, в отношении которой принято решение о признании проектной документации экономически эффективной проектной документацией повторного использования (далее – объект капитального строительства).

2. Мощность проектируемого объекта соответствует мощности объекта капитального строительства (допустимое отклонение значения составляет не более 10 %).

3. Площадь и (или) протяженность проектируемого объекта соответствует площади и (или) протяженности объекта капитального строительства (допустимое отклонение значения составляет не более 10 %).

При проведении экспертизы проектной документации, подготовленной с использованием экономически эффективной проектной документации повторного использования, оценка разделов проектной документации, в которые не вносились изменения, на предмет соответствия этих разделов требованиям технических регламентов не проводится» [1].

Кроме этого, было сделано несколько важных шагов для трансформации деятельности экспертных организаций. Так, с 1 января 2017 года проектная документация и (или) результаты инженерных изысканий, а также иные документы, необходимые для проведения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий, представляются в Главгосэкспертизу России, а также в уполномоченные на проведение такой государственной экспертизы органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации или подведомственные этим органам государственные учреждения только в электронной форме, за исключением случаев, когда проектная документация и (или) результаты инженерных изысканий содержат сведения, доступ к которым ограничен в соответствии с законодательством Российской Федерации [13].

С 1 октября 2017 года материалы на бумажном носителе представляются в Учреждение только в случае, если проектная документация и (или) результаты инженерных изысканий содержат сведения, составляющие государственную тайну или коммерческую тайну.

С 1 января 2018 года представление документации на бумажном носителе возможно в случае, если проектная документация и (или) результаты инженерных изысканий содержат сведения, составляющие государственную тайну.

Ровно через год после перехода на проведение экспертизы в электронном виде Главгосэкспертиза России запустила в эксплуатацию обновленные сервисы интерактивного взаимодействия с заявителями, предоставляющими проектно-сметную документацию на государственную экспертизу. В ходе работ по обновлению сервисов были расширены функциональные возможности работы в личном кабинете. В частности, обновление сервисов позволяет получать предварительную информацию о месте проведения экспертизы и, с помощью калькулятора расчета платы, о ее примерной стоимости. Также можно отслеживать текущий статус проекта. Процесс загрузки сервис стал удобнее благодаря оптимизированной структуре кабинета.

Заявление на оказание услуги и опись представленной документации формируются в системе автоматически: это позволило пользователям экономить время и снизить вероятность ошибок. Также в личном кабинете добавлена возможность вести переписку с Главгосэкспертизой России в рамках текущего проекта. Был модернизирован и интерфейс кабинета.

В 2016 году в Градостроительный кодекс Российской Федерации включены положения, устанавливающие, что заключения экспертизы проектной документации и (или) результаты инженерных изысканий, а также документы, представленные на экспертизу, подлежат включению в единую информационную систему – Единый государственный реестр заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства (далее – ЕГРЗ). Для создания государственной информационной системы ЕГРЗ (далее – ГИС ЕГРЗ)

Учреждением Главгосэкспертизы России в 2017 году проведена большая работа, включающая обследование экспертных организаций для определения количества пользователей и объемов информации, предназначенной для хранения в системе, выполнено проектирование системы, получено согласование ФСБ России и ФСТЭК России в части информационной безопасности, разработаны подсистемы ЕГРЗ, выполнены пусконаладочные работы по развертыванию инфраструктуры системы и настройке средств защиты информации. В 2018 года Учреждение перешло к началу работы экспертных организаций с ЕГРЗ.

Выводы по первому разделу

В современном мире инвестиционно-строительная отрасль является одной из ведущих областей народного хозяйства. Это обусловлено тем, что объекты строительства удовлетворяют первоочередные и насущные потребности населения, а вложения в создание и реконструкцию объектов являются, как правило, самыми прибыльными и эффективными.

Развитие рынка строительства неуклонно ведет к непрерывной работе экспертных организаций, а создание технически сложных и уникальных объектов только усложняет процедуру проверки проектной документации.

С начала 2017 года началась глобальная трансформация деятельности экспертных организаций. Изменения в законодательстве, создание различных информационных систем, совершенствование деятельности экспертизы – все это не только создаст комфортные условия получения услуг для граждан (в т.ч. сократит срок получения результатов), но и позволит комплексно управлять процессами, как на уровне регионов, так и всей страны.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (BIM)

2.1 Понятие и основы BIM

Конец 20 – начало 21 вв. ознаменовался активным развитием информационных технологий, которые проникли, в том числе, в строительную отрасль. Именно в этот момент появился новый подход к проектированию объектов, который состоял в разработке электронной модели, содержащей всю информацию об объекте. Это стало естественной реакцией человека на кардинально изменившуюся информационную насыщенность окружающей нас жизни [30].

Инновационный подход в проектировании играет важную роль в строительстве. Повсеместное использование инновационного программного обеспечения, автоматизированных систем и средств расчета высокой эффективности значительно увеличили технологические возможности организаций, которые занимаются проектированием. В настоящее время применение информационных технологий является обязательной частью успешной реализации проекта. На данный момент для решения данной задачи проектными организациями используются автоматизированные системы, которые основаны на технологии информационного моделирования, или, иными словами, Building Information Modeling (BIM).

Внесение специалистами корректировок в проект, когда процесс проектирования находится на завершающей стадии или даже завершен, – является трудоемкой работой. Однако если эти изменения вынужденные, то стоимость данной работы резко увеличивается по мере завершения проектирования и возведения здания.

Данный факт показан на рисунке 5



Рисунок 5 – Эффективность усилий по проектированию здания в зависимости от стадии работы

Линия 3 описывает желаемый процесс проектирования, при котором стоимость внесения изменений в проект невысока, а получаемый эффект очень важен.

Поэтому стремление приблизить процесс проектирования к линии 3 и стало причиной появления технологии BIM. Таким образом, использование BIM является стратегической задачей, играющей большую роль для отрасли в целом, а ее своевременная реализация – современной необходимостью.

В настоящее время часто используемая аббревиатура BIM (Building Information Modeling) по-разному понимается участниками строительного процесса.

Для одних BIM – 3D-модель здания, для других – это вид программного обеспечения. Некоторые думают, что BIM – совокупность графической и цифровой информации о здании в виде базы данных.

BIM-технология – новый подход к таким стадиям жизненного цикла, как: проектирование, строительство и эксплуатация. Одним словом «BIM–вся имеющая числовое описание и нужным образом организованная информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса» [30]. Важным элементом BIM-

технологии является база данных, в которой содержится вся информация о здании: техническая, экологическая, правовая и др. характеристики. Используя точную проработку модели, можно с легкостью проводить комплексные расчеты всего здания и отдельных элементов, анализы и другие действия, которые раньше приходилось делать по отдельности. Например, расчет энергопотребления и энергоэффективности здания [52].

Таким образом, применение технологии BIM позволяет облегчить работу на всех этапах жизненного цикла здания, а ее результаты использовать для доработки проекта, повышая его качество [52].

Результатом информационного моделирования является цифровая модель, которая содержит всю информацию об объекте. С ее помощью есть возможность визуализировать все системы, при этом рассмотрев несколько вариантов их использования при различных условиях. Более того, BIM-технологии позволяют производить проектирование систем в соответствии с установленными стандартами, анализировать характеристики зданий, производить расчет тепловой нагрузки, энергии и др., что значительно облегчает работу [52].

Технология BIM – такая платформа, с помощью которой можно соединить разные программные обеспечения. Благодаря этому снижаются затраты на моделирование, а сам объект можно детально рассмотреть при помощи визуализации.

Технологии информационного моделирования используют все субъекты строительства: заказчики, проектировщики, строители, подрядные и субподрядные организации, управляющие компании и др.

Создание компьютерной модели на ранней стадии позволяет организовать совместную работу, когда привлекаются к объекту все участники, при этом минимизируется стоимость на корректировку, а эффективность работы повышается. Совместная работа над объектом проектирования приводит к значительной экономии ресурсов: как временных, так и материальных и энергетических. При решении главного вопроса – сокращения необходимости

ресурсов на протяжении всех стадий строительства, решаются и другие вопросы: организации совместного архитектурно-строительного и организационно-технологического проектирования [52].

В 1986 году англичанин Роберт Эйш сформулировал ряд принципов, относительно BIM:

- «трехмерное моделирование;
- автоматическое получение чертежей;
- интеллектуальная параметризация объектов;
- наборы проектных данных, соответствующие объектам;
- распределение процесса строительства по временным этапам» [30].

Таким образом, благодаря развитию технологий, BIM переходит на новую ступень, что позволяет специалистам успешно внедрять ее в строительстве.

Термин «Building Information Modeling» стали использовать не так давно, хотя сам принцип цифрового моделирования с использованием всех данных об объекте появился значительно раньше.

Еще в 1975 году в журнале Американского Института Архитекторов профессор Технологического института Чак Истман выдвинул понятие «Building Description System» (Система описания здания). Позднее, в начале следующего десятилетия, данная технология продолжила развитие, причем в США использовали понятие «Building Product Model», а в Европе – «Product Information Model». Возможно, именно объединение этих терминов и привело к появлению понятия «Building Information Model». И только с 2002 года термин «BIM» стали употреблять разработчики программного обеспечения.

Дальнейшему распространению и употреблению аббревиатуры BIM способствовала деятельность компании Autodesk.

«Определение понятия «BIM-проект» содержится в Своде правил «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» и трактуется как: «проект здания или сооружения, реализуемый с применением

технологий информационного моделирования». Данные технологии содержат всю информацию о здании или сооружении, работах, проводимых на протяжении всех этапов жизненного цикла. Техничко-экономические показатели в совокупности с данной информацией и иными характеристиками образуют информационную модель. Особенностью информационной модели является автоматическое изменение всех ее параметров при изменении одного параметра. При этом работать с информационной моделью могут одновременно специалисты различной направленностей и специализации.

Первые программы для моделирования были созданы в 1960-е годы, позже они были разделены на две группы. Программы конструктивной стереометрии включали в себя элементарные формы (в том числе пустоты), которые накладывались друг на друга. Программы представления в границах между пустотами и «твердыми телами» проводили определенную границу. Таким образом зародилось использование технологии CAD» [54].

«В настоящее время существует несколько программ для BIM-проектов, причем различные специалисты используют разные программы. Например, Renga, Revit, ArchiCAD и Allplan. Каждый программный продукт имеет свои плюсы и минусы: ArchiCAD может использоваться в проектном бюро, при выполнении любых работ, он – трудозатратен; Revit хоть и отражает всю модель, но в нем отсутствует удобный 2D-редактор; Allplan удобен инженерам-конструкторам, но не популярен среди архитекторов; Renga – достаточно новая российская программа (разработка ведется с 2014 г.), которая постепенно совершенствуется и вскоре сможет составить конкуренцию известным мировым программным комплексам» [54].

Технологии информационного моделирования и системы автоматизированного проектирования (далее – САПР) – это абсолютно разные подходы к проектированию. САПР включает в себя двухмерную графику, состоящую из линий, текстов, шриховки. В этом случае чертежи проекта создаются отдельно друг от друга, поэтому все корректировки приходится

вносить вручную, на каждом рисунке.

Приложения, использующие технологии информационного моделирования, созданы для иллюстрации возведения реальных объектов. В отличие от САПР создается виртуальная модель здания, состоящая из образцов настоящих элементов: стен, дверей, окон и др. Благодаря этому появляется возможность провести анализ всей модели в совокупности. Поскольку вся информация об объекте находится в базе данных, то корректировки автоматически вносятся во все чертежи, связанные с данной моделью. Использование технологий информационного моделирования позволяет значительно улучшить производительность, а также эффективней организовать процесс проектирования.

Работа с BIM взамен САПР приносит большие выгоды уже при проектировании, что в дальнейшем позволяет почувствовать преимущества и на стадиях возведения и эксплуатации здания.

Технологии информационного моделирования дают возможность специалистам систем отопления, вентиляции, кондиционирования, электричества и др. представить проект еще до начала строительства. Процесс создания проекта и проведения расчетов с помощью информационной модели проходит быстрее и позволяет с большей эффективностью создавать нестандартные инженерные системы [52]. На данном этапе можно заранее обозначить ту часть модели, которая является сложной, и требует особого внимания проектировщиков. Результаты использования технологий информационного моделирования позволяют подрядчикам получать информацию о сметной стоимости проекта, моделировать строительный процесс с учетом времени, находить ошибки, производить обмен данными с другими субъектами строительства. Кроме того, они позволяют экономить материальные ресурсы, повышать эффективность работы и сокращать издержки.

Пользователи технологий информационного моделирования могут проследить все этапы создания проекта: от идеи до окончания проектирования; проконтролировать строительство, узнать актуальные данные при эксплуатации и

даже выводе объекта из эксплуатации.

Применение BIM формирует единое пространство как для архитекторов и проектировщиков, так и для других специалистов, которые используют данные об объекте: владельцы, арендаторы, юристы и др. Данные включают в себя привязку к местности, список используемых материальных ресурсов, экологические характеристики материалов, оценку энергоэффективности.

Технологии информационного моделирования включают в себя множество параметров, объединяющих внешние данные и объемную модель сооружения. Это позволяет автоматически корректировать информацию о проекте при изменении как-либо характеристик. На данных информационной модели строится рабочая документация проекта. Все составляющие этой модели имеют между собой зависимости. Поэтому изменения в модели приводят к изменению в документации. Особенность технологий информационного моделирования состоит в том, что они позволяют рассмотреть модель с любого ракурса и в любом разрезе. Это упрощает работу инженеров, поскольку появляется возможность скорректировать модель в любом месте. Данные синхронизируются, модель обновляется.

Данная система содержит информацию об объектах. Так, например, в ней хранятся параметры окна, информация о том, что оно находится в стене и для него необходим проем. Поэтому при перемещении окна на стену проем появляется самостоятельно. Аналогично происходит и при удалении окна [52].

«Спецификации создаются на основе конкретного проекта и управляются нажатием кнопки. Стальные арматурные сетки, элементы конструкции, в т.ч. нестандартные, выдаются графически.

Стандартизация BIM логически следовала пути стандартизации для Product Information Models в STEP. В 1994 году пилотная AEC-команда в Autodesk начала развивать стандартную библиотеку моделей элементов как основу для взаимодействия между AEC-дополнениями к AutoCAD». «Данная работа достигла успеха, что побудило к созданию Индустриального альянса по взаимодействию

(IndustryAlliance for Interoperability, IAI), состоящего из 12 крупнейших в индустрии компаний. Он создал исходные форматы данных с открытой спецификацией (Industry Foundation Classes, далее – IFC), которые были представлены в 1995 году на конференции AECSystems в Атланте как «общий язык для взаимодействия в строительной индустрии». «Все 12 компаний представили прототипы программных приложений, взаимодействующих на основе общей модели здания. Стандарт IFC для BIM такой большой, что ни одна отдельная программа не будет реализовывать полную схему, отличную от модели сервера. Таким образом, IFC может рассматриваться как комплект (framework) для нескольких сценариев обмена данными.

Американский национальный комитет по стандарту BIM (NBIMS) в Национальном институте строительных наук (NIBS) выполнил адаптацию данного процесса для разработки национального стандарта BIM. На данный момент технология BIM активно продвигается и на уровне международных институтов стандартизации» [53].

2.2 Анализ применения технологий информационного моделирования на мировом уровне

Высокий интерес во всем мире к созданию программного продукта в сферетехнологий информационного моделирования объясняется внедрением BIM в строительную сферу, зачастую по инициативе и при поддержке на государственном уровне. Высокая активность использования BIM наблюдаются в Северной Америке, Юго-Восточной Азии. В Великобритании, Финляндии, Нидерландах и других европейских странах с 2016 года работы с BIM является обязательной при выполнении государственных заказов. Наряду с Россией появился интерес к технологиям информационного моделирования у бывших советских республик: Белоруссии и Казахстана. Это происходит, в основном, в крупных компаниях и компаниях с государственным участием» [54].

Использование BIM технологий в строительстве в общемировой тенденции объясняется значительными преимуществами, такими как экономические выгоды на различных этапах строительства и сокращение срока реализации проекта. Эти выгоды приобретаются на различных этапах реализации проекта и различных уровнях (на уровне отдельного предприятия, отрасли и государства в целом).

Особого внимания заслуживает успешный опыт внедрения BIM в Великобритании, когда началась реформа в сторону цифрового и информационного моделирования. В Великобритании заговорили о новом подходе к архитектурно-строительному проектированию в 2011 году, когда произошел разрыв между потребностью в строительстве новых объектов к проведению Олимпиады-2012 и реальными финансовыми возможностями. Тогда правительство осознало, что средства и ресурсы строительной организации расходуются неэффективно, что заставило провести анализ и выявить основные проблемы данной индустрии.

Исследования показали, что денежные средства расходуются неравномерно в течение всего жизненного цикла и большая часть расходов (около 80 %) тратится на обслуживание здания. Данные расходы в первую очередь несет государство, в результате чего оно решило стать более эффективным и снизить затраты строительства.

В данной ситуации было решено обратить внимание на новую технологию BIM, которая, по словам немногочисленных экспертов, сэкономила денежные средства в строительстве. Вариантов, обещающих быть более успешными, у правительства Великобритании не было, поэтому решили провести внедрение информационного моделирования на нескольких пилотных проектах. Пилотный проект – это пробный, экспериментальный проект, реализуемый для изучения положительных и отрицательных сторон какого-то замысла в целях дальнейшего принятия решения о целесообразности широкого внедрения этого замысла в практику. В качестве экспериментальных проектов были выбраны

государственные объекты (школы, тюрьмы), эффективность которых отлеживалась по всему периоду проектирования и строительства.

Результаты внедрения показали, что школы, построенные при помощи BIM, оказались на 30 % дешевле. Именно эту цифру берут в дальнейших исследованиях многие эксперты как доказательство экономии при строительстве с использованием технологий информационного моделирования. Тем не менее, следует относиться к данной цифре достаточно критично и завышено. Эта цифра была получена благодаря тому, что типовой характер школы позволял сравнить результаты проектирования и строительства при помощи BIM и при его отсутствии. Однако на практике в строительной отрасли не существует два идентичных проекта, которые могут быть расположены в одном и том же месте. Специфика местности, рельефа, геодезические особенности и т.д. будут откладывать отпечаток на стоимость строительства объекта. Несмотря на это, результаты внедрения информационного моделирования при проектировании школ можно считать весьма успешными.

Пилотный проект тюрьмы изначально рассматривался не как строительство нового объекта, а как реконструкция уже имеющегося здания после 150 лет существования. В данном случае экономия средств была получена благодаря правильному управленческому решению. На стадии проектирования при помощи технологий информационного моделирования выяснилось, что реконструкция существующей тюрьмы обойдется гораздо дороже, чем строительство новой. Правительством Великобритании было решено продать старое здание для коммерческого использования и построить тюрьму на новом месте. По оценкам за счет дополнительных средств от продажи старой тюрьмы годовая экономия равнялась 20 миллионам фунтов стерлингов, что было высоко оценено государством.

Пилотные проекты доказали целесообразность внедрения BIM за счет экономии средств и рациональных управленческих решений. Они послужили толчком к новому этапу в проектировании и строительстве Великобритании.

Рассматривая результаты проделанной работы, следует отметить основные, которые являются наиболее важными для анализа международного внедрения информационного моделирования.

Во-первых, благодаря пилотным проектам, а в дальнейшем и более серьезным объектам к Олимпиаде-2012, был получен колоссальный практический опыт внедрения, функционирования и оценки технологий BIM. Данный опыт впоследствии позволил другим странам решиться на переход к новому способу проектирования. Во-вторых, правительство Великобритании не побоялось принимать конкретные и ответственные решения, в результате которых ошибки были выявлены оперативно и исправлены. В-третьих, в результате реализации BIM-проектов была сформирована интеллектуальная группа UKBIM Task Group, которая до сих занимается проработкой всех основных вопросов по переходу на информационное моделирование. К началу 2013 года на работу данной группы было потрачено около 4 миллионов фунтов стерлинга, что значительно меньше полученной от использования BIM экономии. Таким образом, решается вопрос, откуда брать денежные средства на внедрение информационных технологий, когда в государстве их нет, или оно находится в кризисной ситуации. И в-четвертых, благодаря успешному внедрению пилотных проектов в Великобритании появилось несколько сотен проектно-строительных компаний, готовых к внедрению и освоению новых технологий.

Немаловажную роль в становлении и возможности оценить экономический эффект от внедрения новых технологий играют BIM-стандарты. Работа над ними, и в особенности над основополагающим документом BS-1192:2007, началась в начале 1990-х годов, когда разговора об информационном моделировании практически не было. Правительство Великобритании в этой сфере добилось немалых успехов, понимая общую тенденцию развития строительной индустрии. В настоящее время официально опубликовано достаточное количество документов, позволяющих информационным технологиям качественно функционировать в строительной отрасли данной страны. К данным стандартам

относят: PAS-1192-2:2013 (общедоступная спецификация, основной документ британского BIM-комплекта), PAS-1192-3:2014 (стандарты на стадии эксплуатации объекта), PAS-1192-5:2015 (методы контроля и технической безопасности BIM-проектов), Government Soft Landings (электронный ресурс госзаказов) и др.

Однако не только Великобритания показала положительные результаты внедрения технологий информационного моделирования. Государство Сингапур можно считать одним из лидеров применения BIM не только в Юго-Восточной Азии, но и во всем мире. Достижение таких результатов стало возможным благодаря хорошо продуманной и финансово поддержанной государственной политике по внедрению технологий информационного моделирования.

Министерство строительства Сингапура в лице организации Building and Construction Authority (далее –BCA) не только управляет строительной индустрией, но и реализует идеи и подходы в освоении новых технологий, в том числе и BIM. Данная организация занялась разработкой дорожной карты по внедрению BIM, которая, в отличие от России, не являлась основополагающим и первостепенным документом для перехода на информационное моделирование. Первым официальным документом по внедрению BIM являлся Singapore BIM Guide, который использовался с доработками в 2010-2012 годах, а в 2013 году был заменен на действующий в настоящее время документ Singapore BIM Guide Version 2.

В дополнение к дорожной карте в Сингапуре были разработаны и опубликованы методические материалы и рекомендации, которые могут послужить хорошим пособием для тех, кто хочет осуществить переход на информационное моделирование. Основной целью перехода на информационное моделирование стало повышение к 2020 году эффективности строительной отрасли на 25 % и достижение к 2015 году 80 % уровня применения BIM в данной области. Следует также отметить, что важным толчком к применению нового архитектурно-строительного подхода стало решение о необходимости сократить

число низкоквалифицированных рабочих на стройплощадках и увеличить скорость осуществления проектной экспертизы. На данный момент согласно законодательству Сингапура, все проекты площадью свыше 5000 квадратных метров поступают на экспертизу с разрешением на строительство исключительно в виде BIM-модели.

За исключением нормативно-правовой базы для информационного моделирования, несомненной заслугой организации ВСА является создание государственного интернет-ресурса под названием «BIM-справочник по Сингапуру». Данный сайт регулярно пополняется свежей нормативно-правовой информацией по BIM, отечественной и зарубежной практикой внедрения, а также лучшими проектами, выполненными в трехмерной модели, и полным руководством по использованию BIM-программ производства Autodesk, Bentley, Graphisoft, MagiCAD и Tekla, наиболее популярных в Сингапуре. Кроме того, в BIM-справочник включены библиотечные элементы и шаблоны файлов для выполнения проекта в BIM с последующим представлением на электронную экспертизу, что значительно ускоряет процесс проектирования и проверки проектов.

Немаловажную роль в укреплении позиций информационного моделирования в строительной отрасли сыграл «Фонд строительной продуктивности и способности», созданный ВСА в 2010 году. Целью данного учреждения являлась поддержка перехода проектных организаций на BIM технологии. Таким образом, любая организация, которая решила внедрить у себя информационное моделирование, может обратиться в данный фонд и рассчитывать на компенсацию в размере до 50 % расходов на закупку компьютеров и программ, обучение персонала и консультационные услуги. Создание строительного фонда показало высокую эффективность и оказало влияние на стимулирование желания у строительных компаний на переход на BIM. В результате этой программы в 2010 году было выделено около 6 миллионов долларов, а в 2015 году для поддержания внедрения информационного моделирования размер

фонда увеличился до 450 миллионов сингапурских долларов за счет государственного бюджета.

Опыт Сингапура показал, что внедрение информационного моделирования в целое государство потребует одновременного выполнения следующих условий: отработанной нормативно-правовой базы и методологии информационного моделирования, наличие доступных и эффективных BIM-программ, наличие четких представлений и требований к информационной модели, поднятие проектно-строительной культуры в стране и государственную поддержку программ внедрения за счет бюджетных средств.

Исследование международной деятельности в сторону информационного моделирования в строительной отрасли показало, что для перехода на BIM в условиях ограниченного финансирования и технической сложности потребуются решить комплекс уникальных задач. Государствам и организациям, которые планируют введение нового архитектурно-строительного подхода, следует помнить, что успешное внедрение BIM требует постановки конкретных задач на каждом уровне управления и комплексного подхода.

Внедрение технологий информационного моделирования в таких странах как Великобритания и Сингапур потребовало разработку новых процессов и стандартов, которые должны быть тщательно спланированы и практически проверены для оценки их эффективности. Таким образом, оценка экономических и других эффектов внедрения BIM требует ясного понимания функционирования данных технологий и наличие регулирующих нормативно-правовых документов не только в рамках конкретного предприятия, но и государства в целом.

2.3 Внедрение информационных технологий в сфере строительства в России

В начале 21 века информационные технологии BIM появились в России благодаря компании – крупнейшему разработчику программного обеспечения – Autodesk, которая в 2008 году провела в Москве первый Revit User Day – конференцию пользователей решений Autodesk для архитектуры и

строительства(впоследствии конференция стала носить ежегодный характер).

На данном мероприятии студенты НГАСУ (Сибстрин) на эскизном уровне представили сложную информационную модель главного комплекса зданий Новосибирского государственного университета (12 основных объектов, соединенные переходами), которая была создана с использованием информационных технологий в Revit Architecture. Планировалась реализация данного проекта: проектирование и управление строительством вести при помощи BIM, но экономический кризис заставил отложить задуманное.

Дальнейший этап развития BIM в России характеризуется отдельными обсуждениями на форумах и на различных строительных мероприятиях сторонников и противников новых технологий. Лишь в 2013 году среди энтузиастов появляется так называемая «Рабочая группаBIM», которая ставила перед собой цель официального признания и документального оформления такого направления как информационное моделирование. Благодаря поддержке председателя Московского отделения Международной Академии Архитектуры (МААМ) внедрение BIM в России стало набирать обороты.

К концу 2013 года «Рабочая группаBIM» учреждает Некоммерческое партнерство «Интеллектуальное строительство» («buildingSMART Rus»), которое объединяет сторонников внедрения BIM в коллектив с административными и финансовыми ресурсами. Основной задачей ставилась разработка документов (планов, методик, рекомендаций) для внедрения информационных технологий.

Внедрение BIM в России на правительственном уровне началось с решений, принятых 4 марта 2014 года на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию.

По итогам выполнения указанных ниже задач, 29 декабря 2014 года был подписан Приказ Минстроя РФ № 926/пр «Об утверждении плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства», который кроме самого плана внедрения технологий информационного моделирования содержал указ о

создании рабочей группы при Минстрое для решения поставленных целей [17].

Таблица 1– Решения Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию от 4 марта 2014 года

| Решение | Срок исполнения |
|--|-----------------------|
| «... подготовить стратегию инновационного развития строительной отрасли» [26] | 18 декабря 2014 года |
| «... разработать и утвердить план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства, включающий предоставление возможности проведения экспертизы проектной документации, подготовленной с использованием таких технологий» [26] | 10 сентября 2014 года |

Данный документ предусматривал к концу 2015 года получение результатов экспертизы «пилотных» проектов, созданной с применением технологий информационной моделирования, а также анализ нормативно-правовой документации, требующей внесения изменений или разработки. В течение 2016 года планировалось создание нормативно-правовой и технической документации, разработка образовательных актов. Кроме этого, документ предусматривал подготовку специалистов по использованию технологий и экспертов.

Таким образом, план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в строительство распространялся только на процесс проектирования объекта, не затрагивая при этом другие важные этапы «жизненного цикла» здания, такие как строительство, эксплуатация и снос.

По итогам заседания Государственного совета 17 марта 2016 года Владимир Путин утвердил перечень поручений в сфере строительства, в частности, до 1 сентября 2016 года «разработать и утвердить план мероприятий по внедрению технологий информационного моделирования в сфере строительства».

В апреле 2017 года произошло значимое событие для российской нормативно-правовой базы в области BIM – подписана «дорожная карта» по внедрению технологий информационного моделирования (BIM) на всех этапах «жизненного

цикла» объекта капитального строительства. Во исполнение поручений Президента 11 апреля 2017 года вице-премьер Правительства Дмитрий Козак подписал «План мероприятий по внедрению оценки экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах «жизненного цикла» объекта капитального строительства». Данный документ предусматривает мероприятия на период 2017–2020 гг. по внедрению новой стадии для реализации государственных проектов – обоснование инвестиций (ОБИН), а также внедрение информационного моделирования в строительство.

Однако данный документ вызвал недоумения и споры среди экспертов и практиков BIM-технологий. Во-первых, в одном документе попытались увязать два разных и по-своему важных направления в развитии отрасли. Во-вторых, несмотря на использование BIM-технологий в России на тот момент в проектировании и строительстве, данные этапы Планом не затрагиваются. Большую часть документа занимают вопросы ценообразования.

Одной из наиболее важных задач, запланированных в июне 2016 года, было установление порядка ценообразования при создании информационных моделей, а также создание информационно-методической базы ценообразования при использовании технологий информационного моделирования зданий и сооружений.

До недавнего времени существующие методы сметного расчета отвечали требованиям экономики и строительной отрасли. Однако с переходом на новые методы проектирования произошло устаревание методик строительно-сметных расчетов. С применением BIM происходит снижение стоимости и более рациональное использование строительных ресурсов, в связи с чем, наблюдается завышение расчетной стоимости строительства еще на этапе технико-экономического обоснования проекта.

Согласно приказам Минстроя 1038/пр и 1039/пр была запущена реформа ценообразования «400 дней», результатом которой должна была стать

актуализированная сметно-нормативная база ФСНБ-400. Дело в том, что в настоящее время эксперты используют всего 400 сметных нормативов для строительных материалов и монтажных работ, благодаря которым трудно оценить реальные затраты на строительство объекта. Недостаток нормативов оказывает влияние на увеличение стоимости строительства. Например, в расчетах не учитывается производитель (иностраный или более дешевый отечественный аналог), в результате чего, в смету добавляется максимальная стоимость данной номенклатуры.

Законопроект Минстроя РФ предполагал не только внесение поправок в нормативно-правовую базу Градостроительного кодекса, но и переход от индексно-базисного метода к ресурсному. Ожидаемым результатом было создание к 2017 году информационной системы, представляющей федеральный реестр сметных нормативов с возможностью постоянного мониторинга стоимости строительных ресурсов.

В августе 2016 года Федеральный центр ценообразования в строительстве (ФАУФЦС) провел конкурс на выбор подрядчика для разработки автоматизированной информационной системы ценообразования в строительстве. Стоимость данного контракта равнялась 300 млн. рублей. Согласно плану внедрения информационных технологий, создание базы нового ценообразования намечалось на октябрь 2016 года, что послужило бы огромным толчком к развитию BIM в строительной отрасли Российской Федерации. Однако реализация проекта не состоялась в связи тем, что на данный момент государство не в состоянии осуществить поставленные реформой задачи. Реформа была отменена Минстроем РФ приказами 660/пр и 661/пр.

Стоит отметить, что по прошествии двух лет с момента утверждения «дорожной карты» BIM в России критика документа не утихает, а сроки проведения некоторых мероприятий не соблюдены.

В рамках «дорожной карты» будут созданы национальные стандарты информационного моделирования для всех этапов «жизненного цикла» объектов

капитального строительства, приведены в соответствие с классификатором строительных ресурсов нормативно-техническая документация и сметные нормативы [1].

Система нормативно-технических документов в общей сложности будет включать в себя 15 национальных стандартов (ГОСТ Р) и 10 сводов правил. За два года в области BIM были созданы и утверждены для практического применения 8 ГОСТов и 5 сводов правил, последний вступит в силу с 18 июня 2019 года. Необходимо отметить, что 3 действующих свода правил носят общий характер, а СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» не предназначен для работы с особо опасными, технически сложными и уникальными объектами, поскольку распространяются на процессы информационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов массового строительства [19]. До конца 2020 года планируется закончить разработку и утверждение остальных документов.

Третье поручение президента о внедрении технологии информационного моделирования в строительство (№ Пр-1235 «О модернизации строительной отрасли и повышении качества строительства» от 19 июля 2018 г.) требует уже не разработки плана, а выполнения конкретных шагов по внедрению BIM [8].

«Во исполнение данного поручения был сформирован Федеральный проект «Цифровое строительство». При переходе на цифровое строительство ожидается снижение затрат и времени на строительство объектов, возводимых за счет бюджетов РФ всех уровней порядка до 20 % уже через 5 лет. А сокращение времени от принятия решения о строительстве до введения в эксплуатацию – до 30 %» [50].

«Комплекс мероприятий, предусмотренный Федеральным проектом «Цифровое строительство» должен обеспечить цифровую трансформацию отрасли к 2024 году. Цифровизация строительства предполагает автоматизацию всех стадий и процедур на всем жизненном цикле объекта. К 2020 году

планируется завершить работу над общероссийским классификатором строительной информации и разработать стандарт цифрового нормативно-технического документа в строительстве, с 2021 года начнется перевод нормативно-технической документации в строительстве в цифровой (машиночитаемый) формат, что позволит сформировать и вести фонд цифровых нормативно-технических документов в строительстве» [50].

В документе есть два пункта, которые свидетельствуют о вовлечении в работу более широкого круга министерств. В первую очередь, Минобрнауки – это подготовка специалистов по BIM и разработка отечественного программного обеспечения (далее – ПО) для информационного моделирования.

Как считают эксперты строительного рынка, выполнение первого пункта даже не требует многолетней и дорогостоящей работы по разработке и внедрению новых образовательных стандартов – задача может быть решена путем расширения действующих учебных программ, магистратуры и изменения квалификации действующих специалистов.

Что касается второго пункта, то в России уже есть и отечественное ПО, и практики его применения в строительстве, и опыт госэкспертизы по приемке проектной и строительной документации. Наличие ПО подтверждается ежегодными конкурсами, готовность госэкспертизы работать с BIM – опытом той же «Мосэкспертизы», которая не только делает это сама, но и учит других.

Ключевыми элементами цифровой трансформации строительной отрасли, помимо нормативных документов, являются информационные системы такие как: классификатор строительной информации, фонд цифровых нормативно-технических документов в строительстве, библиотека информационных моделей повторного использования.

Классификатор строительной информации основывается на стандартах ГОСТ Р ISO12006-2-2017 «Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации» и ГОСТ Р «Промышленные системы, установки и оборудование и промышленная

продукция. Принципы структурирования и коды. Часть 12. Объекты капитального строительства и системы инженерно-технического обеспечения». Он систематизирует информацию, генерируемую на всех стадиях жизненного цикла проекта строительства. В частности, будут представлены структура и базовые таблицы единой классификационной системы, которая, по словам разработчиков, даст однозначную интерпретацию информации, генерируемой на протяжении всех стадий жизненного цикла здания или сооружения. Таблицы систематизируют более 700 классов/подклассов информации.

Стандарт ISO12006-2-2017 определяет единую классификационную структуру для строительной отрасли. Разработанные в соответствии с ним системы классификации различных стран, несмотря на существенные различия в деталях, могут быть преобразованы одна в другую.

Это является условием для совместной работы в международных строительных проектах (с участниками из различных стран) и для разработки приложений для использования на международном уровне.

Наиболее известные классификаторы строительной информации на данный момент OmniClass (США) и UniClass 2015 (Великобритания) построены на принципах стандарта ISO-12006-2 и в табличном виде представляют основную информацию о модели объекта строительства: от материалов и видов строительных элементов до информации о проекте и ролях участников бизнес-процессов.

Одновременно начато формирование Национального словаря строительных терминов. В настоящее время ФАУ «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве» и Технический Комитет 465 «Строительство» разрабатывают и готовятся представить в текущем году русскоязычную редакцию ГОСТ PISO 6707-1:2017 «Здания и сооружения. Общие термины». К этой работе привлекается широкий круг отраслевых экспертов. Все это позволит к 2020 году сформировать Общероссийскую систему классификации строительной информации, частью

которой станет Классификатор строительных ресурсов.

Одной из главных проблем на пути внедрения технологий информационного моделирования в проектных организациях является недостаток электронных библиотек (библиотек знаний), нацеленных на поддержку бизнес-процессов, касающихся объектов строительства. На протяжении всего жизненного цикла объекта такие библиотеки могут быть полезны в процессах разработки, закупки, конструирования, эксплуатации и обслуживания. Задачи, решаемые BIM на разных стадиях жизненного цикла объекта, разные, и информационная модель, полученная на стадии, к примеру, строительства по отношению к предшествующей ей стадии проектирования должна быть существенно дополнена. Следовательно, процесс внедрения информационных моделей на протяжении всего жизненного цикла объекта строительства должен быть непрерывный. Но на практике все не так просто. Между разными участниками проекта на пути «производитель-проектировщик-заказчик» встречаются значительные препятствия, связанные с несовершенством системы BIM проектирования. Унифицированные библиотеки знаний в этом смысле могут быть одинаково полезными для всех участников строительного сообщества.

Так, в целях категоризации библиотек данных и предоставлению рекомендаций по созданию таких библиотек был разработан Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 57309-2016 «Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов» (дата введения 01 июля 2017 г.). Согласно стандарту, термин «библиотека знаний» (knowledge library) означает набор информационных моделей, которые выражают знания (также могут включать в себя определение моделей и их требования) о ряде вещей (понятий) и хранятся и воспроизводятся в электронном виде. Среди библиотек знаний выделяются следующие основные типы: каталоги продукции; библиотеки, содержащие требования к характеристикам продукции; библиотеки проектов; интеллектуальные словари; системы классификации.

Единые правила создания библиотечных элементов, как предполагается, смогут снять многие проблемы, связанные с внедрением BIM технологий. Перечислим некоторые выгоды от использования такой библиотеки знаний для участников инвестиционного проекта:

- интеграция с закупками (цепочками поставок). Информация о различных поставщиках в одной библиотеке несет в себе преимущества для всех заинтересованных сторон;

- гармонизация между дисциплинами и сторонами, а также гармонизация с течением времени. Разные участники смогут коллективно работать над проектом на протяжении всего жизненного цикла объекта;

- интеграция приложений;

- повторное использование знаний. Готовые BIM модели можно применять повторно;

- поддержка инноваций. С помощью библиотеки знаний становится возможным поиск альтернативных решений для проектирования.

Анализ плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в строительство в Российской Федерации показал, что данный документ по своему содержанию и ожидаемым результатам не совсем соответствует целям и задачам внедрения BIM в Российскую Федерацию. Это связано с тем, что в основном внимание сосредоточено на вспомогательных мероприятиях, которые обеспечивают порядок ценообразования и сметного нормирования. Несмотря на высокую значимость данных мероприятий, они не могут в полной мере способствовать внедрению информационных технологий в строительство. Кроме того, сроки реализации сметных мероприятий были сорваны, реформа ценообразования отменена. В настоящий момент не разработаны нормативно-правовая база, требования и рекомендации внедрения, касающиеся технологий информационного моделирования, что значительно усложняет процесс перехода на информационное моделирование в строительстве.

Хотя площадка для внедрения BIM-технологий в России еще не подготовлена,

некоторые компании используют информационные технологии в инициативном порядке. «С помощью BIM возводятся как большие, так и нестандартные, уникальные объекты: крупнейшими объектами в России являются: олимпийский объекты Сочи, футбольные стадионы к Чемпионату мира 2018, космодром «Восточный» и др.» [54].

«Вот некоторые примеры результатов внедрения BIM в России. Наиболее крупным и показательным является пример Росэнергоатома. Объединенная компания АО «НИАЭП» – ЗАО «Атомстройэкспорт» (ЗАО АСЭ) является одним из лидеров мирового атомного инжинирингового бизнеса и занимает 31 % глобального рынка сооружения АЭС. Пакет реализуемых проектов компании включает более 20 сооружаемых или проектируемых одновременно энергоблоков в России и зарубежом. Компания также является разработчиком и активно внедряет инновационную систему управления проектами по сооружению сложных инженерных объектов – Multi-D. Это наиболее продвинутая на сегодняшний день технология управления проектированием и сооружением объектов капитального строительства, позволяющая более эффективно управлять такими параметрами, как бюджет, сроки, качество. На основе Multi-D ГК «НЕОЛАНТ» в плотном взаимодействии с НИАЭП разработала СОМОКС – Систему Оперативного Мониторинга Объектов Капитального Строительства. Она представляет собой единое электронное пространство, созданное за счет интеграции информационных систем, используемых всеми специалистами, участвующими в создании объекта – от изысканий и проектирования до строительства. Таким образом, обеспечивается уникальный охват модель-ориентированными системами практически всего жизненного цикла капитальных объектов.

По данным «Академстройпроекта», применение BIM-технологий приводит к уменьшению стоимости инвестиционно-строительного проекта на стадии строительства на 10–30 % в зависимости от объекта застройки.

По сравнению с предыдущим годом, благодаря информационному

моделированию эффективность работы инженеров отделов ОВ, ВК и ЭО «Легион-Проекта» составляет 160–170 %. Одновременно на 60 % снизилось количество координационных задач, а общее время проектирования сократилось в 2 раза.

Оценку применения технологий информационного моделирования на стадии эксплуатации дала УК «Эталон». При средней приемлемой погрешности планирования бюджета на стройке 20 %, применение информационной модели позволяет снизить погрешность до 5–7 %.

По мнению сотрудников «СибТехПроект», технология BIM – это: конкурентное преимущество, возможность предложить заказчику уникальные решения; на порядок более высокое качество проектной документации; более точная сметная документация; возможность быстрого оперативного изменения рабочей документации при необходимости.

Как сообщает Председатель «Москомстройинвест» Константин Тимофеев, внедрение BIM-технологий даст возможность существенно снизить затраты на возведение и приобретение объектов долевого строительства» [53]. Предварительные расчеты показывают, что при использовании BIM-модели общие затраты на строительство могут снизиться на 23 % и более, а число проектировочных ошибок – уменьшиться в среднем на 41 %. Это также позволит девелоперам получать в рамках проектного финансирования сниженные процентные ставки по кредитам.

Согласно исследованию по оценке эффективности применения BIM-технологий российскими организациями, проведенного НИУМГСУ совместно с ООО «КОНКУРАТОР», применение BIM-технологий способствует росту производительности труда на 10–30 % за счет оптимизации и автоматизации широкого круга задач. Кроме этого, происходит снижение административных расходов, связанных с выполнением рутинных функций инженеров (подлежащих автоматизации), процессами обмена информацией (в единой информационной среде количество пересылок информации и затраченного на них времени уменьшается на 40 %), организацию и проведение совещаний. Отмечается, что

такой эффект от использования BIM-технологий достигается крупными и средними компаниями через 2–3 года.

Использование BIM имеет свои преимущества на каждом этапе жизненного цикла здания.

На этапе проектирования технологии информационного моделирования позволяют планировать местоположение здания на территории, принимая во внимание ее инфраструктуру. Кроме этого, появляется возможность учесть рельеф территории застройки и тип грунта при создании проекта инженерных и энергетических сетей. BIM помогает создать план транспортной сети, спрогнозировать транспортную ситуацию в районе застройки с учетом маршрутов движения транспорта. На данном этапе важно точно рассчитать количество машин и механизмов, необходимых для выполнения строительных работ, а также определить поставщиков строительных материалов и услуг. Данные технологии позволяют произвести расчет оптимального маршрута доставки материалов, что приведет к уменьшению срока поставки и снижению затрат на доставку.

Следующим этапом жизненного цикла является строительство. Использование BIM позволяет наблюдать за состоянием строящегося здания, вести контроль финансового состояния, а также управленческий контроль. «Технологии информационного моделирования дают возможность объединить компьютерную модель объекта с плановым графиком выполнения работ.

На этапе эксплуатации BIM может выполнять следующие функции:

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

В области управления недвижимостью BIM обеспечивает:

- максимально возможный доход от коммерческого использования

недвижимости;

– сопровождение арендного бизнеса, сдачу помещений в аренду, взаимодействие с надзорными инстанциями, ведение договоров по коммунальным услугам, охрану объекта;

– маркетинг и консалтинг объекта недвижимости, финансовый менеджмент;

– техническое обслуживание и эксплуатация зданий и всех инженерных систем, плановые и регламентные работы;

– мелкий ремонт элементов отделки и конструктивных элементов зданий;

– обеспечение объекта всей нормативной документацией;

– оценка эффективности управления, инвентаризация и технический аудит инженерных систем и оборудования;

– составление годового бюджета на эксплуатацию объекта недвижимости;

– разработка концепции развития объекта, плана по управлению эксплуатацией;

– проведение обследования инженерных систем с выдачей рекомендаций по эксплуатации здания, ремонту, замене или модернизации;

– сопровождение договоров на коммунальные услуги» [52].

В связи с актуальностью использования информационных технологий в строительстве возникает потребность в экспертизе данных объектов.

Проведение экспертизы информационной модели имеет ряд преимуществ по сравнению с экспертизой стандартной документации.

1. Повышенная информативность. Работа с информационной моделью дает возможность эксперту полного погружения в проект.

2. Высокая степень визуализации. BIM позволяет специалисту оценивать взаимосвязь инженерных, объемно-планировочных и прочих решений, получать дополнительные виды и проекции объекта, которые не представлены в его документах.

3. Оперативность выявления проблем. Наглядность информационной модели позволяет находить большую часть недочетов проекта в ходе экспертизы и

исправлять их до начала строительства.

4. Оперативность взаимодействия. При представлении проекта в виде созданной с использованием BIM модели экспертам удобнее общаться с заказчиком, проще объяснять, какие изменения необходимо внести в проектную документацию.

Таким образом, использование BIM-технологий делает проектную документацию более качественной, что облегчает работу экспертов.

В общем виде использование BIM дает следующие преимущества.

1. Объемное моделирование. Технологии информационного моделирования имеют множество преимуществ, но одним из самых популярных способов их использования является визуализация. Она помогает сравнить проектные решения, выбрать оптимальный по тому или иному критерию и эффективно преподнести проект заказчику.

2. Автоматическое обновление изменений. Поскольку вся информация о модели хранится централизованно, то любое внесение корректировок приводит к автоматическому изменению модели. Это ускоряет процесс создания документации, а также исключает появление ошибок в проекте, благодаря автоматической координации различных видов.

3. Моделирование объектов. Информационные модели включают в себя материалы всех разделов проектирования. Это могут быть элементы инженерных сетей, конструктивные элементы здания, элементы экоустойчивого строительства, которые помогают смоделировать процессы, протекающие в здании.

4. Управление информацией. Не все данные, используемые BIM, могут быть отражены визуально. Существуют каталоги и справочники, которые позволяют провести расчет трудозатрат по проекту. С помощью финансовых показателей можно определить сметную стоимость проекта.

5. Эксплуатация объекта. Информация, содержащаяся в информационной модели, используется субъектами строительства на всех этапах жизненного цикла здания. Благодаря этому снижается стоимость эксплуатации, которая

обычно в несколько раз выше стоимости создания проекта.

«Несмотря на страхи организаций, проводящих экспертизу проектной документации и результатов инженерных изысканий, можно выделить преимущества использования BIM-моделей в проектировании и архитектуре:

- точность данных;
- упрощение технико-экономических показателей;
- возможность проверки точности расчетов;
- высокая скорость взаимодействия с участниками проекта;
- возможность поиска по чертежам или модели;
- повышение ответственности проектировщиков» [54].

Среди основных проблем, с которыми сталкиваются организации, проводящие экспертизу BIM-проектов, можно выделить следующие:

- расхождение информационной модели с чертежами;
- построение информационной модели по высотным отметкам, а не по разделам в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ № 87 [12];
- отсутствие опыта экспертов в рассмотрении ряда разделов [32].

Поскольку Правительство РФ поставило цель постепенного перехода к использованию BIM, то все больше и больше организаций, аккредитованных на право проведения экспертизы, будут перестраивать свою работу под использование информационных моделей проектов строительства, переобучение кадров [54].

Выводы по второму разделу

На данный момент внедрение BIM-технологий в России находится на начальном этапе становления и развития. Необходимость скорейшего освоения и внедрения BIM осознана уже многими участниками инвестиционно-строительной деятельности и признана на государственном уровне: в 2014 году принят и в настоящее время выполняется План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского

строительства.

Опыт внедрения технологий информационного моделирования в таких странах как Великобритания и Сингапур показал, что требуется разработка новых процессов и стандартов, которые должны быть тщательно спланированы и практически проверены для оценки их эффективности. Таким образом, оценка экономических и других эффектов внедрения BIM требует ясного понимания функционирования данных технологий и наличие регулирующих нормативно-правовых документов не только в рамках конкретного предприятия, но и государства в целом.

Многими участниками инвестиционно-строительной сферы признано, что проектирование и последующая реализация проекта с использованием BIM – это важнейший и необходимый шаг для развития инвестиционно-строительной сферы России на новом качественном уровне.

3 ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ BIM-МОДЕЛИ

3.1 Подход к экспертизе проектов строительства на основе BIM-модели в России

В рамках исполнения указаний Протокола заседания президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России от 4 марта 2014 года № 2 и в соответствии с Приказом Минстроя России от 4 марта 2015 года № 151/пр, организацией, ответственной за госэкспертизу проектов, выполненных в форме информационной модели, была назначена ГАУ «Московская государственная экспертиза».

В связи с этим была набрана команда высококвалифицированных экспертов, которая прошла аттестацию и обучение в сфере рассмотрения информационных моделей на соответствие требованиям регламентов на основе уже реализованных проектов. Для реализации поставленных целей рабочие места оснастили необходимым программным обеспечением, позволяющим работать с информационными моделями. В рамках работы были разработаны методические документы «Проект методических рекомендаций для служб Заказчика по разработке информационных требований к проектам, выполняемым на основе технологий информационного моделирования» и «Проект требований Заказчика к проектам, выполняемым на основе технологий информационного моделирования» [51].

Экспертиза первого пилотного проекта была закончена на 4 дня раньше запланированного, что доказало удобство и эффективность использования BIM-моделей.

Несмотря на то, что ранее говорилось о повсеместном переходе с 2018 года на обязательное использование BIM-моделей для объектов, строительство которых ведется за счет бюджетных средств, на данный момент конкретные сроки так и не установлены. По мнению начальника Главгосэкспертизы Якутии, причиной тому

стала недоработка электронной среды. По его словам, хоть Главгосэкспертиза технически готова принимать к рассмотрению BIM модели, но за 2017 год не поступило ни одного проекта, где информационная модель соответствовала каким-либо стандартам, включая собственные стандарты предприятия-разработчика проекта. Обычно предоставляются модели, содержащие разрозненные данные и не позволяющие использовать их при проведении экспертизы. Это свидетельствует о недостатке нормативной документации в области BIM, а также невысоком уровне подготовки кадров.

Первым «пилотным» регионом России, в котором с 2019 года государственную экспертизу перевели на BIM, стала Москва. Соответствующий документ был подписан в октябре 2017 года. В течение 2018 года была создана нормативно-правовая база применения данной технологии, обучение существующих кадров, а также проверка функционирования BIM на «пилотных» проектах.

На данный момент государственную экспертизу проектов строительства в электронной форме, основанных на использовании информационных технологий, проводят в г. Москва и г. Санкт-Петербург, Свердловской области и республике Татарстан. Причем, для Московской и Ленинградской областей госэкспертиза проекта в форме информационной модели является обязательной для объектов, финансирование которых осуществляется за счет бюджетных средств. Негосударственную экспертизу BIM-проектов осуществляют только крупные организации, которые могут позволить себе инвестиции в программное обеспечение и переобучение кадров. Однако существует большая необходимость ее проведения в городах-миллионниках, масштабное строительство в которых ведется ускоренными темпами.

Многие организации, уполномоченные на проведение экспертизы, не хотят работать с BIM. В основном это связано с отсутствием законодательной базы для экспертизы BIM, дороговизной программного продукта, переобучением кадров и необходимым для внедрения временем. А самое главное – с отсутствием четких

регламентов работы (программы действий конкретных исполнителей). Однако уже появляются своды правил, разъясняющие работу с информационными моделями, и поэтому в ближайшие годы будет вестись активное создание нормативно-правовой базы по данному вопросу [54].

В целях исключения возникновения аварий с тяжелыми последствиями и гибелью людей необходимо особо отметить важность проведения государственной экспертизы проектов, выполненных в форме информационной модели, для технически сложных и особо опасных объектов государственного значения. Положительный результат прохождения экспертизы получила проектная документация космодрома «Восточный», одобрены проекты этапов строительства участка ВСМ Москва-Казань-Екатеринбург – данные значимые для государства проекты были выполнены в форме информационной модели на основе внутренних BIM-стандартов предприятий-разработчиков проектов. Таким образом государство решает задачу повышения эффективности строительства, сохранения качества и возможности запуска проекта в срок, при этом снижая риски и инвестиции.

3.2 Автоматизация экспертизы: мировой опыт

С середины второй половины XX века развитие автоматизированных систем в области проектирования происходило благодаря желанию участников процесса строительства повышать как эффективность процесса проектирования, так и качество готового проекта.

Первые известные на сегодняшний день системы моделирования зданий работали на больших мини-компьютерах. Они имели возможность непрерывной проверки проектов на соответствие нормативным требованиям строительства, поскольку содержали правила проектирования, а также возможность корректировки в момент работы над проектом.

Дальнейшее развитие программного обеспечения для нужд проектирования (в виде BDS, RUCAPS и GABLE) характеризуется повышенным вниманием к

производительности процесса проектирования. В виду этого, эффективность работы проектировщиков увеличилась, но автоматизация проверки проектных решений была устранена. Таким образом, возможности проектных программных продуктов опять сошли на простое черчение.

Однако такие программы как RUCAPS и SONATA включали возможность проверки качества проекта: они содержали некоторые правила соответствия строительным нормам, позволяющие проводить автоматизированную проверку.

Например, программа позволяла автоматически конфигурировать лестницу до нужных размеров, исходя из высоты этажа и требований, установленных строительными нормами.

Желание участников строительного процесса повысить качество проекта стало вторичным по мере массового распространения персональных компьютеров, так как разработки в сфере программных комплексов были направлены на скорость создания проектной документации, а не на комплексном подходе к моделированию объекта (возможности выгрузки различных чертежей, документов из единой модели объекта).

В условиях повышенной мощности компьютеров в конце XX века на смену вышеуказанным программным продуктам пришли ArchiCAD, Microstation и AutoCAD, благодаря которым у участников строительства появился интерес к моделированию объектов.

В 1990-м году по инициативе разработчиков программного обеспечения и проектировщиков был создан Международный альянс по интероперабельности—организация, известная под названием buildingSMART. Целью данной организации поставлено создание комплекса общих принципов и открытых международных стандартов для обмена данными на платформе информационного моделирования зданий (BIM).

Одной из значимых разработок Международного альянса по интероперабельности является разработка схемы данных IFC, которая дает возможность предоставлять информационные модели вне зависимости от

программы, в которой они были созданы. На основе данного стандарта были созданы такие программы для проверки качества проектов, как Navisworks и Solibri. Данные инструменты позволяют проводить анализ проектов, созданных в различных программных продуктах, и получать отчет по геометрическому соответствию и качественным показателям.

Параллельно с проектированием в форме информационной модели создавались небольшие программные продукты, которые базировались на конкретных нормах и правилах, относящихся к одним или нескольким характеристикам объекта. Но данные инструменты не пользовались популярностью ввиду несоразмерности результата и необходимости ввода больших массивов данных. Кроме этого, результат проверки был неинформативен: выдавалась картинка или маленькое сообщение о соответствии проверяемого объекта нормам. Интегрированные программные аналитические комплексы, такие как Apache (позднее переименован в IES Virtual Environment), выдавали больше результатов, однако оставались трудозатратными по причине необходимости описания геометрии здания на этапе ввода данных в программу.

Программное обеспечение, которое используется на сегодняшний день проектировщиками, практически не содержит внутренние правила проверки проектов на соответствие строительным нормам и не дает возможности внесения исправлений на стадии проектирования. В связи с этим, машинная обработка макета либо невозможна, либо ограничена.

Оценка нормативного соответствия модели строительным нормам происходит только после ее создания. Все предпринятые до настоящего времени попытки автоматизировать процесс проверки проектно-строительных решений на соответствие строительным нормам характеризуются реагирующим подходом: для того, чтобы осуществить нормативную оценку виртуального макета здания, требуется в значительной степени переформатировать тексты существующих строительных норм с тем, чтобы сделать их совместимыми с виртуальными макетами зданий.

Одним из ярких мировых примеров положительного использования BIM является город-государство, расположенный на островах Юго-Восточной Азии Сингапур. В этой стране раньше других появилось понятие BIM, раньше других поняли возможности использования информационных моделей зданий и сооружений, это и стало причиной впечатляющего успеха Сингапура. Кроме того, само государство ведет продуманную политику внедрения технологий информационного моделирования и финансово поддерживает ее.

Управлением строительством и разработкой новых идей и методов внедрения технологий в стране занимается Building and Construction Authority (BCA). BCA создало дорожную карту по внедрению BIM в Сингапуре, опубликованную в двух редакциях: первая действовала в 2010–2012 годах, с 2013 используется вторая ныне действующая редакция.

Основными целями второй редакции является достижение к 2015 году 80 % использования BIM участниками строительства (что было выполнено), увеличение к 2020 году эффективности строительства на 25 %, снижение количества низкоквалифицированных рабочих кадров на строительных площадках, а также достижение лидирующих позиций по скорости проведения государственной экспертизы проектов строительства и выдачи на него разрешений.

Помимо дорожной карты BCA создало методические материалы по использованию BIM для различных специалистов (архитекторов, специалистов по инженерному оборудованию зданий и др.), доступных в открытом доступе.

В 1990-х годах в Сингапуре была создана первая электронная система проведения экспертизы объектов CORENET. Но в то время еще не были созданы оптимальные условия для использования данной программы: не было высокого проектно-строительного уровня, отработанной методологии BIM, эффективных компьютерных программ, конкретных требований к проекту или модели, предоставляемых на экспертизу. Именно поэтому до 2015 года система CORENET находилась в состоянии доработки.

С 2015 года законодательно закрепились обязательное предоставление BIM-модели проектов свыше 5 тыс. кв.м для получения разрешения на строительство. Данная процедура осуществляется на соответствующем сайте, где можно найти всю справочную информацию.

Данная программа позволяет отправлять на экспертизу файлы во всех форматах основных BIM-программ, что является отличительной особенностью CORENET, поскольку обычно информационная модель подается на экспертизу в общем для всех формате IFC.

Таким образом, Сингапур стал мировым лидером по внедрению BIM, в том числе по проведению экспертизы проектов строительства в электронной форме, основанных на использовании информационной модели. Данный факт объясняется многолетней государственной политикой применения BIM, а также финансовой поддержкой участников строительства, в том числе из специального фонда Construction Productivity and Capability Fund (CPCF), выделяющего деньги на закупку программ, обучение персонала и услуги консультантов.

Похожая инфраструктура адаптируется для использования государственным органом градостроительного планирования Норвегии, где доступность строительных норм и программных продуктов для их практического применения рассматривается как часть демократической программы норвежского правительства по вовлечению граждан в процесс принятия решений.

Третий пример интегрированного подхода к автоматизации проверки соответствия проектно-строительных решений строительным нормам — это проект SMARTcodes, запущенный в 2006 году Советом по международным нормам (International Code Council, далее – ICC), американской организацией-разработчиком строительных норм.

Когда ICC рассматривали возможность применения с США опыта Сингапура, выявились некоторые существенные различия между двумя странами. Поскольку ICC является неправительственной, некоммерческой организацией, которая разрабатывает модельные кодексы для принятия государственными и местными

административно-территориальными единицами, ICC не имеет контроля над содержанием своей нормативной продукции после ее принятия какой-либо административно-территориальной единицей. Поскольку в модельные кодексы могут вноситься поправки перед их официальным принятием органами власти, каждый штат и многие округа и муниципалитеты в США имеют свои собственные строительные нормы. В стране насчитывается около 40 тысяч отдельных административно-территориальных единиц, в которых применяются примерно 4 тысячи отдельных комплектов строительного законодательства.

Чтобы избежать непомерного роста возможных трудозатрат в человеко-годах и выгодно использовать свою роль в качестве издателей модельных строительных норм, ICC решили применить новый подход. Проект SMARTcodes выявил, что в случае применения сингапурского решения в условиях США могут возникнуть проблемы с масштабированием проекта, в то время как подтверждение успешности проекта в условиях многочисленности местного строительного законодательства в США представляется проблематичным.

Таким образом, получалось, что между строительными нормами и результатами проверки нормативного соответствия, выдаваемыми проектировщикам, оказывается слишком много промежуточных шагов. Специалисты проекта SMARTcodes нашли решение этой проблемы путем членения процесса обработки строительных норм на два отдельных этапа: сначала структура, а потом – понятия.

Первый этап включает извлечение логической структуры строительной нормы. Она может отражать укрупненную структуру нормативного документа. В отдельно взятых разделах нормативного документа логическая структура может быть довольно сложной, так как нормативные требования перемежаются с исключениями из правил и другими положениями. Проблема сложности логической структуры строительных норм была решена путем выдачи специалисту в области строительного нормирования технического задания на анализ текста нормативного документа и его разметку четырьмя цветами,

которыми специалист должен был выделить ключевые фразы в тексте. Следует отметить, что работа по разметке текстов была поручена не программистам и не экспертам по схеме данных IFC, а именно специалистам в области строительного нормирования. Цвета для разметки текста были применены для того, чтобы отличить нормативные требования от исключений из правил, условий применения норм, тематической разбивки текста и других деталей текста. Разметка первых документов осуществлялась буквально с использованием детских цветных карандашей, но проектная команда быстро перешла к использованию языка разметки электронных текстов в формате HTML. После того, как тексты были размечены, работу продолжили программисты, в результате которой тексты были сведены в одно большое, но абсолютно точное математическое утверждение.

Второй этап обработки нормативных документов – это анализ размеченных фраз для установления взаимосвязи между этими фразами и методами поиска информации путем отправки запросов в базу данных, представленную макетом здания. На этой стадии накапливаются такие понятия как «стена» и «коэффициент теплопроводности»; причем эти понятия рассматриваются вне зависимости от количественных значений, которые эти понятия могут иметь. Такой понятийный аппарат был составлен из терминов, объектов и их атрибутов, присутствующих в Международных нормах ИСС по энергосбережению – нормативном документе, на соответствие которому предполагалось провести пробную проверку трехмерного макета здания. Словарь понятий затем был использован для демонстрационных испытаний. Он основан на принятых на международном уровне открытых стандартах для терминологических библиотек, таких как библиотека Международной инфраструктуры для словарей (International Framework for Dictionaries, далее – IFD). Рабочая группа по разработке библиотек IFD – это автономное подразделение building Smart International, которое разрабатывает и поддерживает Библиотеку IFD – понятийный аппарат BIM, который собран в многоязычную базу строительной терминологии. Большая часть терминов в этой

библиотеке (которые называются «понятиями» в соответствии с соглашениями IFD) являются универсальными, в то время как относительно небольшая их часть является чисто локальной интерпретацией. Важной чертой методики SMARTcode является то, что даже те понятия, интерпретация которых в контексте макета здания представляется сложной, обнаруживаются в процессе автоматизированной проверки нормативного соответствия макета и помечаются как «неизвестные». Такая ситуация может возникнуть из-за пробелов в BIM или потому, что в нормах зачастую используются абстрактные понятия нежели физические объекты. К примеру, термин «одобрение инспектором» означает то, что к нормируемому объекту может быть применен альтернативный метод оценки соответствия с последующим получением одобрения результатов оценки уполномоченным надзорно-контролирующим органом. Соответственно, понятие «одобрение инспектором» – это многогранная совокупность объектов, субъектов, процессов и операций, что при современном развитии искусственного интеллекта значительно затрудняет машинную обработку такого рода понятий.

Во-вторых, строительные нормы могут использоваться в качестве автоматизированного справочного руководства для проектировщиков и надзорно-контролирующих органов. Единственное математическое утверждение, несмотря на свою сложность, может применяться в качестве руководства ко всему нормативному документу или его отдельным частям: можно формировать урезанную форму нормы применительно к конкретному типу здания или конкретному проекту. Следовательно, обеспечение субъектов строительной деятельности строительными нормами в формате SMARTcodes является большим подспорьем для строительной отрасли в процессе ее перехода на использование технологии BIM.

В-третьих, технология SMARTcodes представляет из себя отдельную дисциплину строительного нормирования и стандартизации, поскольку может использоваться в качестве инструмента разработки новых строительных норм и стандартов, более пригодных в условиях повсеместной компьютеризации для

решения насущных проблем подтверждения нормативного соответствия, с которыми повседневно сталкиваются архитекторы, инженеры, подрядчики, владельцы недвижимости и надзорно-контролирующие органы. Пока технология SMARTcodes была опробована на отдельных существующих нормах, как правило, сложных по структуре и запутанных по содержанию. Однако она также может с успехом применяться для разработки новых строительных норм, которые будут структурированными, понятными, недвусмысленными, лаконичными и легко интерпретируемыми как людьми, так и машинами.

И, наконец, следует подчеркнуть, что многочисленные разработчики программного обеспечения для нужд строительной отрасли могут конкурировать между собой, предлагая приложения как для использования в локальных сетях, так и в глобальной сети, в которых задействованы пригодные для машинной обработки логические формулировки и унифицированный словарь понятий, такой как Библиотека IFD. Это могут быть автономные приложения или интегрированные в более крупные системы управления производственными процессами, автоматизированные системы проектирования и иные программные комплексы.

3.3. Программа действий по внедрению автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность органов экспертизы

Как говорилось ранее, в настоящее время существует ряд программ, которые могут проводить частичную проверку качества проектов. Однако существует ряд проблем, которые не позволяют осуществлять экспертизу BIM-моделей автоматизированно за счет использования этих программных комплексов.

Во-первых, это отсутствие электронного варианта строительных норм, правил и требований. На данный момент для проверки проекта в Solibri или Navisworks необходимо вручную вбивать правила. В случае необходимости проверки определенного раздела проектировщиком, данные правила могут быть забиты вручную и в дальнейшем актуализироваться и использоваться для других

проектов. Однако для комплексной проверки проекта в условиях большого числа объектов разного уровня сложности единичная забивка правил не является целесообразной, поскольку требуется большое количество времени для создания набора правил, его актуализации, а также возможны упущения данных.

Во-вторых, нет единого классификатора строительных ресурсов, согласно которому элементы проекта будут четко структурированы. Сейчас каждая проектная организация, которая желает провести проверку проекта, самостоятельно формирует классификаторы по разным характеристикам.

В-третьих, программы имеют отличающиеся возможности, а Solibri Model Checker вообще не адаптирована для российского рынка (существует только нелегальный русский вариант от представителя компании).

Таким образом, работа с вышеуказанными программами имеет некоторые особенности и сложности. Однако, проведя ряд мероприятий по совершенствованию информационного пространства на уровне государства, созданию или доработке программного комплекса, подготовке кадров и улучшения восприятия новшеств на уровне организаций, можно получить продукт автоматизированной проверки проектной документации, который может быть использован органами экспертизы. Это позволит сократить срок проведения экспертной проверки (что положительно скажется на общем сроке возведения или капитального ремонта здания или сооружения), уменьшить расходы на содержание штата сотрудников, а также снизить вероятность возможных ошибок, возникающих вследствие человеческого фактора.

В ходе изучения программ Solibri и Navisworks были отмечены их возможности, а также удобство работы с каждой из них. На основании этого, для дальнейшей работы предлагается рассмотрение Solibri Model Checker как базы для автоматизированного программного продукта экспертизы проектов в форме BIM-моделей.

Solibri Model Checker – программный продукт, который решает три основные задачи: интеллектуальная проверка качества информационных моделей на основе

правил (это не ограничивается проверкой коллизий, выполняется работа со свойствами, характеристиками, метаданными, с взаимным положением объектов, с проверкой помещений и т.д.); коммуникации при помощи информационной модели (участники проектной команды могут обмениваться информацией, замечаниями локально или централизованно); вывод объемов и количества материалов и компонентов.

Основными компонентами Solibri являются следующие области использования BIM: проверка соблюдения норм, просмотр и оценка проекта, определение стоимости, 3D-координация.

Загрузка информационной модели происходит в формате IFC. Данные модели (автоматизировано или вручную) распределяются по дисциплинам. На экране появляется федеративная модель, собранная из различных файлов (исходные файлы различных вендоров, ArchiCad, Autodesk и др. – благодаря формату IFC модели можно объединить).

С точки зрения BIM-модели, на основе технических регламентов необходимо обеспечить классификацию объектов информационной модели (классификатор компонентов), а также классификаторы по различным характеристикам компонентов. Задача классификации сводится к присвоению элементу модели определенных характеристик, его отношения к типу строительных конструкций.

Классификатор позволяет из общей модели сделать выборку BIM-объектов и с помощью правил (набора свойств) отнести эти объекты к определенным разделам классификатора. Классификатор учитывает различные форматы забивки свойств, что позволяет экономить время на оформлении информации.

Классификаторы по внутренним метаданным определяют объект по определенным разделам, т.е. при помощи классификатора информационную модель можно увидеть в определенном разрезе, в определенной структуре, осуществить выгрузку физических объемов в определенном разрезе. Структура бывает разной: классификатор по конструктивным элементам, классификатор по статьям затрат, классификаторы по целям проверок и т.д. Классификатор делает

модель интеллектуальной: превращает компоненты информационной модели в элементы определенного назначения по их характеристикам. Классификаторы задаются пользователем. Одному объекту могут быть назначены несколько классификаторов.

Когда модель имеет структуру, классификацию, ее можно проверить на основе правил. Существуют так называемые «ruleset manager» – менеджер правил, в котором содержатся шаблоны проверок, на основании которых можно создать проверки в соответствии с поставленными задачами (на соответствие техническому заданию, качеству модели и т.д.). По результатам проверки модели на экране появляются индикаторы, отражающие степень ошибки (высокая, средняя, низкая) и список элементов, не соответствующих заданным требованиям. Далее специалист просматривает каждую позицию: если это не ошибка, то она пропускается; в случае ошибки – создается слайд для последующего формирования отчета-презентации. Отчет-презентация содержит визуализацию ошибок, что позволяет всем участникам проекта быстро понимать и исправлять недочеты согласно замечаниям.

Таким образом, для успешной реализации автоматизированного процесса проведения экспертизы необходимо осуществить ряд мероприятий: как со стороны государства, так и со стороны экспертных организаций и Заявителей.

Таблица 2 – Программа действий по внедрению автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность органов экспертизы

| Мероприятие | Исполнитель | Срок |
|---|-------------|-----------------|
| Разработка комплексного стратегического плана с целью интеграции информационного пространства строительной отрасли с реалистичными сроками внедрения. | Минстрой РФ | декабрь 2019 г. |
| Оцифровка строительных регламентов и стандартов с применением терминологии Библиотеки IFD и выделением нормативных требований, исключений из правил, условий применения и других элементов. | Минстрой РФ | декабрь 2020 г. |
| Создание шаблонов нормативных документов и требований обязательного их применения при разработке нормативных актов. | Минстрой РФ | декабрь 2020 г. |

Окончание таблицы 2

| Мероприятие | Исполнитель | Срок |
|--|---|----------------|
| Максимальное наполнение общероссийского Классификатора строительных ресурсов с обязательным заполнением конструктивных и технологических характеристик каждого ресурса, его информационной модели. | Минстрой РФ | январь 2021 г. |
| Установление требований к информационным моделям, предоставляемым на экспертизу, их формату, виду, содержанию и степени наполненности. Закрепить обязанность по использованию Классификатора строительных ресурсов при разработке информационной модели (характеристики иных ресурсов заполняются Заявителем вручную). | Минстрой РФ | январь 2021 г. |
| Совершенствование Личного кабинета Заявителя в части доступности необходимой информации, загрузки проектной документации в формате информационной модели, отслеживания статуса выполнения работ и др. | Экспертные организации | |
| Разработка/совершенствование программного обеспечения для автоматизированной проверки проектной документации в форме информационной модели на соответствие требованиям и стандартам с учетом возможности постоянной актуализации нормативов. Внедрение в деятельность органов экспертизы. | Разработчики ПО, экспертные организации | июнь 2021 г. |
| Прохождение обучения сотрудниками экспертизы. Освоение программы BIM-координатора. | Экспертные организации | июнь 2021 г. |
| Установка средств защиты на ПК для динамического обнаружения и блокирования взломов и кибератак. Защита персональных данных. Создание электронно-цифровой подписи каждому ответственному за экспертизу проекта лицу. | Экспертные организации | июнь 2021 г. |
| Совместная работа экспертных организаций и разработчиков ПО с целью комплексного подхода к функциональной наполняемости автоматизированного продукта и незамедлительного решения проблем. | Разработчики ПО, экспертные организации | |
| Информационная поддержка населения по вопросам информационного моделирования. | Минстрой РФ, экспертные организации | |

Важным аспектом выполнения данных мероприятий является комплексная работа и взаимодействие трех сторон: государства, экспертизы и граждан. Автоматизация процесса экспертизы станет одним из важнейших этапов реформы технического регулирования в строительстве, которая позволит перейти к современной модели управления отраслью.

3.4 Экономическая эффективность внедрения автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность органов экспертизы

Отличие компьютерного эксперимента от реального состоит в том, что он проводится не с самой системой, а ее моделью. Проведение большинства реальных экспериментов с экономическими системами не представляется возможным, поэтому в данном случае имитация является единственным способом исследования. Данный инструмент также называют методом Монте-Карло. Применение имитации позволяет сделать выводы о возможных результатах, основанные на вероятностных распределениях случайных факторов (величин) [72].

Переход органов экспертизы на автоматизированную проверку проектов на основе ВМ-модели требует тщательного анализа экономической эффективности. Поскольку на данный момент не существует общепринятых методов оценки эффективности внедрения ВМ-технологий, воспользуемся методами оценки эффективности инновационных и информационных проектов.

Оценка экономической эффективности проводится, в том числе, ввиду присутствия риска. В данном случае риск – уровень финансовой потери, который выражается в возможности не достичь поставленной цели; неопределённости прогнозируемого результата; субъективности оценки прогнозируемого результата.

Количественным методом оценки риска может выступать анализ чувствительности и метод сценариев.

В общем случае анализ чувствительности сводится к исследованию зависимости некоторого результирующего показателя от вариации значений показателей, участвующих в его определении. Проект с меньшей чувствительностью ЧДД считается менее рисковым. Главным недостатком данного метода является предпосылка о том, что изменение одного фактора рассматривается изолированно, тогда как на практике все экономические факторы в той или иной степени коррелированы.

Для того чтобы учесть внешние факторы, которые могут помешать достижению указанных результатов, согласно методу сценариев, рассматриваются три варианта: оптимистичный, реалистичный и пессимистичный. Это позволит показать, какими будут результаты деятельности организации при том или ином изменении факторов. Проект с наименьшим стандартным отклонением и коэффициентом вариации считается менее рисковым.

При имитации экономических процессов могут использоваться равномерное и нормальное распределения случайных величин. Непрерывная случайная величина

X называется распределенной равномерно на отрезке $[a,b]$, если её плотность распределения вероятностей постоянна на данном отрезке. Нормальное распределение вероятностей непрерывной случайной величины можно назвать колоколообразным из-за того, что симметричная относительно среднего функция плотности этого распределения очень похожа на разрез колокола. Вероятность встретить в выборке те или иные значения равна площади фигуры под кривой и в случае нормального распределения мы видим, что под верхом «колокола», которому соответствуют значения, стремящиеся к среднему, площадь, а значит, вероятность, больше, чем под краями.

Однако какое распределение при этом будет иметь результатная величина – показатель ЧДД – заранее определить нельзя. Исходя из вышесказанного, рассмотрим два варианта распределения вероятностей случайных величин (равномерное и нормальное), проведем имитационное моделирование для трех сценариев развития событий (пессимистичный, реалистичный, оптимистичный), проанализируем полученные результаты и проведем анализ чувствительности для сценариев нормального распределения случайных величин (приложение Б).

Для экспертной организации внедрение ВМ-технологий будет состоять в покупке программного продукта, обеспечивающего работу с ВМ-моделью, создании новой серверной и сетевой инфраструктуры и переобучении кадров. Данные нововведения требуют крупных вложений на первом этапе. Кроме того, они ориентированы на долгосрочные результаты.

В качестве исходных данных используется финансовая (бухгалтерская) отчетность ГАУ «Управление государственной экспертизы и ценообразования республики Татарстан по строительству и архитектуре» (приложение А). Учреждение оказывает следующие услуги: государственная и негосударственная экспертиза проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий, проверка достоверности определения сметной стоимости, экспертиза BIM-проектов, технологический и ценовой аудит обоснования инвестиций, аудит проектной документации, проверка сметной документации.

Основными доходами у ГАУ «Управление государственной экспертизы и ценообразования республики Татарстан по строительству и архитектуре» являются доходы от оказания платных услуг (работ), доходы от штрафов, пени, иных сумм принудительного изъятия, доходы от операций с активами, прочие.

Таблица 3 – Структура доходов ГАУ «Управление государственной экспертизы и ценообразования республики Татарстан по строительству и архитектуре»

| Вид дохода | Доля |
|--|--------|
| Доходы от оказания платных услуг | 99,4 % |
| Доходы от штрафов, пени, иных сумм принудительного изъятия | 0,1 % |
| Доходы от операций с активами | 0,3 % |
| Прочие доходы | 0,1 % |

В качестве расходов по обычной деятельности у экспертной организации обычно выступают:

- заработная плата сотрудников;
- социальные отчисления;
- арендная плата за пользование имуществом;
- связь и интернет;
- транспортные услуги;
- коммунальные услуги;
- работы, услуги по содержанию имущества;
- материальные затраты, только в случае необходимости использования

шифрованных образцов (проб) для проведения контрольных и сравнительных испытаний;

- налоги;
- прочие работы и услуги.

Необходимо отметить, что в структуре расходов преобладают выплаты по оплате труда и начислений на выплаты по оплате труда (82 %). Кроме этого, с 2015 года численность сотрудников выросла на 63 % (рисунок 6), что может быть связано с ростом числа технически сложных проектов, а также недостаточной квалификацией экспертов (с учетом проведения экспертизы информационных моделей).



Рисунок 6– Динамика численности сотрудников в ГАУ «Управление государственной экспертизы и ценообразования республики Татарстан по строительству и архитектуре» за 2015–2018 гг.

Движение денежных средств, получаемых и расходуемых предприятием в наличной и безналичной форме, называют в финансовом менеджменте денежными потоками. Эти потоки бывают двух видов: положительные и отрицательные. Положительные потоки (притоки) отражают поступление денег на предприятие, отрицательные (оттоки) – выбытие или расходование денег предприятием. Разница между валовыми притоками и оттоками денежных средств за определенный период времени называется чистым денежным потоком.

Он также может быть положительным или отрицательным (притоком или оттоком).

Для оценки экономической эффективности внедрения ВІМ в органы экспертизы рассматриваются потоки от операционной и инвестиционной деятельности.

Притоки от операционной деятельности формируются за счет выручки от реализации продукции (работ, услуг), погашения дебиторской задолженности, получаемых от покупателей авансов. Операционные оттоки – это оплата счетов поставщиков и подрядчиков, выплата заработной платы, платежи в бюджет и внебюджетные фонды. Этот перечень включает в себя практически все текущие операции предприятия, связанные с использованием оборотных средств.

Под инвестиционной деятельностью в мировой практике понимается деятельность предприятия по осуществлению долгосрочных вложений, причем учитываются не только реальные, но и долгосрочные финансовые инвестиции. Денежные оттоки от инвестиционной деятельности включают в себя оплату приобретаемых основных фондов, капитальные вложения в строительство новых объектов, приобретение предприятий или пакетов их акций (долей в капитале) с целью получения дохода либо для осуществления контроля над их деятельностью, предоставление долгосрочных займов другим предприятиям. Соответственно, инвестиционные притоки формируются за счет выручки от реализации основных фондов или незавершенного строительства, стоимости проданных пакетов акций других предприятий, сумм возврата долгосрочных займов, сумм дивидендов, полученных предприятием за время владения им пакетами акций или процентов уплаченных должниками за время пользования долгосрочными займами.

Для оценки коммерческой эффективности внедрения ВІМ рассчитаем показатель чистого дисконтированного дохода (далее – ЧДД). Чистый дисконтированный доход показывает эффективность вложения в инвестиционный проект: величину денежного потока в течение срока его реализации и

приведенную к текущей стоимости (дисконтирование). Если ЧДД неотрицательный, то проект можно считать эффективным.

Поскольку внедрение новых технологий в деятельность организации требует крупных капиталовложений, а максимальный эффект будет получен только через несколько лет, то расчет будет проводиться на 4 года – с учетом возможного снижения производительности труда и увеличения затрат организации в первый год использования автоматизированного комплекса и последующим улучшением значений показателей.

Согласно проведенному опросу среди специалистов из разных сфер (представители проектной организации, экспертизы, образования и науки), которые, так или иначе, сталкивались с BIM-технологиями, большинство рецензентов среди преимуществ данных технологий отметили сокращение сроков проектирования и/или строительства, 3D и 4D визуализацию стройплощадки и улучшенное понимание проекта всеми участниками.

Основными причинами, препятствующими распространению технологий информационного моделирования в России, по мнению опрошенных, является отсутствие системы государственных стандартов реализации проектов с применением технологий информационного моделирования, а также высокая стоимость внедрения в деятельность организаций.

При этом одинаковое количество голосов было отдано необходимости применения BIM-технологий на государственном уровне и сдержанному отношению к ситуации, поскольку есть нюансы.

По оценочному мнению рецензентов, экспертиза информационных моделей экономит в среднем 35 % времени по сравнению с экспертизой классического пакета проектной документации, а проведение автоматизированной экспертизы BIM-моделей могло бы сэкономить до 50 % времени. Время проведения экспертизы напрямую влияет на сроки строительства, поскольку неготовность разрешения на строительство к расчетной дате сдвигает сроки строительно-монтажных работ, что в свою очередь ведет к дополнительным расходам. Кроме

этого, срыв сроков сдачи объекта отрицательно влияет на эффективность инвестиций.

Для расчета коэффициента дисконтирования необходимо значение нормы дисконта. Воспользуемся методом расчета нормы дисконта известного финского экономиста Яакко Хонко. Я. Хонко использует экспертный метод для определения агрегированной рискованной премии, то есть при ее установлении сразу целиком. Для выяснения возможного диапазона дифференциации рискованной премии по проектам в зависимости от их целевой направленности, которая непосредственно связана с уровнем применяемой техники, ее новизны и слаженности, можно воспользоваться обобщениями, приведенными им. Были выделены следующие классы инвестиций, для которых возможно использование различных значений нормативной ставки дохода.

1. Вынужденные инвестиции – требования к норме дохода отсутствуют.
2. Вложения с целью сохранения позиции на рынке – 6 %.
3. Инвестиции на обновление основных фондов – 12 %.
4. Вложения с целью экономии текущих затрат – 15 %.
5. Вложения с целью увеличения – 20 %.
6. Вложения в инновационные проекты – венчурные инвестиции (финансирования новых, растущих или борющихся за место на рынке предприятий и фирм.) – 25 %.

Целью вложений, описанных ранее, является сокращение текущих затрат. Поэтому в расчетах примем норму дисконта 15 %.

Внедрение автоматизированного комплекса проверки проектной документации в органы экспертизы предполагает сокращение времени на выполнение отдельных операций. Кроме этого, автоматизация экспертизы предполагает сокращение числа экспертов на 69 %, оставшимся специалистам необходимо пройти обучение в сфере BIM-координирования. Их задачей при работе с проектной документацией будет проверка пакета документов, подписание договора с Заявителем, запуск, контроль и получение результатов

автоматизированной проверки проектов, взаимодействие с Заявителем по вопросам исправления ошибок и доработок проекта, формирование заключения экспертизы.

Рассмотрим вариант равномерного распределения случайных величин, таких как выручка (TR), расходы (TC) и инвестиции (I).

Предполагается приобретение программного обеспечения, позволяющего проводить автоматизированную экспертизу, на 20 специалистов. При этом стоимость обучения одного эксперта в Высшей школе экономике составляет 18 тыс. руб. за курс.

Таблица 4 – Инвестиционная деятельность

| Показатели | Значение |
|--|----------|
| Затраты на приобретение ПО, тыс. руб. | -6000 |
| Инвестиции в переобучение кадров, тыс. руб. | -360 |
| Монтаж сети и настройка сервера, тыс. руб. | -500 |
| Денежный поток от инвестиционной деятельности, тыс. руб. | -6860 |

Построим денежный поток от операционной деятельности за 2017 год, который состоит из чистой прибыли и сумм начисленной амортизации.

Таблица 5 – Операционная деятельность за 2017 год

| Показатели | Значение |
|--|------------|
| Выручка, тыс. руб. | 256 843,08 |
| Затраты, тыс. руб. | 219 189,80 |
| в т.ч. амортизация, тыс. руб. | 4003 |
| Прибыль налогооблагаемая, тыс. руб. | 37 653,28 |
| Налог на прибыль, тыс. руб. | 7530,66 |
| Чистая прибыль, тыс. руб. | 30 122,62 |
| Денежный поток от операционной деятельности, тыс. руб. | 34 125,62 |

Для рассмотрения пессимистичного варианта были установлены предельные значения изменений показателей, указанные в таблице 6. При этом необходимо отметить, что изменение показателей неравномерно в течение четырех лет, а могут меняться как в большую, так и меньшую стороны.

Данный вариант предусматривает увеличение инвестиций на 40–50 % по сравнению с расчетным значением; снижение производительности труда в первые

два года до 20 %, а, следовательно, и выручки; рост расходов до 30 % в первый год и постепенное снижение до 15 % к четвертому году.

Таблица 6 – Предельные значения изменений показателей для каждого года

| | I | ТС ₁ | ТС ₂ | ТС ₃ | ТС ₄ | TR ₁ | TR ₂ | TR ₃ | TR ₄ |
|-----|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| max | -9604 | -263 028 | -241 109 | -219 190 | -186 311 | 256 843,1 | 282 527,4 | 295 369,5 | 308 211,7 |
| min | -10 290 | -284 947 | -263 028 | -230 149 | -208 230 | 205 474,5 | 231 158,8 | 256 843,1 | 282 527,4 |
| от | 40 % | 20 % | 10 % | 0 % | -15 % | -20 % | -10 % | 0 % | 10 % |
| до | 50 % | 30 % | 20 % | 5 % | -5 % | 0 % | 10 % | 15 % | 20 % |

Благодаря функциям Microsoft Excel были сгенерированы данные в рамках указанных интервалов. Для построения ряда данных по ЧДД была использована функция ЧПС, которая возвращает величину чистой приведенной стоимости инвестиции, используя ставку дисконтирования, а также последовательность будущих выплат (отрицательные значения) и поступлений (положительные значения). Результаты расчетов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты имитационного моделирования с равномерным распределением вероятностей случайных величин при пессимистичном варианте

| Показатели | Значения | |
|------------------------|-------------|-----------|
| Среднее значение | 48 421,62 | |
| Стандартное отклонение | 16 349,18 | |
| Коэффициент вариации | 0,33 | |
| Минимум | 12 887,29 | |
| Максимум | 76 381,57 | |
| Число случаев: ЧДД<0 | 0 | |
| Сумма убытков | 0 | |
| Сумма доходов | 2 421 080,8 | |
| Вел.(X) | Нормал.(X) | p(ЧДД<=X) |
| 0 | -4,12 | 0 |

По результатам имитационного анализа ожидаемая величина ЧДД составляет 48 421,62 тыс. руб. Величина стандартного отклонения – 16 349,18 тыс. руб. и не превышает значения ЧДД. Коэффициент вариации (0,33) меньше 1. Результаты вероятностного анализа показывают, что шанс получить отрицательную величину ЧДД отсутствует. Таким образом, с вероятностью 100 % можно утверждать, что

поступления от проекта будут положительными величинами.

Для рассмотрения реалистичного варианта были установлены предельные значения изменений показателей, указанные в таблице 8.

Данный вариант предусматривает как снижение сумм инвестиций до 10 %, так и рост до 20 %, по сравнению с расчетным значением; увеличение показателей производительности труда в первый год от 5 % до 10 %, к четвертому году – до 50 %; снижение расходов от 30 % до 50 % к концу расчетного периода.

Таблица 8 – Предельные значения изменений показателей для каждого года

| | I | TC ₁ | TC ₂ | TC ₃ | TC ₄ | TR ₁ | TR ₂ | TR ₃ | TR ₄ |
|-----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| max | -6174 | -131 513 | -120 554 | -113 978 | -109 594 | 282 527,3 | 333 895,9 | 372 422,4 | 410 948,9 |
| min | -8232 | -175 351 | -170 968 | -164 392 | -153 432 | 269 685,2 | 308 211,69 | 359 580,3 | 385 264,6 |
| от | -10 % | -40 % | -45 % | -48 % | -50 % | 5 % | 20 % | 40 % | 50 % |
| до | 20 % | -20 % | -22 % | -25 % | -30 % | 10 % | 30 % | 45 % | 60 % |

Благодаря функциям Microsoft Excel были сгенерированы данные в рамках указанных интервалов.

Таблица 9 – Результаты имитационного моделирования с равномерным распределением вероятностей случайных величин при реалистичном варианте

| Показатели | Значения | |
|------------------------|---------------|-------------|
| Среднее значение | 473 926,31 | |
| Стандартное отклонение | 16 326,79 | |
| Коэффициент вариации | 0,03 | |
| Минимум | 431 853,34 | |
| Максимум | 0 | |
| Число случаев: ЧДД < 0 | 0 | |
| Сумма убытков | 0 | |
| Сумма доходов | 23 696 315,68 | |
| Вел.(X) | Нормал.(X) | p(ЧДД <= X) |
| 0 | -29,02 | 0 |

Для построения ряда данных по ЧДД была использована функция ЧПС, которая возвращает величину чистой приведенной стоимости инвестиции, используя ставку дисконтирования, а также последовательность будущих выплат

(отрицательные значения) и поступлений (положительные значения). Результаты расчетов представлены в таблице 9.

По результатам имитационного анализа ожидаемая величина ЧДД составляет 473 926,31 тыс. руб. Величина стандартного отклонения – 16 326,79 тыс. руб. и не превышает значения ЧДД. Коэффициент вариации (0,03) меньше 1. Результаты вероятностного анализа показывают, что шанс получить отрицательную величину ЧДД отсутствует. Таким образом, с вероятностью 100 % можно утверждать, что поступления от проекта будут положительными величинами. Сумма всех положительных значений ЧДД может трактоваться как чистая стоимость неопределенности для инвестора в случае отклонения проекта.

Для рассмотрения оптимистичного варианта были установлены предельные значения изменений показателей, указанные в таблице 10.

Данный вариант предусматривает как снижение сумм инвестиций от 15 % до 25 %, по сравнению с расчетным значением; увеличение показателей производительности труда в первый год до 25 %, к четвертому году – до 75 %; снижение расходов от 45 % до 65 % к концу расчетного периода.

Таблица 10 – Предельные значения изменений показателей для каждого года

| | I | ТС ₁ | ТС ₂ | ТС ₃ | ТС ₄ | TR ₁ | TR ₂ | TR ₃ | TR ₄ |
|-----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| max | -5145 | -120 554 | -109 595 | -87 676 | -76 716,4 | 308 211,7 | 359 580,3 | 398 106,8 | 449 475,4 |
| min | -5831 | -164 392 | -153 433 | -131 514 | -120 554 | 269 685,2 | 333 896 | 372 422,5 | 398 106,8 |
| от | -25 % | -45 % | -50 % | -60 % | -65 % | 10 % | 30 % | 45 % | 55 % |
| до | -15 % | -25 % | -30 % | -40 % | -45 % | 20 % | 40 % | 55 % | 75 % |

Благодаря функциям MicrosoftExcel были сгенерированы данные в рамках указанных интервалов. Для построения ряда данных по ЧДД была использована функция ЧПС, которая возвращает величину чистой приведенной стоимости инвестиции, используя ставку дисконтирования, а также последовательность будущих выплат (отрицательные значения) и поступлений (положительные значения). Результаты расчетов представлены в таблице 11.

По результатам имитационного анализа ожидаемая величина ЧДД составляет 575 008,01 тыс. руб. Величина стандартного отклонения – 17 587,11 тыс. руб. и не превышает значения ЧДД. Коэффициент вариации (0,03) меньше 1. Результаты вероятностного анализа показывают, что шанс получить отрицательную величину ЧДД отсутствует. Таким образом, с вероятностью 100 % можно утверждать, что поступления от проекта будут положительными величинами. Сумма всех положительных значений ЧДД может трактоваться как чистая стоимость неопределенности для инвестора в случае отклонения проекта.

Таблица 11 – Результаты имитационного моделирования с равномерным распределением вероятностей случайных величин при оптимистичном варианте

| Показатели | Значения | |
|------------------------|---------------|-----------|
| Среднее значение | 575 008,01 | |
| Стандартное отклонение | 17 587,11 | |
| Коэффициент вариации | 0,03 | |
| Минимум | 540 454,27 | |
| Максимум | 0 | |
| Число случаев: ЧДД<0 | 0 | |
| Сумма убытков | 0 | |
| Сумма доходов | 28 764 885,02 | |
| Вел.(X) | Нормал.(X) | p(ЧДД<=X) |
| 0 | -35,93 | 0 |

Таким образом, анализ показал, что при любом варианте развития событий, результаты внедрения автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность экспертных организаций будет положительными: сокращение затрат, связанных с оплатой труда, превзойдет сумму инвестиций в покупку лицензий для автоматизированного комплекса и переобучение кадров; повысится скорость выполнения экспертизы проекта, что позволит обработать большее число заявок за аналогичное время.

Рассмотрим вариант нормального распределения случайных величин, таких как выручка (TR), расходы (TC) и инвестиции (I). Для автоматической генерации

множества данных воспользуемся инструментом «Генерация случайных чисел» Microsoft Excel.

Исходные диапазоны возможного изменения данных остаются неизменными, добавляются вероятностные оценки.

Таблица 12 – Результаты имитационного моделирования при нормальном распределении случайных величин

| Показатель | Значение при пессимистичном варианте | Значение при реалистичном варианте | Значение при оптимистичном варианте |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Среднее значение | 47 433,72 | 476 181,28 | 576 601,49 |
| Стандартное отклонение | 25 436,92 | 23 679,11 | 30 122,42 |
| Коэффициент вариации | 0,53 | 0,049 | 0,052 |
| Минимум | -20 972,32 | 406 569,85 | 495 552,09 |
| Максимум | 137 723,20 | 539 680,56 | 648 625,02 |
| Число случаев: ЧДД<0 | 3 | 0 | 0 |
| Сумма убытков | -45 809,48 | 0 | 0 |
| Сумма доходов | 2 417 495,6 | 23 809 064,19 | 28 830 074,35 |
| $p(E \leq 0)$ | 0,03 | 0 | 0 |
| $p(M(E) + \sigma \leq E \leq M(E) + \sigma)$ | 0,158 | 0,154 | 0,15 |
| $p(M(E) - \sigma \leq E \leq M(E) - \sigma)$ | 0,341 | 0,341 | 0,341 |

Результаты проведенного имитационного эксперимента ненамного отличаются от предыдущих. Величина ожидаемого ЧДД при реалистичном варианте равна 476 181,28 тыс. руб. при стандартном отклонении 23 679,11 тыс. руб. Коэффициент вариации (0,049) несколько выше, но меньше 1. Результаты вероятностного анализа показывают, что шанс получить отрицательную величину ЧДД возможны только при выполнении условий пессимистичного варианта и не превышает 3 %. В таком случае общее число отрицательных значений ЧДД в выборке составляет 3 из 500. Таким образом, с вероятностью более 97 % можно утверждать, что чистая современная стоимость проекта будет больше 0. При этом вероятность того, что величина ЧДД окажется больше суммы математического ожидания и стандартного отклонения ($M(\text{ЧДД}) + \sigma$), около 15 %. Вероятность попадания значения ЧДД в интервал $[M(\text{ЧДД}) - \sigma ; M(\text{ЧДД})]$ равна 34 % (рисунок 7).

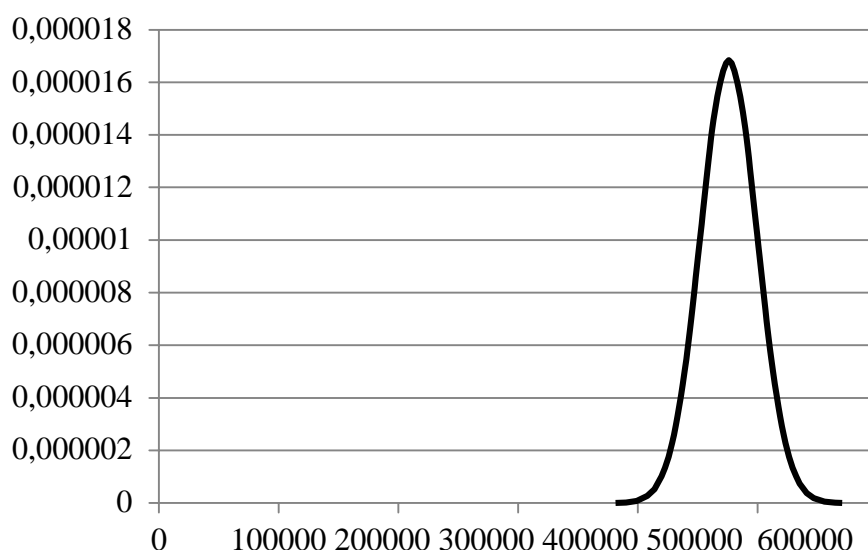


Рисунок 7 – Функция плотности нормального распределения для реалистичного варианта

Для определения вероятности принятия случайной величиной значения того или иного значения необходимо построить график функции распределения, который представлен на рисунке 8.

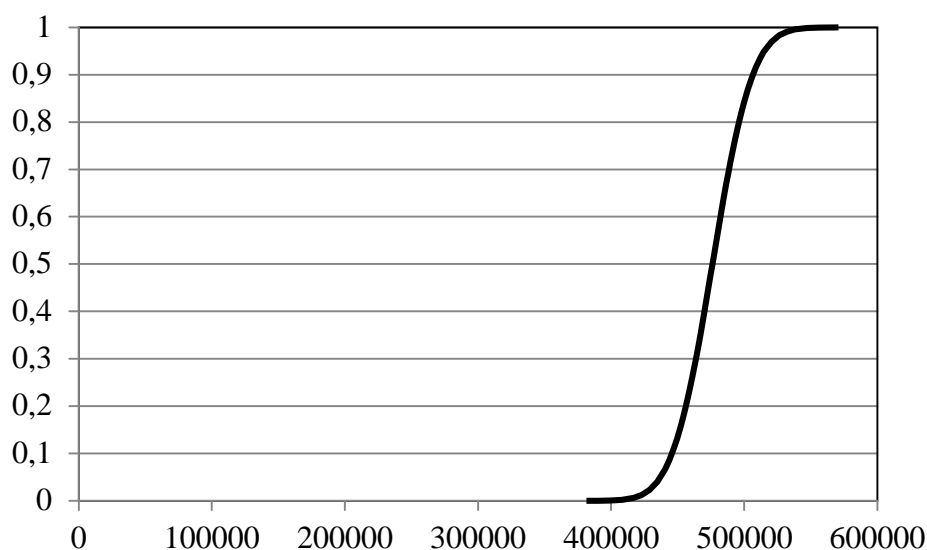


Рисунок 8 – График функции распределения для реалистичного варианта
Вероятность принятия случайной величиной значения больше или меньше математического ожидания одинакова, поскольку функция плотности симметрична в правую и левую стороны от оси ординат

Проанализируем чувствительность показателя ЧДД к изменению отдельных параметров проекта.

Выделим для анализа следующие факторы: выручка, текущие затраты, инвестиции, норма дисконта.

В результате анализа чувствительности чистого дисконтированного дохода к изменению факторов при пессимистичном варианте было выяснено, что наибольшее влияние оказывает изменение выручки и затрат (таблица 13).

Таблица 13 – Анализ чувствительности для пессимистичного варианта

| Факторы | ЧДД при изменении факторов | | | | |
|----------------|----------------------------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| | -20 % | -10 % | Базовое значение | 10 % | 20 % |
| Выручка | -82 002,01 | -17 284,3 | 47 433,36 | 112 151,1 | 176 868,7 |
| Затраты | 167 708,74 | 107 571,1 | 47 433,36 | -12 704,3 | -72 842 |
| Инвестиции | 49 094,24 | 48 263,81 | 47 433,36 | 46 602,92 | 45 772,48 |
| Норма дисконта | 54 751,3 | 50 950,21 | 47 433,36 | 44 176,45 | 41 157,52 |

Данное влияние может быть отражено графически (рисунок 9)

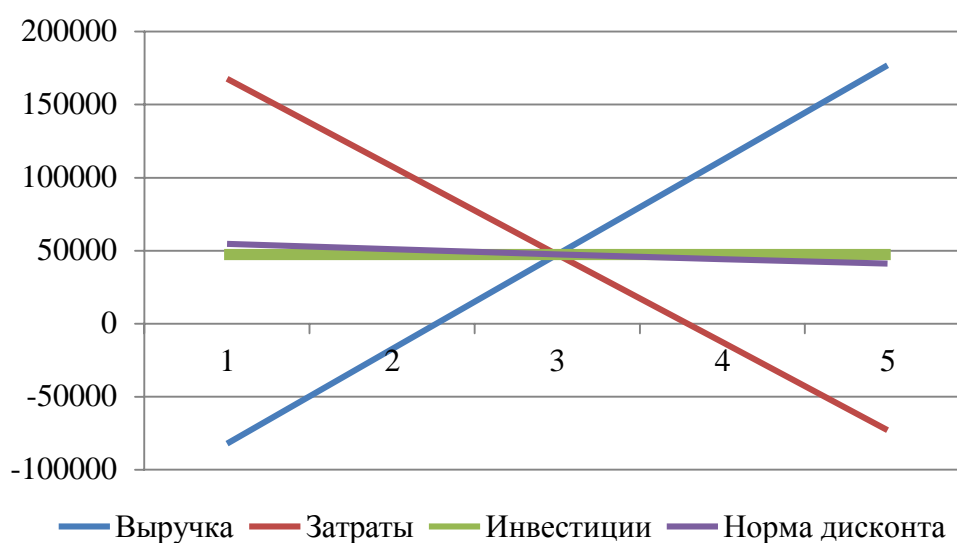


Рисунок 9 – Анализ чувствительности для пессимистичного варианта

Так, при снижении выручки на 10 %, величина ЧДД уменьшится на 136 %, а при росте затрат на 10 %, значение показателя уменьшится в 1,27 раз. В таком случае проект будет считаться неэффективным.

При оценке чувствительности чистого дисконтированного дохода к изменению факторов при реалистичном варианте было установлено, что наибольшее влияние оказывает изменение выручки (таблица 14).

Таблица 14 – Анализ чувствительности для реалистичного варианта

| Факторы | ЧДД при изменении факторов | | | | |
|----------------|----------------------------|------------|------------------|------------|------------|
| | -20 % | -10 % | Базовое значение | 10 % | 20 % |
| Выручка | 315 470,16 | 395 825,83 | 476 181,51 | 556 537,18 | 636 892,85 |
| Затраты | 542 582,44 | 509 381,97 | 476 181,51 | 442 981,04 | 409 780,57 |
| Инвестиции | 477 243,18 | 476 712,34 | 476 181,51 | 475 650,67 | 475 119,83 |
| Норма дисконта | 523 318,12 | 498 983,11 | 476 181,51 | 454 794,47 | 434 713,95 |

В данном случае, риск получения отрицательных значений при заданных условиях изменения факторов отсутствует.

Графическое представление анализа представлено на рисунке 10.

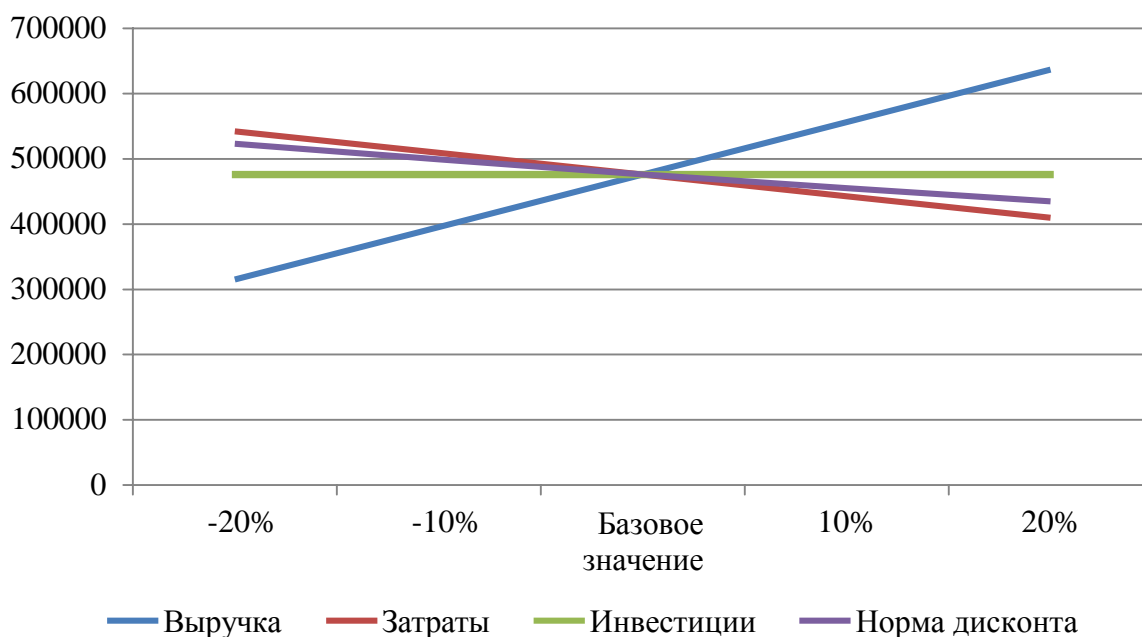


Рисунок 10 – Анализ чувствительности для реалистичного варианта

При изменении выручки на 20 %, чистый дисконтированный доход изменится в ту же сторону на 33 %.

Аналогичная ситуация получена при анализе чувствительности ЧДД при оптимистичном варианте. Показатель чистого дисконтированного дохода особо

чувствителен к изменению значений выручки, риск получения отрицательных величин отсутствует.

Таблица 15 – Анализ чувствительности для оптимистичного варианта

| Факторы | ЧДД при изменении факторов | | | | |
|----------------|----------------------------|------------|------------------|------------|------------|
| | -20 % | -10 % | Базовое значение | 10 % | 20 % |
| Выручка | 394 593,3 | 485 597,55 | 576 601,81 | 667 606,06 | 758 610,32 |
| Затраты | 644 205,21 | 610 403,51 | 576 601,81 | 542 800,1 | 508 998,4 |
| Инвестиции | 577 674,11 | 577 137,96 | 576 601,81 | 576 065,65 | 575 529,5 |
| Норма дисконта | 636 362,13 | 605 483,96 | 576 601,81 | 549 558,32 | 524 210,57 |

При изменении выручки на 20 %, чистый дисконтированный доход изменится в ту же сторону на 31 %.

Таким образом, наименьшая чувствительность получена при оптимистичном варианте изменения факторов, что говорит о наименьшем риске.

Выводы по третьему разделу

Решение задачи повышения эффективности строительства, сохранения качества и возможности запуска проекта в срок, при этом снижая риски и инвестиции, состоит в создании информационной модели проекта строительства и ее дальнейшей передачи на экспертизу.

Мировой опыт проведения автоматизированной экспертизы в странах, где применение BIM-технологий на протяжении многих лет поддерживается государством, показал необходимость детальной проработки информационной базы строительства, определения требований к формату и наполняемости предоставляемой модели, создания единой классификации ресурсов, а также готовности экспертных организаций и населения.

Таким образом, необходимо оценить экономическую эффективность внедрения автоматизированного комплекса экспертизы в деятельность экспертных организаций и выполнить ряд мероприятий для достижения поставленной цели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современном мире инвестиционно-строительная отрасль является одной из ведущих областей народного хозяйства. Это обусловлено тем, что объекты строительства удовлетворяют первоочередные и насущные потребности населения, а вложения в создание и реконструкцию объектов являются, как правило, самыми прибыльными и эффективными.

Развитие рынка строительства неуклонно ведет к непрерывной работе экспертных организаций, а создание технически сложных и уникальных объектов только усложняет процедуру проверки проектной документации.

С начала 2017 года началась глобальная трансформация деятельности экспертных организаций. Изменения в законодательстве, создание различных информационных систем, совершенствование деятельности экспертизы – все это не только создаст комфортные условия получения услуг для граждан (в т.ч. сократит срок получения результатов), но и позволит комплексно управлять процессами, как на уровне регионов, так и всей страны.

На данный момент внедрение BIM-технологий в России находится на начальном этапе становления и развития. Необходимость скорейшего освоения и внедрения BIM осознана уже многими участниками инвестиционно-строительной деятельности и признана на государственном уровне: в 2014 году принят и в настоящее время выполняется План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства.

Опыт внедрения технологий информационного моделирования в таких странах как Великобритания и Сингапур показал, что требуется разработка новых процессов и стандартов, которые должны быть тщательно спланированы и практически проверены для оценки их эффективности. Таким образом, оценка экономических и других эффектов внедрения BIM требует ясного понимания функционирования данных технологий и наличие регулирующих нормативно-

правовых документов не только в рамках конкретного предприятия, но и государства в целом.

Решение задачи повышения эффективности строительства, сохранения качества и возможности запуска проекта в срок, при этом снижая риски и инвестиции, состоит в создании информационной модели проекта строительства и ее дальнейшей передачи на экспертизу.

Мировой опыт проведения автоматизированной экспертизы в странах, где применение BIM-технологий на протяжении многих лет поддерживается государством, показал необходимость детальной проработки информационной базы строительства, определения требований к формату и наполняемости предоставляемой модели, создания единой классификации ресурсов, а также готовности экспертных организаций и населения.

Таким образом, необходимо оценивать экономическую эффективность внедрения автоматизированного комплекса экспертизы в деятельность экспертных организаций и выполнить ряд мероприятий для достижения поставленной цели.

В результате проведенной работы рассмотрены общие положения о процедуре экспертизы. Изучены основные характеристики технологий информационного моделирования (BIM). С целью сокращения времени проведения экспертизы и снижения затрат предложен алгоритм внедрения автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность экспертных организаций, который состоит из конкретных действий для каждого участника. Произведена оценка экономической эффективности внедрения автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность органов экспертизы. Таким образом, цель работы достигнута, задачи решены.

Результаты работы могут быть рекомендованы к использованию в практической деятельности органов экспертизы проектной документации для совершенствования деятельности и приведения ее в соответствии с требованиями законодательства и текущими тенденциями рынка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Градостроительный кодекс Российской Федерации от 03.08.2018 [Электронный ресурс] (ред. от 01.01.2019). – Режим доступа: Система Гарант

2 О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части уточнения объектов инфраструктуры воздушного и железнодорожного транспорта, объектов инфраструктуры морских портов, относящихся к особо опасным, технически сложным объектам [Электронный ресурс] (ред. от 03.08.2018): Федеральный закон от 03.08.2018 г. № 312-ФЗ. – Режим доступа: Система Консультант плюс

3 О внесении изменения в статью 5.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации [Электронный ресурс] (ред. от 03.08.2018): Федеральный закон от 03.08.2018 г. № 330-ФЗ. – Режим доступа: Система Консультант плюс

4 О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] (ред. от 03.08.2018): Федеральный закон от 03.08.2018 г. № 340-ФЗ. – Режим доступа: Система Консультант плюс

5 О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части упрощения размещения линейных объектов [Электронный ресурс] (ред. от 03.08.2018): Федеральный закон от 03.08.2018 г. № 341-ФЗ. – Режим доступа: Система Консультант плюс

6 О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] (ред. от 03.08.2018): Федеральный закон от 03.08.2018 г. № 342-ФЗ. – Режим доступа: Система Консультант плюс

7 О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года [Электронный ресурс] (ред. от 19.07.2018): указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204. – Режим доступа: Система Консультант плюс

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

9 О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2012 г. № 271 [Электронный ресурс] (ред. от 30.12.2017): постановление Правительства РФ от от 30.12.2017 г. № 1719. – Режим доступа: Система Гарант

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

11 Об утверждении Положения об организации и проведении негосударственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий [Электронный ресурс] (ред. от 12.06.2017): постановление Правительства РФ от 31.03.2012 г. № 272. – Режим доступа: Система Техэксперт

12 О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию [Электронный ресурс] (ред. от 17.09.2018): постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87. – Режим доступа: Система Консультант плюс

13 О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий [Электронный ресурс] (ред. от 22.10.2018): постановление Правительства РФ от 05.03.2007 г. № 145. – Режим доступа: Система Консультант плюс

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

15 О государственной программе Российской Федерации «Информационное

общество» (2011–2020 гг.) [Электронный ресурс] (ред. от 12.08.2018): распоряжение Правительства РФ от 20.10.2010 г. № 1815-р – Режим доступа: Система Консультант плюс

16 Об утверждении критериев, на основании которых устанавливается аналогичность проектируемого объекта капитального строительства и объекта капитального строительства, применительно к которому подготовлена проектная документация, в отношении которой принято решение о признании проектной документации экономически эффективной проектной документацией повторного использования [Электронный ресурс] (ред. от 16.10.2018): приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16.10.2018 г. № 662/пр – Режим доступа: Система Консультант плюс

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

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

19 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла [Электронный ресурс]: СП 333.1325800.2017. – Введ. 2018-03-19. – Режим доступа: Система Техэксперт

20 Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного

моделирования [Электронный ресурс]: СП 404.1325800.2018. – Введ. 2018-12-17.
– Режим доступа: Система Техэксперт

21 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели [Электронный ресурс]: СП 328.1325800.2017. – Введ. 2018-06-16. – Режим доступа: Система Техэксперт

22 Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах [Электронный ресурс]: СП 331.1325800.2017. – Введ. 2018-03-19. – Режим доступа: Система Техэксперт

23 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами [Электронный ресурс]: СП 301.1325800.2017. – Введ. 2017-08-29. – Режим доступа: Система Техэксперт

24 Методические рекомендации по проведению экспертизы технико-экономических обоснований (проектов) на строительство объектов жилищно-гражданского назначения [Электронный ресурс]: МДС от 15.01.1997 г. № 11-3.99. – Режим доступа: Система Техэксперт

25 Методические рекомендации по проведению экспертизы технико-экономических обоснований (проектов) на строительство предприятий, зданий и сооружений производственного назначения [Электронный ресурс]: МДС от 15.01.1997 г. № 11-4.99. – Режим доступа: Система Техэксперт

26 Протокол заседания президиума Совета от 04.03.2014 г. № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru>

27 О проведении государственной экспертизы проектной документации [Электронный ресурс]: Письмо ФАУ «Главгосэкспертиза России» от 20.03.2015 г. № 1-13/645 – Режим доступа: Система Техэксперт

28 О переходе к проведению экспертизы проектной документации и (или) инженерных изысканий в электронном виде [Электронный ресурс]: Приказ Москомэкспертизы от 10.12.2018 г. № МКЭ-ОД/18-56. – Режим доступа: Система Техэксперт

29 Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]: утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 г. № 16. – Режим доступа: Система Консультант плюс

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

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

32 Петрова, Е.А. Экспертиза BIM-проектов. Опыт и планы экспертов Мосгосэкспертизы / Е.А. Петрова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bim-proektstroy.ru>

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

34 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>

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

36 Мелихов, Н.С. Преимущества BIM при проведении экспертизы проектной документации / Н.С. Мелихов, А.Ю. Костюченко, А.А. Яценко, Т.К. Нарезная // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 05.

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

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

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

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

41 Король, М.Г. BIM в России: попытка номер три / М.Г. Король [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sgportal.ru>

42 Четверик, М. BIM в государственных и муниципальных закупках / М. Четверик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://samovod.ru>

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

44 Яценко, А.А. Имитационно-информационная модель при оценке эффективности строительных инновационных процессов / А.А. Яценко, Т.И. Слепкова // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 10. – С. 56–59.

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

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

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

48 СТО СМК Сборник нормативов трудоемкости по экспертизе проектной документации и результатов инженерных изысканий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dokipedia.ru>

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

50 Цифровую платформу, объединяющую информационные системы в области строительства, создадут к 2024 году / Пресс-центр Минстрой РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru>

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

52 Куприяновский, В.П. BIM – цифровая экономика. Как достигли успеха? Практический подход к теоретической концепции. Часть 1. Подходы и основные преимущества BIM / В.П. Куприяновский, С.А. Синягов, А.П. Добрынин // International Journal Of Open Information Technologies. – 2016. – № 3 (т.4). – С. 1–8.

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

54 Ляпина, А.Р. Выявление необходимости проведения государственной экспертизы для BIM-проектов в России / А.Р. Ляпина, С.И. Бородин // Управление инвестициями и инновациями. – 2017. – № 2. – С. 68–75.

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

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

57 Шахнович, А.Ю. Информационное моделирование в Республике Казахстан как инструмент управления жизненным циклом объектов строительства / А.Ю. Шахнович // Вестник государственной экспертизы. – 2018. – № 04. – С. 25–27.

58 Зарубин, А.С. ЧМ-2018: особенности проведения государственной экспертизы футбольных стадионов / А.С. Зарубин, Г.В. Чистяков // Вестник государственной экспертизы. – 2018. – № 02. – С. 18–33.

59 Сеницына, Т.В. BIM-технологии и экспертиза проектной документации / Т.В. Сеницына // Вестник государственной экспертизы. – 2018. – № 01. – С. 59–63.

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

61 Петров, В.О. Проведение государственной экспертизы в электронном виде: необходимость и реалии / В.О. Петров // Вестник государственной экспертизы. – 2017. – № 04. – С. 66–67.

62 Шерстобитов, А.Р. Стандартизация экспертной деятельности / А.Р. Шерстобитов // Вестник государственной экспертизы. – 2017. – № 03. – С. 62–67.

63 Давыдов, Д.Н. Современные информационные технологии в работе Мосгосэкспертизы / Д.Н. Давыдов // Вестник государственной экспертизы. – 2017. – № 03. – С. 46–49.

64 Андропов, В.В. Информатизация и цифровизация в работе государственной экспертизы / В.В. Андропов // Вестник государственной экспертизы. – 2017. – № 03. – С. 41–45.

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

66 Грищенко, О.В. Опыт перехода ОГАУ «Госэкспертиза Челябинской области» на электронный документооборот / О.В. Грищенко // Вестник государственной экспертизы. – 2017. – № 01. – С. 62–63.

67 Манылов, И.Е. Развитие государственной экспертизы: инновации, совершенствование регулирования и формирование среды / И.Е. Манылов // Вестник государственной экспертизы. – 2017. – № 01. – С. 32–39.

68 Валов, О.Г. Институт государственной экспертизы в современных условиях: практический опыт ГАУ МО «Мособлгосэкспертиза» и Ассоциации экспертиз строительных проектов / О.Г. Валов // Вестник государственной экспертизы. – 2017. – № 01. – С. 58–60.

69 Цой, В.И. Минстрой России подготовил изменения регулирования института экспертизы / В.И. Цой // Новости государственной экспертизы. – 2016. – № 01. – С. 18–21.

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

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

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

73 Lyapina A.R. Use of building information modelling (BIM) in constuction: the state expert inspection of construction projects in Russia / A.R. Lyapina, S.I. Borodin // Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate. – 2018. – vol. 8, no.2. – pp. 11–17.

74 Borodin S. State examination of BIM-model on the basis of object technological dependencies model / S.I. Borodin, A.L. Lyapina // 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 451 012082.

75 Teo, E.A.L. The potential of Building Information Modelling (BIM) for improving productivity in Singapore construction / E.A.L. Teo, G. Ofori, I.K. Tjandra, H. Kim // Proceedings of the 31st Annual Association of Researchers in Construction Management Conference. – 2015.

76 Choi, J. Development of an open BIM-based legality system for building administration permission services / J. Choi, I. Kim // Journal of Asian Architecture and Building Engineering.– 2015. – № 3.

77 Demian, P. D. The advantages of information management through building information modelling / P. Demian, D. Walters // Construction Management and Economics. – 2014. – vol. 32, no. 12. – pp. 1153–1165.

78 Attarzadeh, M. Identifying key factors for building information modelling adoption in Singapore / M. Attarzadeh, T. Nath, R.L.K. Tiong // Proceedings of Institution of Civil Engineers: Management, Procurement and Law. – 2015. – vol. 168, no. 5. – pp. 220–231.

79 Hadzaman, N.A.H. Bim roadmap strategic implementation plan: Lesson learnt from Australia, Singapore and Hong Kong / N.A.H. Hadzaman, R. Takim, A.H. Nawawi // Proceedings of the 31st Annual Association of Researchers in Construction Management Conference, ARCOM 2015. – 2015. – p. 611.

80 Wong, A.K.D. Attributes of building information modelling implementations in various countries / A.K.D. Wong, F.K.W. Wong, A. Nadeem // Architectural Engineering and Design Management. – 2010. – vol. 6, no. SPECIAL ISSUE. – pp. 288–302.

81 Smith, P. BIM implementation – Global strategies / P. Smith // Proceeding Engineering. – 2014. – vol. 85. – pp. 482–492.

82 Cheng, T.F. Industry-wide adoption through a comprehensive Building Information Modelling (BIM) Roadmap and BIM electronic regulatory submission / T.F. Cheng, L.K. Soon // Proceedings of the 18th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, CAADRIA. – 2013. – p. 743.

83 Bakhareva, O.V. On the building information modeling of capital construction projects market development / O.V. Bakhareva, A.I. Romanova, L.F. Talipova, S.F. Fedorova, T.A. Shindina // Journal of Internet Banking and Commerce. – 2016. – vol. 21, no. S3. – p. 29.

84 Liao, L. Critical success factors for enhancing the building information modelling implementation in building projects in Singapore / L. Liao, E.A.L. Teo // Journal of Civil Engineering and Management. – 2017. – 23(8). – pp. 1029–1044.

85 Zahrizan, Z. Exploring the adoption of building information modelling (BIM) in the malaysian construction industry: a qualitative approach / Z. Zahrizan, Nasly Mohamed Ali, Ahmad Tarmizi Haron, Amanda Marshall-Ponting, Zuhairi Abd Hamid // International Journal of Research in Engineering and Technology. – 2013. – vol. 02, no. 08. – pp. 384–394.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Эффективность внедрения автоматизированного комплекса проверки информационных моделей в деятельность органов экспертизы

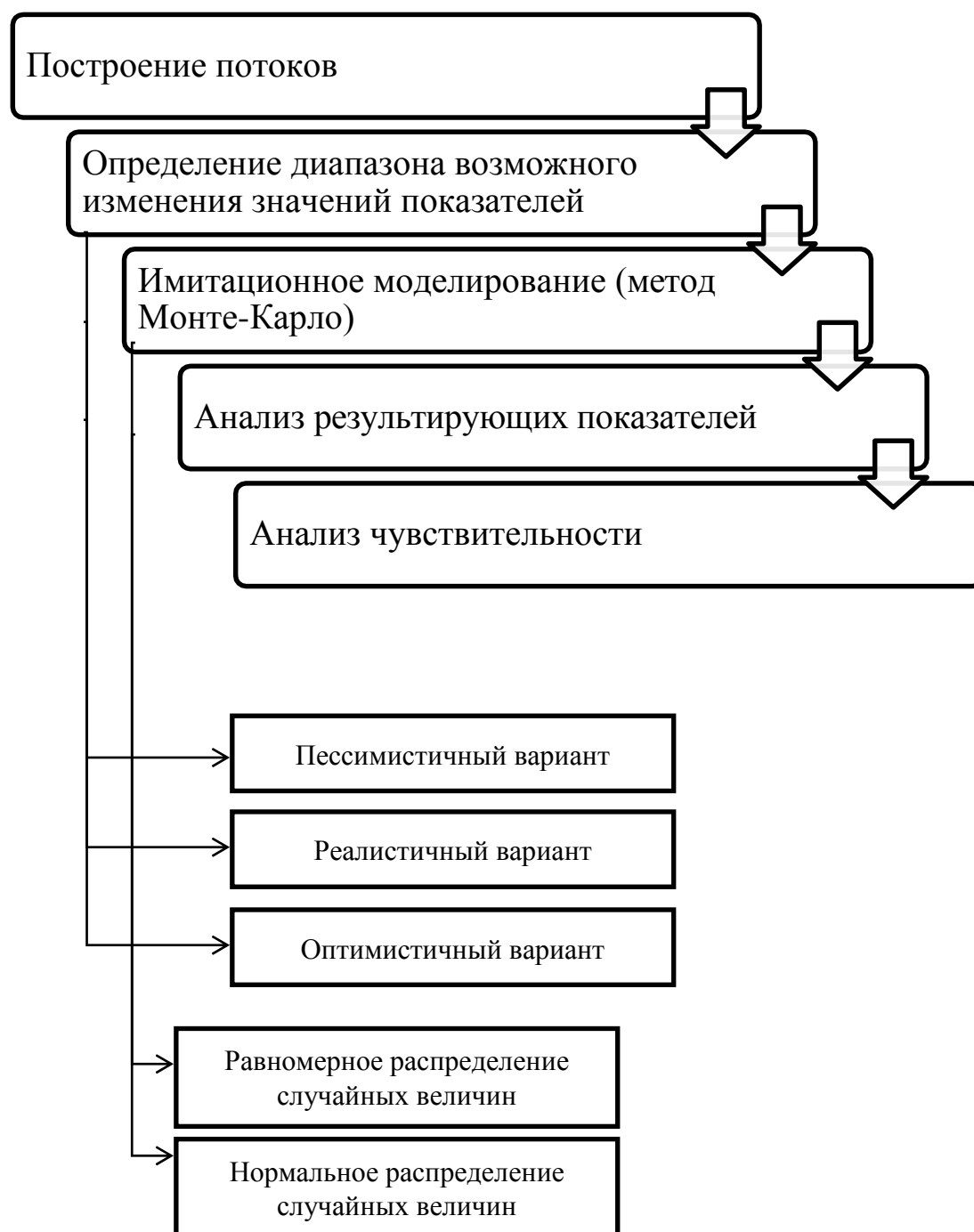


Рисунок А.1 – Общая схема