МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и высшего ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВО «КубГУ»)**

**Экономический факультет**

**Кафедра мировой экономики и менеджмента**

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

д-р экон. наук, профессор

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.В. Шевченко

(подпись)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г.

Руководитель ООП

д-р экон. наук, профессор

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Ж.Д. Дармилова

(подпись)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Работу выполнил \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А. И. Начаркин

(подпись, дата)

Направление подготовки 27.04.02 Управление качеством

Направленность (профиль) Управление производственными и

и бизнес-процессами

Научный руководитель

канд. экон. наук, доцент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е. В. Бондаренко

(подпись)

Нормоконтролер

канд. экон. наук, доцент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Ю.С. Клещева

(подпись)

Краснодар

2021

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Введение 3](#_Toc75384058)

[1 Теоретические основы управления качеством в проектировании 8](#_Toc75384059)

[1.1 Понятие, сущность и уровни качества строительной деятельности 8](#_Toc75384060)

[1.2 Специфика проектной деятельности 22](#_Toc75384061)

[1.3 Менеджмент качества проектной деятельности 33](#_Toc75384062)

[2 Современные тенденции повышения уровня качества в проектной деятельности в сфере промышленного строительства 40](#_Toc75384063)

[2.1 Направления внедрения информационных технологий в процессы управления качеством проектной продукции 40](#_Toc75384064)

[2.2 Международный опыт внедрения информационных технологий в сферу строительного проектирования 53](#_Toc75384065)

[2.3 Анализ состояния информационных технологий в проектной деятельности в российских предприятиях 58](#_Toc75384066)

[3 Информационные технологии как методы повышения уровня качества процессов проектной деятельности 62](#_Toc75384067)

[3.1 Перспективы развития информационных технологий в российском проектировании в промышленном строительстве 62](#_Toc75384068)

[3.2 Предложения по повышению качества проектной деятельности в промышленном проектировании 64](#_Toc75384069)

[Заключение 70](#_Toc75384070)

[Список использованных источникоа 71](#_Toc75384071)

**ВВЕДЕНИЕ**

Строительная отрасль является одной из важнейших стратегических отраслей в промышленном и экономическом развитии России. Ежегодно, значительная часть бюджета России расходуется на строительные и другие различные инфраструктурные проекты развития. Для эффективного использования бюджетных средств и частных инвестиций в объекты капитального строительства необходимо обеспечить наиболее эффективное использование имеющихся ресурсов и высокое качество строительства. Важно понимать, что для осуществления этой задачи, необходимо обеспечение высокого уровня качества на всех этапах жизненного цикла строительного объекта.

Объект капитального строительства имеет три основных жизненных этапа: проектная стадия, строительство и эксплуатация. Проектный этап, в сравнении с строительным, занимает небольшой промежуток времени и на этот этап расходуется малая часть бюджета всего проекта. Однако, именно на этом этапе разрабатываются все ключевые процессы и показатели, разрабатывается проект здания, рассчитывается бюджет проекта и разрабатывается план строительства и эксплуатации. Данное направление деятельности специфично, так как качество проектной деятельности в своем этапе жизненного цикла проекта не выступает непосредственно в виде произведенных на рабочем месте продукции или услуги. Уровень качества проектирования проявляется на стадии строительства и эксплуатации здания, но имеет решающее значение.

Отсюда вытекает необходимость разработки методов оценки и повышения качества проектной деятельности промышленных объектов.

Особо принципиальное практическое значение проблемы повышения качества проектной деятельности приобретает в условиях кризиса и резкое развития данного направления во всем мире.

Цель данной диссертационной работы состоит в теоретическом обосновании и разработке конкретных практических рекомендаций по повышению качества проектирования в сфере промышленного строительства.

Поставленная цель формирует ряд следующих задач:

* изучить сущность и уровни качества строительной деятельности;
* изучить специфику проектной деятельности в промышленном проектировании;
* провести анализ менеджмента качества проектной деятельности;
* выявить современные направления повышения качества в проектной деятельности в сфере промышленного проектирования;
* рассмотреть международный опыт повышения качества проектирования в сфере промышленного проектирования;
* проанализировать направления повышения качества проектной деятельности в сфере промышленного строительства в российских предприятиях;
* выявить проблемы и перспективы развития инструментов повышения качества в проектной деятельности в сфере промышленного строительства на отечественных предприятиях;
* дать практические рекомендации по повышению качества проектной деятельности в сфере промышленного строительства.

Объектом исследования выступают системы управления качеством промышленного проектирования в строительном секторе экономики, а также образующие их процессы и ресурсы, способы и методы проектирования.

Предмет исследования – способы повышения качества процесса проектирования в промышленном строительстве.

Рабочая гипотеза диссертационного исследования базируется на предположении, что повышение качества проектной деятельности в сфере промышленного проектирования сопряжено с изменением подходов в проектировании в целом и развитии информационных технологий, использующихся в данной сфере, в частности.

Научная новизна работы заключается в разработке методических и практических рекомендаций по повышению качества проектирования в промышленном строительстве:

1. в настоящее время происходят серьезные изменения в сфере промышленного проектирования, которые затрагивают как техническую сторону процесса проектирования, так и сферу взаимоотношений заказчика и исполнителя. Нами разработана сравнительная характеристика нескольких подходов к взаимодействию между всеми участниками инвестиционно-строительного проекта и доказаны преимущества Контрактного альянсинга (Project Alliancing).
2. определена ключевая роль информационных технологий повышении качества процесса промышленного проектирования, поскольку их применение позволит значительно сократить риски ошибочных решений,
3. разработана классификация уровней зрелости использования информационных технологий в проектных организациях. Мы предложили направление возможного развития BIM-технологии, определив следующий, седьмой уровень. Он позволит осуществлять текущий и последующий контроль над проектными решениями, а также экспертизу проектной и строительной деятельности в автоматическом режиме.
4. подтверждена необходимость внедрения на государственном уровне многоплатформенной системы, позволяющей реализовывать автоматическое прохождение экспертизы строительных проектов, и выдавать заключение ко конкретным конструкторским решениям.

Практическая значимость данной работы заключается в использовании разработанных в диссертации методических положений и практических рекомендаций, которые позволят руководству кампаний и заинтересованных сторон в строительной сфере повысить уровень качества как проектной деятельности, так и строительства в целом.

Апробация результатов исследования. В течении написания диссертационной работы были опубликованы две статьи:

Бондаренко Е. В., Начаркин А. И. Особенности проектного управления в строительной сфере

Бондаренко Е. В., Начаркин А. И. Развитие BIM технологий в России

В процессе исследования использовались методы: анализ, формализация, моделирования.

За методическую были приняты научные труды отечественных ученых: А. С. Зайцева, К. В. Малинина, В. А. Кощеев, Е. С. Рахматуллина, В. В. Талапов, В. А, Гаврилов, В. И. Малахов, Н. Е. Морозова, А. А. Рогов, М. Ф. Гуськова, М. Ю. Матвеев, Ф. Ф. Стерликов, Л. Н. Третьяк, А. П. Антипова, А. В. Куприянов, К. А. Сарбащев и др.

В работе использованы законодательные акты Российской Федерации по вопросам управления строительными организациями, материалы научно-практических конференций и семинаров, публикации периодической печати.

Источником информации служили документы компании, научная методическая литература.

Выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация) представлена введением, тремя основными разделами, заключением, списком использованных источников, приложением, а также изложена на 77 страницах.

**1 Теоретические основы управления качеством в проектировании**

**1.1 Понятие, сущность и уровни качества строительной деятельности**

В условиях современной рыночной экономики одной из главных задач любой организации является изучение вопроса управления качеством, так как от уровня качества зависит результат деятельности предприятия в целом. Качество - это авторитет организации, увеличение прибыли, рост процветания, поэтому работа по управлению качеством фирмы является важнейшим видом деятельности для всего персонала, от руководителя до конкретного исполнителя [1]. Увеличение объёмов и темпов строительства растет, конкуренция и требования к функциональным показателям промышленных объектов со стороны инвесторов и заказчиков увеличивается, что ставит вопрос о повышении качества строительства очень остро.

Качество строительства можно определить, как совокупность свойств возводимых объектов. Объекты должны обладать этими свойствами, так же эти свойства должны определяться назначением возводимого объекта. Качество промышленных зданий, сооружений и предприятий имеет несколько основных признаков [2]:

* функциональные;
* экономические;
* конструктивные;
* эстетические.

Функциональный признак определяет соответствие сооружения своему назначению, в какой мере отражает объект требованиям к эксплуатации и степень его эффективности в использовании.

Для промышленных зданий функциональный признак отражает в первую очередь способность объекта обеспечить выполнение задач, для которых выполнялось строительство, насколько эффективно и технологично возможно использовать функционал объекта, а также его способность к модернизации.

Экономический аспект качества объекта строительства характеризует уровень обеспечения экономического эффекта от возведения объекта. Этот признак включает в себя стоимость объекта, сроки окупаемости, конкурентоспособность выпускаемой продукции, степень обеспечения объекта возможностью использовать наиболее эффективные технологии для выпуска продукции, объем выпускаемой продукции.

Конструктивный признак отражает прочность возведенного объекта, срок его активной эксплуатации, надежность и устойчивость, а также соответствие необходимым правилам и нормам строительства.

К конструктивным признакам относятся свойства объекта связанные с обеспечением функционирования системы очистки промышленных и бытовых стоков, системы фильтрации выбросов отходов в атмосферу, а также обеспечение нормальных условий труда и пребывания персонала внутри здания и других санитарно-бытовых норм.

Эстетическое свойство объекта отражает его визуальную составляющую, выразительность здания, а также степень соответствия архитектуры окружающим объектам и ландшафту. Так же это свойство затрагивает внутренний дизайн помещений.

Нормативными документами, посредством которых проверяется качество строительства и качество возведенных объектов, являются акты технического регулирования. Для понимания уровня качества объекта определяется соответствие данного объекта необходимым нормативным документам строительства. К таким документам относятся ГОСТы, технические регламенты, классификаторы, санитарные нормы и правила, строительные нормы и правила, стандарты, а также к ним относятся кодексы установившейся практики. Список требований, и нормативных документов очень широк, и для каждого вида объекта применяются свои нормы. Этим нормам и регламентам должны соответствовать все проектные и строительные организации.

В данных нормах не всегда указываются четкие градации показателей качества, не все качественные параметры свойств проектных решений определены конкретно, но подобные акты определяют минимальное или максимальное значение таких показателей, их допустимые значения отклонений от определенных норм, что в свою очередь гарантирует соответствие минимальным критериям качества.

Элементами, которые должны охватывать систему организации, управления, повышения уровня, обеспечения качества процессов, работ и результатов строительства, являются:

* подрядные организации, выполняющие работы по возведению строительного объекта, для достижения современного уровня качества строительной продукции, должны принять и обеспечить такие показатели качества, которые определены нормативной документацией и проектом объекта, а также произвести согласование данной документации с заказчиком;
* необходима заранее разработанная проектная документация, на основании которой будет осуществляться организация и управление работ и услуг по возведению строительного объекта, что обеспечит продукции необходимы уровень качества. Так же, направленные на достижение высоких показателей качества готового строительного продукта, технико-технологические, экономические и организационные меры;
* возможность, в заявленный период эксплуатации здания, поддерживать и повышать уровень качества как самого строительного объекта, так и процессов, и результатов решения задач, для выполнения которых данный объект возводился [3].

В основной период возведения строительного объекта система менеджмента качества и её организация, относительно субъектов реализации данного процесса, делятся на:

* внутренний контроль, выполнение которого является задачей самой подрядной организации и осуществляется непосредственно персоналом данной организации;
* внешний контроль, выполнение которого является задачей учреждений и лиц, не входящих в структуру данной организации.

Выполнение внешнего контроля осуществляется специальными ведомствами и инспекциями, органами государственной власти и региональной власти, органами местного самоуправления, а также общественными и организациями, объединяющими предприятия данной сфер деятельности [4].

Внутренний контроль обеспечивает выполнение соответствия квалификации персонала необходимому уровню, соответствие нормам проектной документации, строительных материалов, оборудования, различных материально-технических ресурсов. Также внутренний контроль предусматривает контроль всего комплекса объектов на этапе ввода в эксплуатацию и завершения строительных работ.

Также в этот период осуществляется лабораторный и геодезический контроль, различные виды испытаний оборудования, результаты которых подтверждаются соответствующей исполнительной документацией, ведение которой является обязательной процедурой в строительстве. После окончания этого процесса подрядчик и заказчик должны передать оригиналы этой документации владельцу объекта на бессрочное хранение.

Внешний контроль и обеспечение надлежащего уровня качества возложена на:

* технический надзор заказчика (застройщика);
* авторский надзор со стороны проектной организации;
* эксплуатационные организации;
* государственный надзор за противопожарной, экологической, санитарно-эпидемиологической, технической и другими видами безопасности в строительстве и на действующих объектах.

Одной из главных организаций по стандартизации и сертификации в области качества является Международная организация по стандартизации. Она занимается разработкой, регулированием стандартов в области качества. Проблема повышения уровня качества в строительстве напрямую связана с внедрением международных стандартов

Международная организация по стандартизации ИСО была образована национальными организациями в области качества в 1946 году.

ИСО определяет свои задачи как содействие развитию стандартизации и смежных видов деятельности во всем мире, с целью повышения эффективности международного обмена товарами и услугами.

1990-е гг. Правительством Российской Федерации разработан и утвержден ряд государственных стандартов Российской Федерации по менеджменту качества в полном соответствии с требованиями стандартов ISO. Это:

* система качества ГОСТ Р ИСО 9001-96. Модель обеспечения качества проектирования, разработки, производства, сборки и обслуживания;
* система качества ГОСТ Р ИСО 9002-96. Модель обеспечения качества при производстве, установке и обслуживании;
* система качества ГОСТ Р ИСО 9003-96. Модель обеспечения качества при окончательном контроле и тестах;
* руководство по системам управления качеством ГОСТ Р ИСО 10011-1-93. Часть 1. Контроль;
* руководство по системам контроля качества ГОСТ Р ИСО 10011-2-93. Часть 2. Квалификационные критерии экспертов-инспекторов систем качества;
* методические указания по аудиту систем качества ГОСТ Р ИСО 10011-3-93. Часть 3. Управление программами инспекций - ГОСТ Р ИСО 40.001-95 Правила сертификации систем качества в Российской Федерации;
* система сертификации ГОСТ Р ИСО 40.002-96. Основные положения;
* ГОСТ Р ИСО 40.003-95 Регистрация систем качества ГОСТ Р.

Построим схему взаимодействия этапов жизненного цикла строительного проекта и системы стандартов серии ISO (рис. 1).



Рисунок 1 – Применении стандартов серии ISO на этапах жизненного цикла [5, с. 202]

Одной из сфер деятельности организации в том, числе является разработка требований к системе управления качеством строительной деятельности и её продукции на всех стадиях её разработки, проектирования, строительства и непосредственного эксплуатирования, посредством разработки нормативных документов и стандартов.

Как международные стандарты, так и, обеспечение и управление качеством продукции ГОСТ, относится ко всем секторам производства материалов и услуг. Организации, занимающиеся строительно-монтажными работами по производству строительных конструкций и деталей должны разработать и внедрить систему менеджмента качества строительной продукции, отвечающую положениям вышеуказанных требований ГОСТ. Данная система подлежит сертификации, то есть принимается организациями по стандартизации Российской Федерации [5]. Благодаря стандартам производители стремятся выпускать более качественную и надежную продукцию. Обеспечение надлежащего качества строительства во многом определяется созданием и наличием интегрированных систем управления качеством строительной продукции и строительно-монтажных работ в строительных организациях. Комплексная система менеджмента качества строительной продукции (КСУКСП) – в строительных организациях имеется ряд мероприятий, инструментов и методов, предназначенных для обеспечения качества выполнения строительно-монтажных работ и выполненного строительства объектов в соответствии с требованиями нормативных документов и утвержденного проекта. документы. Конкретными целями создания и функционирования всеобъемлющей системы менеджмента качества являются:

* анализ и планирование уровня качества;
* нормативное обеспечение качества;
* оценка и сертификация уровня качества;
* организация контроля качества; содействие повышению качества.

Разработкой и внедрением КСУКСП в строительной организации занимается ее руководитель, а работа по созданию системы включает в себя все организационные услуги. Основным содержанием и организационно-методической основой разработки КСУКСП является разработка стандартов строительной организации на выпускаемую продукцию, технологии и методы производства. [6].

При создании комплексной системы менеджмента качества строительной продукции она руководствуется следующими принципами:

* метрология и стандартизация;
* системный подход к его строительству;
* сложность управления качеством строительной продукции;
* рациональная сдержанность;
* динамичность системы;
* обратная связь;
* оптимальность;
* потребности и компетентность;
* интеграция и модульная структура [6].

Принцип метрологии и стандартизации определяет, что все основные требования к качеству продукции должны, во-первых, подлежать измеримому и инструментальному контролю, а, во-вторых, основные функции системы должны соответствовать государственным нормативным документам и положениям, регулирующим деятельность по обеспечению качества продукции. В строительстве такими документами являются классы и другие нормативные документы, связанные с проектированием зданий и сооружений, расчетом строительных конструкций, правилами производства и приемки работ и другие.

Принцип системного подхода к построению КСУКСП включает управление качеством на всех уровнях с учетом всех аспектов и мероприятий по управлению качеством и производством, производственным сервисом и обеспечением качества.

Принцип комплексности управления качеством предопределяет необходимость наиболее полного учета и объема всех факторов, аспектов, маршрутов и мероприятий технического и организационного характера, направленных на достижение высокого качества продукции.

Принцип рационального ограничения тесно связан с предыдущим принципом и требует рассмотрения системы менеджмента качества. Только этими факторами являются строительный процесс, строительное производство и организация в целом, которые в решающей степени влияют на качество конечной строительной продукции. степень.

Принципы полноты и рационального ограничения эквивалентны принципам необходимости и компетентности при выборе факторов, которые следует учитывать при оценке любого явления или процесса.

Принцип динамичности системы подразумевает постоянное повышение нормативных требований к качественным показателям конечной, промежуточной продукции и факторов, ведущих к повышению уровня качества.

Принцип обратной связи тесно связан с принципом динамичности системы, и предполагает работу по развитию всей системы управления качеством, строящуюся на основе получении и анализе данных о функционировании системы. А также на принятых технических и организационных решениях по повышению уровня качеством, управлению им, на основе их рациональности.

Принцип оптимальности говорит о том, что подход к построению системы управления качеством должен достигать наиболее высокую эффективность при минимальных затратах на её внедрение и функционирование.

Принципы интегрированности и модульного проектирования гласят о том, что строительно-монтажная организация, разрабатывая, систему управления качеством должна предусматривать, чтобы она в целом и её составляющие блоки могли быть интегрированы в систему управления качествам, находящуюся на более высоком порядке, частности в систему управления качеством всего холдинга, в которую входит организацию.

Суть управления качеством строительного продукта в рамках КСУКСП понимается через его основные функции:

* планирование;
* организация;
* координация;
* учет и контроль;
* анализ;
* стимулирование.

Планирование качества строительного объекта или конечной строительной продукции включает в себя обширный круг решаемых вопросов и задач, которые связаны с разработкой новых, уникальных проектно-конструктивных изделий, решений здания и сооружений, которые в свою очередь увеличивают повышают их эксплуатационные качества и параметры. Также вопросы, включающие в себя планирование качества строительства связаны с новыми эффективными конструкциями, новыми технологиями производства проектных и строительно-монтажных работ, изготовления строительных конструкций, производства строительных материалов и полуфабрикатов и других технологий, обеспечивающих повышение качества выполнения строительно-монтажных работ и эксплуатационные качества возводимых зданий и сооружений.

Работа по организации управления качеством в строительстве зданий и сооружений, а также в производстве строительной продукции и проектировании состоит в построении и функционировании организационной структуры службы по управлению качеством в строительной организации.

Данные структуры определяются производственной структурой и размером организации, осуществляющую проектную или строительно-монтажную деятельность, а также характером её производства, строительной продукцией и видом выполняемых строительно-монтажных работ.

Координация работ по управлению качеством предполагает согласование и упорядочение действий всех служб и работников управления строительной организации по проведению работ, связанных с планированием и управлением качеством конечной продукции строительства и качеством выполнения строительно-монтажных работ. Развитие методов оценки и сертификации качества состоит в повышении уровня требований к качеству соответственно общему техническому прогрессу в строительстве, изменениям конъюнктуры на рынке строительной продукции, строительных материалов и строительных услуг, в совершенствовании системы оценки и контроля качества и действующей КСУКСП.

Учет и контроль качества состоят в ведении всей документации, связанной с оценкой качества выполненных строительных работ, и в организации внутреннего контроля качества. Анализ качества строительства состоит в сравнительной оценке качества конечной строительной продукции, выполнения строительно-монтажных работ, используемых строительных конструкций и материалов в данной строительной организации, с указанным качеством в других строительно-монтажных организациях, в анализе и оценке имеющихся разработок в области проектирования зданий и сооружений, анализе рынка строительных материалов и конструкций, рынка новых технологий и способов производства работ, в установлении и рассмотрении факторов и причин недостаточного уровня качества фактического выполнения строительно-монтажных работ. Стимулирование качества строительства со стороны строительной организации состоит в соответствующем материальном и моральном поощрении работников и служб за результаты их деятельности по повышению уровня качества строительства. Исполнение всех указанных выше функций осуществляется всеми службами аппарата управления строительно-монтажной организации по их принадлежности. Для общего руководства созданием КСУКСП, обеспечением ее функционирования и развития создается специальная служба управления качеством, которая непосредственно подчиняется техническому директору или руководителю строительно-монтажной организации.

Служба управления качеством осуществляет:

* выработку общей политики строительно-монтажной организации в области качества строительства зданий и сооружений и производства строительно-монтажных работ;
* создание и развитие системы сертификации качества строительства в соответствии с международными стандартами и ГОСТами;
* планирование и организацию выполнения мероприятий по обеспечению и повышению уровня качества строительства и качества строительно-монтажных работ, надежное функционирование системы контроля качества строительства;
* координацию деятельности всех подразделений и служб по выполнению функций управления качеством.

Одним из методов, применяющемся в настоящее время, по управлению и повышению уровня качеством строительной продукции, является метод управления на основе управления стоимостью в строительстве.

Основная цель организаций, занимающихся инвестиционно-строительной деятельностью, - создание качественной строительной продукции, которая будет приносить прибыль. В основе любого строительного производства лежит ряд затрат, связанных как с самим производством, так и с деятельностью строительной организации в целом. Важную роль в успешной хозяйственной деятельности любой организации в инвестиционно-строительной сфере играют методы учета затрат, инструменты анализа, планирования, координации, регулирования и контроля [7], а также затрачиваемые ресурсы.

Анализ и оценка затрат, связанных с качеством, планирование бюджета [8] необходимы для того, чтобы улучшить качество строительства и устранить причины производства некачественных материалов и услуг, а также выделить средства и людей для реализации улучшений. При планировании финансовой деятельности и разработке стратегии производственно-хозяйственной деятельности строительной организации сначала определяются потребности в различных ресурсах, затем определяются потребности в ресурсах для внутреннего оборота и, наконец, осуществляется планирование кредитной деятельности [9].

Процесс бюджетного планирования создания инвестиционно-строительного комплекса также сложен и длительный. Планирование бюджета организации инвестиционно-строительного комплекса состоит из следующих этапов

* определение финансовой структуры;
* определение технологии бюджетирования;
* определение форматов основных бюджетов;
* определение схемы бюджетирования;
* организация бюджетного процесса [9].

Первым этапом планирования бюджетов организаций инвестиционного комплекса является определение финансовой структуры планирования бюджетов строительных компаний. На этом этапе решаются следующие задачи:

* составляется перечень видов экономической деятельности;
* проанализирован правовой статус структурных подразделений;
* рассмотрена организационная структура менеджмента компании;
* предприятия в структурных подразделениях;
* составлен список центров финансовой ответственности, центров финансового учета и возникновения затрат;
* сделано положение о финансовой структуре компании.

На втором этапе бюджетного планирования организации инвестиционного комплекса при определении технологии бюджетирования:

* компания определяет виды основного хозяйственного и дополнительного бюджетов, которые она планирует использовать во внутреннем бюджетировании и финансовом планировании:
* набор операционных бюджетов, установленных центров финансовой ответственности, финансового управления, центра расходов, основного и дополнительного бюджетов для всех вышеперечисленных центров и свободных бюджетов в компании в целом;
* создать разработанную планировку, центры финансовой ответственности для разных бюджетов, финансового менеджмента, центра затрат, строительной организации в целом;
* доработаны возможности консолидированного бюджета, финансовые центры, центры ответственности, финансы, бухгалтерия.

Третий этап – этап планирования, составления генеральных бюджетов инвестиционно-строительного комплекса бюджетных организаций по определению форматов. В ходе реализации этого этапа:

определяется набор статей доходов и расходов, распределение прямых и постоянных затрат и затрат, а также затрат в бюджете доходов и расходов;

на основе анализа структуры производственных затрат центров финансовой ответственности и организации в целом определяет наиболее важные ресурсы и соответствующие им статьи затрат;

* совокупность статей затрат по капитальным затратам;
* набор денежных средств и области использования определяются в бюджете движения денежных средств с учетом критических ресурсов;
* основные финансовые показатели, нормативы и коэффициенты, необходимые для анализа предполагаемого финансового состояния организации вложения и выбран строительный комплекс и отдельная структурная единица [10].

Четвертый этап определяется регламентом составления бюджета инвестиционного комплекса планирующих бюджетных организаций. В ходе реализации этого этапа:

* устанавливается бюджетный период;
* минимальные бюджетные периоды в зависимости от их типа, определяемые организацией, бюджет которой подлежит исполнению;
* редактирование набора, разработка, представление исходных бюджетных форм и консолидация центров финансовой ответственности;
* отклонения от установленной процедуры оценки, бюджета, причин анализа, оцененных раньше фактических значений;
* разработка и консолидация нагруженных регламентов скорректированных бюджетных форм;
* положение о том, как составлять бюджет.

Пятый этап бюджетного планирования организации инвестиционно-строительного комплекса - это организация бюджетного процесса. В ходе реализации этого этапа:

* определяется, какие услуги включены в бюджет;
* распределены функции и полномочия отдельных служб, объем их полномочий;
* определен порядок взаимодействия сервисов;
* составлены организационно-распорядительные документы, регулирующие бюджетный процесс.

Повышение эффективности и рентабельности производства и размера получаемой прибыли невозможно без внедрения системы экономической ответственности в строительных организациях и создания системы управления затратами

Управление затратами – ключевое направление всей системы управления организацией и повышения качества выпускаемой продукции, так как именно здесь закладываются основы для получения фактической прибыли. Оно необходимо для достижения определенного экономического результата, повышения эффективности работы строительной организации и принятия в случае необходимости соответствующих мер [7]. Это один из методов управления качеством проектирования, который используется достаточно давно.

Данный метод относиться к классическим методам повышения качества в проектной и строительной деятельности. В последнее десятилетия происходят значительные изменения и нововведения в данном направлении, что требует новых подходов и использования новых технологий для повышения уровня качества процесса проектной деятельности в промышленном строительстве о которых, подробнее будет написано далее.

**1.2 Специфика проектной деятельности**

Для возводимого строительного объекта характерны следующие основные этапы:

* предпроектная стадия;
* проектная стадия;
* стадия строительства;
* стадия строительства;
* стадия эксплуатации;
* стадия закрытия.

Качество строительного объекта или строительных товаров и услуг объективнее всего рассматривать с точки зрения удовлетворения требований всех заинтересованных сторон: участников проекта, потребителей, инвесторов, государства, населения и другие.

Уровень качества каждого этапа жизненного цикла строительного объекта является крайне важным, однако именно на стадии проектирования закладываются основы дальнейшего уровня качества возводимого объекта, формируется потенциал проекта. Именно на стадии проектирования вносится самый значительный вклад в степень удовлетворенности всех частников проекта.

Управление качеством на каждом этапе жизненного цикла проекта является важным, но именно на стадии проектирования закладываются основы, формируется потенциал проекта и управление качеством вносит наиболее значительный вклад в качество строительных продуктов, предоставляемых потребителю [11].

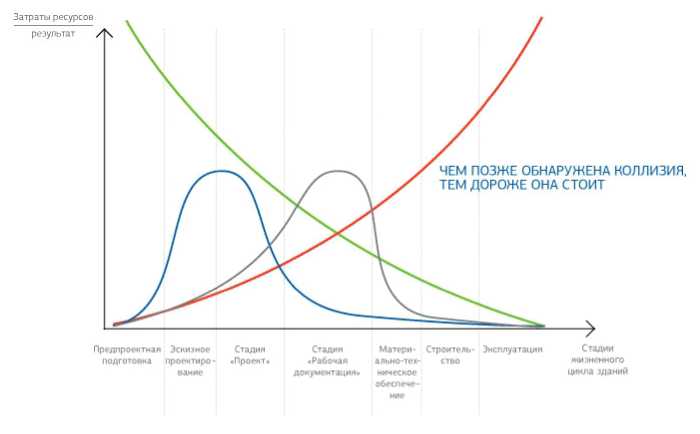
Существенно влияя на качество конечного строительного продукта, проектная деятельность является важнейшей стадией жизненного цикла проекта. В National Economic Development Office, лондонском обзоре, направленном на совершенствование методов контроля качества строительных работ было установлено, что стадия проектирования закладывает более 50% от общего числа несоответствий жизненного цикла строительного объекта [12].

Также стоит учитывать специфику инвестиционных проектов в целом. Практика начала строительных работ и закупок до принятия окончательных решений по составу и структуре проекта – чаще всего и приводит к невозможности остановить проект: слишком много средств уже было потрачено до окончательного осознания эффективности проекта. Общая стратегия управления ИСП – это длительная подготовка с минимальными затратами до окончательного решения и убежденности, и максимально быстрая реализация проекта после принятия решения.

Также для ИСП характерна обратно пропорциональная зависимость между временем реализации проекта и стоимостью исправления ошибок, проведения корректирующих действий, внесение доработок (рис. 2.)

Красная линия обозначает затраты в результате изменения, зеленая – возможность внесения корректировок, серая – активность проектной разработки при традиционном подходе, синяя – активность предпочитаемая активность процесса.

Управление качеством продукции инвестиционно-строительного комплекса происходит на каждом этапе жизненного цикла: при проектировании объектов, при производстве материалов, изделий, деталей и конструкций, при производстве строительно-монтажных работ, при эксплуатации зданий и сооружений. Качество результата инвестиционной деятельности и комплексного строительства зависит от качества каждого этапа, но именно проектная деятельность является первым этапом этой цепочки, так что качество проектной документации оказывает значительное влияние на качества конечного продукта - цели строительства.

Рисунок 2 – Соотношение затрат и стадии жизненного цикла здания [17, с. 56]

Начнем с того, что проектирование – это профессионально осуществляемая предпринимательская деятельность, являющаяся интеллектуальной основой строительного процесса, направленная на применение научных знаний для разработки проектно-технической документации, необходимой для создания и/или реконструкции объектов недвижимости [17].

Особенность проектирования промышленных зданий вытекает из их функциональных особенностей и целей их возведения. В гражданском строительстве функции строительного объекта формируются только на основе потребностей человека, при промышленном же строительстве особенность проектирования диктуется технологическими задачами, процесс производства является определяющим фактором.

Исходя из этого, основой для системы проектирования промышленного объекта является технологический план (регламент описывающий технологический процесс производства), который предварительно составлен специалистами-технологами для промышленного объекта исходя из производственных и бизнес задач здания или сооружения.

Технология, которая будет применяться на объекте, а также все сопутствующие ей процессы определяют основные параметры объекта, в том числе размер здания, его наполненность техническим и транспортным оборудованием. Технологический процесс и сопутствующие для его реализации процессы, определяет необходимость формирования специфических систем вентиляции, отопления, специфического внутреннего плана здания и других специальных требований. При такой специфике проектной деятельности для достижения качественных результатов необходимо тесное сотрудничество архитекторов, инженеров, механиков, технологий и экономистов [13].

Исходя из этого, проект здания, для решения промышленных задач, может быть полностью продиктован специфическими условиями отдельных отраслей. Для иллюстрации влияния производственного процесса на структуру здания можно привести в пример бетонные заводы непрерывного и периодического действия, где различная организация технологического процесса приводит к своеобразным объемно-пространственным решениям. Бетонный завод цикличного действия с вертикальным технологическим процессом представляет собой компактное и высокое здание. Завод непрерывного действия, имеющий тот же состав узлов и механизмов, но с технологическим процессом, расположенным по горизонтали, решается по иному композиционно-пространственному принципу [14]. Производственные здания имеют очень разнообразные архитектурно-пространственные выражения. Некоторые из них имеют очень схожие с общественными зданиям черты, такие как заводы приборостроения, легкого машиностроения, некоторых направлений легкой промышленности. Другие же, напротив, имеют ярко-выраженные черты промышленной архитектуры. Для многих промышленных предприятий характерны большие внутренние пространства, большая высота этажей, что в свою очередь вызывает потребность в специальных проектных решениях, особых приемах наружных ограждений и в целом особом подходе. Это придает таким зданиям особые черты и требует совершенно иного подхода в проектировании, чем в гражданских зданиях [15].

Основными составляющими строительного проектирования являются:

* инновационные разработки;
* анализ проекта;
* технологические процессы и способы строительства;
* организация и управление проектом.

Основными целями и задачами строительного проектирования является конечный результат – возведение и эксплуатирование здания или сооружения, которое будет удовлетворять потребностям его конечных потребителей, инвесторов и, нормам и правилам строительства. Что в свою очередь задает требования с экономической точки зрения, включающее в себя время возведения, стоимость, срок окупаемости и др.

Также, одним из главных критериев успешного создания нового здания или сооружение, является его соответствие ГОСТам, СНиПам, и другим требованиям.

На первом этапе создания проекта, необходимо конкретизировать не только затраты на строительство, но и все аспекты строительства здания, расположение коммуникаций и многие другие моменты, которые необходимо учитывать.

Этапы проектирования регламентированы в стандартах ГОСТ 2.103-2013 «Единая система конструкторской документации» и ГОСТ Р 15.201-2000 «Система разработки и постановки продукции».

Последовательность выполнения каждого этапа формирует официальную структуру процесса исследования проектной документации, которая как правило применяется определений требований и сроки их выполнения между заказчиком и исполнителем.

Процесс проектирования здания или сооружения предполагает под собой полный спектр работ по созданию документации проекта, который как правило состоит чертежей и графиков, анализов и планов здания в различных разрезах и ракурсах, для различных составляющих здания.

Проект возведения сооружения состоит из нескольких разделов, и обязан включать в себя:

* архитектурно-строительный;
* инженерный;
* лицензия, выданная компании-разработчику.

Архитектурно-строительный раздел состоит из основных данных о проекте, включающий в себя общий план здания, описание внутренних конструкций, отмечаются наиболее подходящие линии проведения коммуникаций. Также, для промышленных сооружений, в этом разделе формируется план размещения технологических конструкций.

Инженерный раздел – это разработанная документация по проектированию всех необходимых систем. В данном разделе разработана документация по проведению всех систем, обеспечивающих технологический процесс, функционирования здания в целом и систем, обеспечивающих необходимыми условиями работу персонала. Также данный раздел включает в себя всю информацию о необходимых для строительства материалах и их количестве. К данному разделу прилагается лицензия на осуществление строительного проектирования, которая выдается каждой организации индивидуально.

Само проектирование включает в себя две основные стадии:

1. предпроектная подготовка;
2. проект.

Предпроектная подготовка – деятельность, направленная на обоснования строительной деятельности на данном участке и права на его получение. Происходит сбор материалов, данных, на основании которых, в дальнейшем, реально оценить возможность создания данного здания или сооружения, его стоимость, сроки и виды используемых технологий для достижения результатов. Предоставляются на этой стадии такие разделы проектной документации как:

* общая пояснительная записка;
* фасады, поэтажные планы, разрезы;
* расчеты инженерных нагрузок;
* генеральный план и транспорт.

Стадия Проект представляет собой основную, утверждаемую часть документации на проектирование зданий. На стадии Проект выполняются комплекты чертежей по всем разделам в объеме, необходимом для прохождения согласований в заинтересованных государственных органах. Выполняется на основании действующих государственных стандартов, норм, правил и технического задания заказчика в составе:

* общая пояснительная записка стадии проект;
* генеральный план стадии проект;
* архитектурный проект;
* конструктивная часть стадии проект;
* технологическая часть стадии проект;
* решения по инженерному оборудованию и инженерных систем и сетей стадии проекта;
* охрана окружающей среды стадии проект;
* энергоэффективность здания стадии проект;
* инженерно-технические мероприятия ГО и ЧС стадии проект;
* решения по обеспечению условий жизнедеятельности инвалидов стадии проект;
* проект организации строительства стадии проект;
* расчет сметной стоимости строительства.

Завершающим этапом проектирования непременно должно быть согласование проекта. Разделы проектной документации:

* генеральный план (ГП);
* организация рельефа (ОР);
* благоустройство и озеленение (Благ);
* водопровод и канализация (ВК);
* водостоки;
* архитектура (АР):
* конструктивные решения (КР):
* отопление и вентиляция (ОВ):
* технология (ТЧ):
* электрооборудование (ЭО):
* системы связи (СС):
* вертикальный транспорт (ВТ):
* автоматизация (АВТ):
* проект организации строительства (ПОС):
* сметная документация (Смет):
* сводный сметный расчет стоимости строительства (ССРСС):
* кондиционирования.

Очевидность важности стадии проектирования также, заключается в том, что проблемы стоимости, планирования и эксплуатации объекта строительства могут быть отслежены до проблем качества проектирования. Ошибки проектирования, неполные данные для непосредственного строительства, конструктивные недостатки изделий влияют на конечную эксплуатацию [16].

Стоимость всего этапа проектирования, в среднем составляет лишь 3-10% от стоимости всего проекта возведения и эксплуатации строительного объекта. Такая ситуация, стимулирует оптимизировать и повышать качество процесса строительства, также строительству уделяется большее внимание при разработке новых способов и инструментов, повышающих эффективность. Однако, процесс проектирования, хоть и является не самым объемным пунктом в плане стоимости, является одним из наиболее важных, так как имеет колоссальное влияние на последующую стоимость всего проекта.

По мнению многих исследователей и практикующих специалистов проектные ошибки являются одной из главных причин возникновения споров между заказчиком и подрядчиком, а также одной из основных причин изменения заказов в ходе строительства. Повышение качества изначального проектирования позволит сократить время и стоимость привлечения специалистов для проведения корректирующих действий, а также сократит стоимость совершения этих корректирующих действий.

В Великобритании исследовательская организация Building Research Establishment, работающая в сфере строительства провела исследование, в ходе которого выяснилось, что 50% несоответствий строительства возникают из-за отсутствия должного качества проектирования.

Также специфичной является реализация подрядных отношений в рамках договора на проектирование строительства промышленных объектов.

Проектная деятельность регулируется на основании норм гражданского законодательства. В соответствии со статьей 758 Гражданского кодекса Российской Федерации «по договору подряда на выполнение проектных работ подрядчик (проектировщик) обязуется по заданию заказчика разработать техническую документацию, а заказчик обязуется принять и оплатить их результат [18].

В ходе взаимоотношений по работам, связанным с осуществлением проектной деятельности заказчик должен передать исполнителю техническую документацию, которая включает в себя техническое задание на проектирование, исходно-разрешительную документацию и технические условия. Исходно-разрешительная документация – это документация, которая содержит сведения градостроительного, землеустроительного, инвестиционного характера, а также дополнительную информацию, которая необходима для специальных органов государственной власти и для органов местного самоуправления. На основании этой информации принимается решение об обосновании и разрешении реализации проектируемого объекта [19].

В процессе формирования исходно-разрешительной документации, возникают различные проблемы, связанные с необходимостью запроса дополнительных данных, не указанных в исходных документах, вовремя предпроектного обследования и инженерных изысканий. В связи с этими проблемами календарный план и сроки выполнения определенных стадий проекта могут значительно увеличиться, что повлечет за собой повышение стоимости реализации проекта. Документы, запрашиваемы в государственных органах могут предоставляться в течении нескольких месяцев.

Также, заказчик обязан предоставить организации, проектирующей будущий объект техническое условие – документ, в котором описаны требования к конечному строительному объекту. Документ, в том числее, должен включать в себя конкретные процедуры и критерии в соответствии с которыми данные требования будут считаться выполненными или невыполненными. На данным этапе также возникают проблемы, связанные с необходимостью передачи технического условия вместе с заданием на проектирование. Однако, задание на проектирование может быть множество раз изменено, в ходе предпроектных действий, что делает передачу технического условия более рациональным на последних этапах предпроектной фазы.

Следующим этапом после формирование исходно-разрешительной документации и передачи технических условий, является этап проведения торгов и заключение договора [18].

После подписания договора в отношениях появляется новый субъект – проектировщик. В ходе разработки или корректировки основных технических решений могут возникать различные споры. Так, например, в задание на проектирование указано, что отопительная система должна быть определенной мощности, однако не указано какой именно поставщик будет задействован. В ходе выяснения данного вопроса, может возникнуть как задержка, так и конфликт, при заинтересованности одной из сторон в выборе определенного поставщика.

Именно из-за возможности различного трактования, техническое задание должно иметь определенный уровень точности, подготовлено и предоставлено заказчиком исполнителю до заключения договора[20].

Далее следует этап проведения проектной экспертизы. Экспертиза проектной документации – это проверка всей проектной документации, включающая в себя текстовые документы, чертежи, рисунки, карты и схемы [21].

Экспертиза, как уже говорилось выше, бывает внутренней и внешней. Также, предусматриваются возможности для проведения экспертизы определяемой как внешней, организацией самостоятельно, если она является аккредитованной для проведения таких работ соответствующими государственными органами.

Экспертиза проектной документации для организации связанна с определенными издержками и проблемами. Осуществление экспертизы требует оплаты, и при выявлении несоответствий нормам проект подвергается корректировкам и исправлениям, затраты на которые возлагаются на проектную организацию. Это создаёт для организации мотивацию для избежать данную экспертизу. Одним из способов избежать данную процедуру для проведения углубленной экспертизы на промышленную безопасность объекта является обозначение вида строительства как «техническое перевооружение» или «капитальный ремонт», при наличии в проектной документации явных признаков капитального строительства [22].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что большинство проблем, возникающих в ходе взаимоотношений между заказчиком и подрядной проектной организацией, связаны либо с недобросовестным выполнением обязанностей как заказчика, так и исполнителя. А также, проблемы возникают из-за неточности выполнения формальных процедур.

**1.3 Менеджмент качества проектной деятельности**

Создание и внедрение системы менеджмента качества на проектное предприятие, как правило, продиктовано, несколькими объективными факторами, в числе которых:

* обеспечение конкурентоспособности конечной продукции;
* выполнение обязательств перед заказчиком в рамках договора;
* выполнение требований нормативных документов, регламентирующих данный вид деятельности и выполнение непосредственных требований контролирующих организаций.

Разработка, внедрение и использование системы менеджмента качества связана с определенными трудностями для предприятия. В ходе реализации системы менеджмента качества характерно возникновение серьезных проблем, затрудняющих её функционирование, в основном связанных с внутренним сопротивлением персонала предприятия. Реализация концепции СМК предполагает изменение организации и правила работы специалистов, что провоцирует недовольство. При внедрении данной системы на крупные предприятия промышленного и гражданского строительства, как правило отсутствует понимание совокупного количества необходимых работ по внедрению, а также итогового количества затраченного времени и ресурсов. Данное явление присутствует не только на уровне рядовых специалистов, но и на уровне топ менеджмента кампаний. Это связано с отсутствием квалифицированных специалистов по внедрению систем менеджмента качества на предприятие и с уникальной, сложно структурой каждого конкретного предприятия в данной отрасли [23].

Данная ситуация приводит к отсутствию видимых результатов от внедрения системы, работа предприятия не ставится эффективней, представляет собой неактуальную устаревшую систему, включающую не структурированную, бесполезную информацию [24].

Также существенными недостатками СМК является значительные затраты при проведении внешнего аудита данной системы и невысокая мотивация в её применении работниками и отсутствие преемственности среди сотрудников в связи с ротацией кадров. Проблема текучести кадров является немаловажной характеристикой строительного предприятия. В сфере промышленного проектирования не редкой ситуацией является набор специалистов под конкретный проект. Длительность проекта может доходить до нескольких лет, что формирует свою собственную систему управления качеством в рамках именно этого проекта, структуру распределения ответственности и разработку KPI. Это является рациональным для эффективного осуществления данного проекта, но усложняет структуру СМК предприятия в общем. К тому же проектная команда расформировывается после его окончания, и специалисты либо переходят на осуществление задач в других проектах, либо в их услугах предприятие больше не нуждается. В целом такая специфика проектной деятельности формирует обособленные подразделения внутри кампании, с точки зрения системы менеджмента качества, и разрушает преемственность функций и правил работы [25].

Авторами работ посвященным проблеме внедрения СМК на строительные предприятия, также выявлены два основных вида проблем [26, 27, 28]:

* проблемы, связанные с созданием СМК;
* проблемы, связанные с функционированием СМК.

В итоге, с связи с вышеизложенными проблемами, менеджмент качества, внедрение СМК на проектное предприятие воспринимается как обязательный процесс, но не несущей в себе какой-то результативности.

Рассмотрим проектный этап более подробно, с точки зрения выполняемых стандартов и нормативов (рис. 3).

Система измерения мониторинга продукции

Система непрерывных улучшений качества

Система планирования работ по качеству

Политика в области качества

Процессная модель организации

Система планирования работ по качеству

Система внешней проверки качества

Система внутренней проверки качества

Рисунок 3 – Основные компоненты СМК [26, с.45]

Выделяется основные компоненты СМК, позволяющие реализовать менеджмент качества на проектном предприятии в полном объеме, а также сформировать схему комплексной системы обеспечения качества в строительстве.

Также существенной проблемой при менеджменте качества в проектной организации, является мнение о том, что заказчики удовлетворены предоставляемым качеством.

Для разработки структуры показателей качества проектной деятельности предполагается следующая иерархическая структура (рис. 4), в которой выделяется взаимосвязанные системы менеджмента, интегрированные в общую систему управления организацией.



Рисунок 4 – Этапы проектной стадии жизненного цикла объекта с учетом применения стандартов серии ISO [30, с. 236]

На данном рисунке видна взаимосвязь и в тоже время иерархическая зависимость показателей для обеспечения наиболее эффективного управления качеством в проектной деятельности.

Так как проектный этап строительства является, с точки зрения всего жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, только подготовительной стадией строительства, не всегда проблемы возникающие на стадии возведения объекта напрямую связывают с недостаточным качеством проектирования.

Стандарты серии ISO (рис. 5), соответствующие выбранным показателям качества и имеющие идентичные российские аналоги ГОСТ Р

Рисунок 5 – Дерево показателей качества для проектной стадии жизненного цикла строительного объекта [31, с. 36]

Данное дерево показателей наглядно показывает показатели, для осуществления качества проектной стадии. К данным показателям относятся технические, экономические социальные и др.

Также стоит отметить, что наиболее эффективные СМК проектной деятельности, являются международными стандартами по управлению и контролю качества, и в тоже время имеют российские аналоги.

Это система менеджмента качества ISO 9001:2015 (ГОСТ Р 9001-2015), система экологического менеджмента ISO 14001:2015 (ГОСТ Р 14001-2016), система менеджмента безопасности труда и охраны здоровья OHSAS 18001:2007 (ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007), Системы менеджмента информационной безопасности ISO/IEC 27001:2005 [30].

Рассмотрим схему создания интегрированной системы менеджмента для проектной стадии в промышленном строительстве (рис. 6).

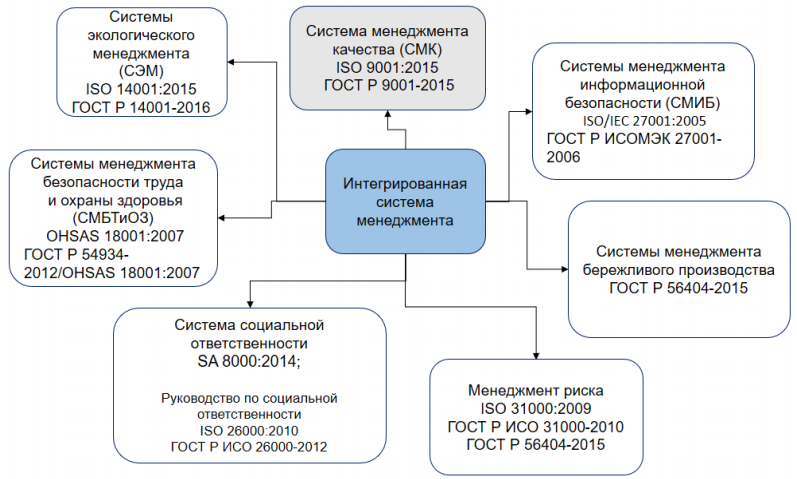


Рисунок 6 – Создание интегрированной системы менеджмента на основе стандартов серии ISO [31, с. 59]

Следует отметить, что, несмотря на возникающие проблемы при управлении качеством в проектных организациях, уровень качества продукции растет, а также современный уровень стандартов в области качества и управления позволяет, с использованием новейших информационных и производственных технологий, обеспечивать высокий уровень качества жизненного цикла строительных объектов, и достигать удовлетворенности потребителей и заинтересованных сторон качеством продукции строительной отрасли.

Для обеспечения повышения эффективности менеджмента качества проектирования и контроля необходимо разработать систему сбалансированных показателей качества, который отражает удовлетворенность продуктом потребителей, заказчиков и заинтересованных сторон [29].

Предприятия удовлетворены текущим уровнем качества, что препятствует внедрению СМК. В случае же действующей СМК на предприятии, отсутствует необходимость в её совершенствовании.

.

**2 Современные тенденции повышения уровня качества в проектной деятельности в сфере промышленного строительства**

**2.1 Направления внедрения информационных технологий в процессы управления качеством проектной продукции**

Необходимость повышения экономической эффективности в целом, в частности, в таком важном направлении как строительство, повышение требований к объектам промышленного строительства, их эксплуатационных свойств, необходимость снижения сроков возведения объекта при повышении его производственных характеристик, вынуждает участников строительной отрасли применять оптимизационные минимально допустимые проектные решения. Также, высокие требования к срокам промышленного строительства сказываются на уровень управленческих решений.

В таких условиях возрастает риск допущения проектных и строительных ошибок, которые могут привести к отсутствию разрешения на ввод в эксплуатацию уже возведенного объекта, что оборачивается колоссальными убытками для всех участников проекта, либо к отсутствию у проекта необходимо уровня качества для достижения необходимых экономических показателей эксплуатации промышленного объекта.

Именно применение инновационных информационных технологий в управленческих решениях при проектной деятельности и на стадии возведения объекта, позволяют добиться наиболее впечатляющих результатов [31].

Применение информационных технологий подразумевает охват сразу нескольких направлений в проектно-строительной деятельности. При определенном уровне развития таких технологий в отрасли, и достаточного опыта работы с такими технологиями, существует возможность с их помощью реализовать повышение качества процесса создания проектной документации, реализовать повышение качества принятия управленческих решений, и значительно увеличить уровень качества итогового объекта за счет снижения количества проектных ошибок. Кроме того, применение данных технологий позволяет автоматизировать многие процессы, а также ускорить процесс обмена данными между всеми участниками проекта, что снизит длительность его осуществления [32].

Учитывая обширный международный опыт работы в направлении повышения эффективности проектно-строительной деятельности, а также беря во внимание результаты, уже достигнутые на отечественном рынке, о чем подробнее будет написано ниже, наиболее перспективное направление в области повышения качества проектной деятельности в промышленном строительстве – это информационные технологи.

В последнее десятилетие в мировой строительной отрасли происходит серьезная трансформация, связанная с переходом от традиционных методов реализации строительных проектов к инновационным способам как с технической стороны, так и со стороны восприятия философии реализации данных проектов. Техническая сторона заключается в использовании новых информационных систем и программных продуктов, изменение восприятия проекта заключается в понимании важности тесного взаимодействия и доверия между всеми участниками проекта.

В первую очередь произошло изменения в отношениях между Заказчиком и Исполнителем (и всеми участниками процесса). Обобщенно новый способ взаимодействия получил название Контрактный альянсинг или проектный союз (Project Alliancing).

Project Alliancing – это, в общем случае, контракт многостороннего объединения Заказчика и Исполнителей в проекте на закрытых условиях Заказчика, когда все участники проекта получают свою долю прибыли, исчисляемую от объема выполненных работ, только после сдачи объекта в эксплуатацию. Альянсинг получил основу как американский термин, под которым понимают понятийные холдинговые компании без юридического оформления прав собственности, которые объединяются своими компетенциями для реализации проектов.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика Альянсинга и контракта с фиксированной ценой (составлено автором)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Статья | Фиксированная цена | Альянсинг |
| Риски | Передаются полностью Исполнителю | Делятся между участниками Альянса |
| Стоимость | Полная стоимость проекта соответствует фиксированной цене | Полная стоимость проекта не определена и формируется по мере контрактации |
| Сроки | Длительность контракта фиксированная и неизменна | Полная длительность проекта не определена и формируется по мере контрактации |
| Отношения | Права и обязанности по контракту | Доверие, партнерская поддержка, командная работа |
| Решение спорных ситуаций | Строго прописываются в контракте | Обсуждается при возникновении в соответствии с договоренностью |
| Судебные споры | Строго по контракту | По контракту, но оговаривается в общих чертах и решается по конкретному событию |
| Обязательст-ва | Индивидуальные у исполнителя | Коллективное у членов альянса |
| Превышение стоимости | На исполнителе | Вопрос инициируется Заказчиком при возникновении, делиться между участниками при обоснованных претензиях |
| Отношение к проекту | Это их проект | Это наш общий проект |
| Выбор соисполните-лей | Конкурсные процедуры | Соответствие условиям присоединения к альянсу (пулу) |
| Предпроект-ные издержки | Могут быть разные зависит от качества предпроектной документации | Обычно чрезвычайно высокие, в том числе организационные Альянса |

В определенном смысле, Альянсинг – это продолжение Партнерских двусторонних контрактов, когда партнерские отношения распространяются и на прочие компании, принимающие участие в проекте. Для понимания ключевых различий двух подходов при работе с ИСП, нами была разработана сравнительная таблица проектов, осуществляющихся по фиксированной цене и проектов в рамках Альянсинга.

Основные отличия отношений в Альянсе, от традиционных контрактов с фиксированными ценами на услуги для исполнителей представлены в таблице 1.

Для создания проектной документации и разработки плана, бюджета, сроков, этапов возведения и дальнейшей эксплуатации промышленных строительных объектов существует различное программное обеспечение.

Они относятся к система автоматизированного проектирования, или другими словами программами, по своему функциональному назначению, предназначена для автоматизации процесса разработки конкретной раздела или конструкционной детали.

Существует несколько видов таких программ:

* CAD (computer aided design). Это система автоматизированного проектирования используется для создания проектной документации. С его помощью создаются двухмерные и трехмерные чертежи. CAD, в свою очередь, разделяется на 2 класса: CADD (computer aided design and drafting) – проектирование и создание чертежей и CAGD (computer aided geometric design) – геометрическое моделирование. Большинство программного обеспечения относиться именно к этому виду, в том числе: AutoCAD, nanoCAD, ArchiCAD и многие другие;
* CAE (computer aided engineering). Его назначение заключается в проведении инженерных расчетов на теплопроводность, прочность, жесткость, стойкость к огню. У этого вида ПО в свою очередь есть подвид - CAA (computer aided analysis), который используется для компьютерного анализа;
* САМ (computer aided manufacturing). Автоматизирует создание программ обработки или технологической обработки на оборудовании с информационным программным управленеим;
* CAPP (computer aided process and planning). Используется для разработки планов по управлению технологических процессов в проектировании и строительстве [34].

Совокупность этих программ обеспечивает повышение качества проектирования и уменьшения или отсутствие рутинных операций, что в свою очередь, сокращает сроки проектирования многократно [33].

Благодаря развитию интернет-сети, развитию информационных технологий открылись возможности для развития технологий информационных технологий в проектировании.

После частичного или полного перехода к формам сотрудничества на основе альянсинга, появилась острая необходимость в подходящем техническом обеспечении, что совпало с развитием информационных технологий в целом.

Результатом необходимости и возможности стало появление технологии информационного моделирования зданий (BIM).

В переводе с английского BIM (Building Information Modeling) - информационное моделирование зданий и сооружений. Наиболее полное определение: BIM – процесс коллективного создания и использования информации о здании или сооружении, формирующий основу для всех решений на протяжении всего его жизненного цикла (от планирования до выпуска проектной, рабочей документации, строительства, эксплуатации и сноса).

В основе этой технологии лежит процесс совместного создания и использования всеми участниками ИСП информационной модели объекта строительства. Это согласованная, взаимоувязанная структурированная информация по проекту, аккумуляция информации в единой системе о проекте, которая включает в себя 3D модель, архитектурную, конструкторскую, инженерную, технологическую, экономическую и иную информацию. То есть в единой системе, доступной всем участникам процесса, присутствуют все данные о инженерных решениях, сопутствующей документации, стоимости каждого элемента, сроках и последовательностях его реализации. Каждое изменение в конструкции, сроках реализации, стоимости и тд. отражаются в общей системе, что дает возможность сразу понять какие элементы и параметры проекта необходимо изменять в соответствии с внесенными корректировками.

Простыми словами, без наличия общей информационной модели объекта, возникало много не состыковок между различными подрядчиками и участниками, например, при внесении корректировок в проект воздуховодов, не была учтена необходимость изменения в проекте электроснабжения этих воздуховодов (так как, проектированием занимаются различные подрядчики). Ошибка была замечена только на стадии непосредственного сооружения, что повлекло за собой снос части здания [31]. При наличии общей информационной модели вероятность возникновения таких ошибок значительно меньше.

Модель визуализирована и не является статичной, что позволяет выявить необходимость внесения корректировок на ранних стадиях, а также повышает качество самого проектирования, так как открывает возможности для детализации, множества вариантов проработки и анализа существующей модели [32].

На стадии проектирования, для обеспечения информационного обслуживания в промышленном строительстве, используется система автоматизированного проектирования и специализированное ПО. Это позволяет рассчитать конструкции и инженерные коммуникации, создавать 3D модели объекта, а также позволяет качественней и быстрей создавать проектную документацию проекта. Вся информация, для эффективного использования, должна быть объединена единой информационно системе с возможностью управления проектом на всех стадиях жизненного цикла и возможностью внесения корректировок. BIM является таким современным решением (Building Information Modeling).

Этапы применения BIM технологии на практике для информационного обеспечения жизненного цикла возводимого объекта строительства (рис. 7).

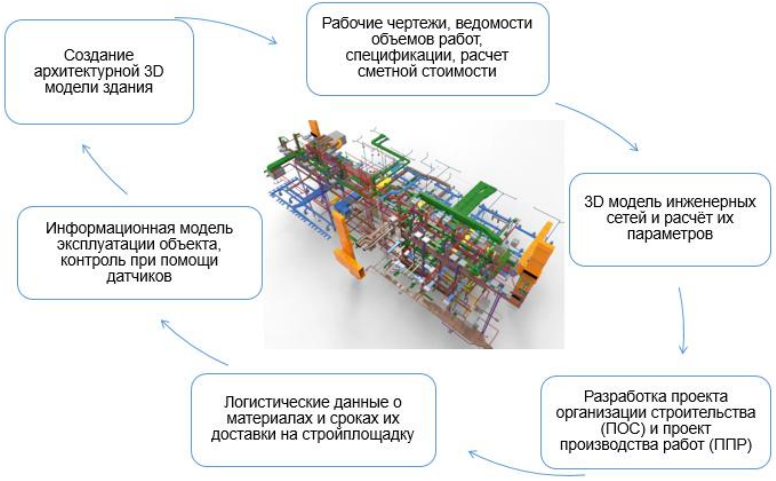


Рисунок 7 – Этапы применения технологий для информационного обеспечения жизненного цикла строительного объекта [35, с. 186]

Информационные технологии, в частности применение BIM, дает возможность накапливать и структурировать информацию об возводимом объекте. Также, при применении данной технологии упрощается фиксация всех произведенных работ, поддержка требуемой документации. Возможно управление возведения строительного объекта и его эксплуатации с помощью интеллектуальных систем и прогнозирование на всех стадиях жизненного цикла объекта.

Один из первых шагов из основных этапов в реализации технологии проектирования BIM на предприятии является выбор опционной платформы для ИТ-решений, которое обеспечит способность выполнения проектно-строительных работ и консолидацию инженерных данных по возводимому объекту на всем его жизненном цикле. Всесторонняя и унифицированная BIM-модель включает в себя следующие программные модули [35]:

* всестороннюю систему трехмерного проектирования;
* система, предназначенная для проектирования зданий и частей архитектурных сооружений;
* проектирование систем водоснабжения и очистки сточных вод;
* систему конструкции вентиляции;
* конструкцию системы тушения пожара;
* конструкцию электроснабжений;
* систему проектирования автоматизации;
* система, предназначенная для планирования общих строительных объектов;
* проектирование системы вертикальной планировки;
* систему календарного графика;
* систему сведений и обработки документации;
* система управления электронного архива данных;
* систему учета смет;
* систему визуализации;
* систему бизнес-аналитики по проекту.

Единая Информационная Система BIM-проекта – это общее платформенное ИТ-решение [36]. Это совокупность программного обеспечения, информационных систем для обеспечения качественного проектирования и управления проектом на его последующих этапах жизненного цикла.

Одной из характеристик BIM технологии является уровень BIM, применяемый для осуществления проекта. На данный момент существует распределение на 6 уровней.

Также данная система призвана в полной мере обеспечивать требования стандартов инжиниринга (рис. 8.)



Рисунок 8 – Схема взаимодействия логических классов компонентов Единой Информационной Системы BIM-проекта [36, с. 25]

Информационная BIM система разделяется на следующие классы согласно их функциональному назначению (рис. 9):

Разные уровни BIM могут быть достигнуты для разных типов проектов. Каждый уровень представляет собой отдельный набор критериев, демонстрирующих определенный уровень «зрелости». Уровни BIM начинаются с 0 и переходят в 4D, 5D и даже 6D BIM . Цель этих уровней - оценить, насколько эффективно или сколько информации передается и управляется на протяжении всего процесса.

Данные уровни дают понимание на каком этапе освоена технология в той или иной организации. Каждому уровню соответствует набор характеристик.

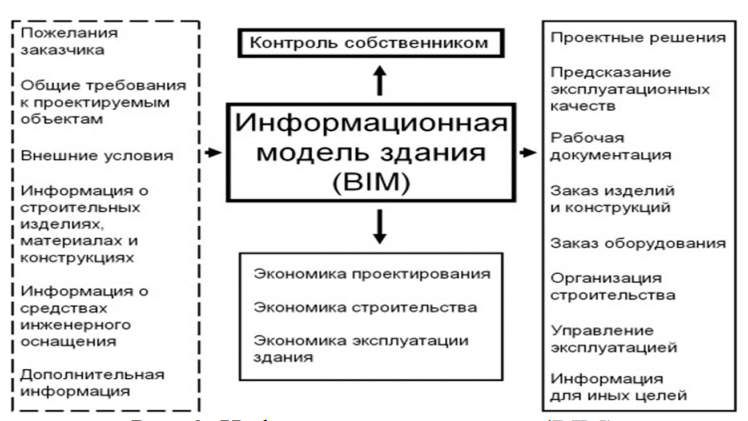


Рисунок 9 – Информационная модель здания (BIM) [36, с. 27]

Ниже приведены краткие описания уровней и объяснение критериев, используемых на каждом этапе.

Уровень 0 BIM: чертежи на бумаге + нулевое сотрудничество

Уровень 0 BIM означает отказ от совместной работы. Использование 2D CAD и работа с чертежами или цифровыми отпечатками означает уровень 0. На данный момент уже большая часть отрасли работает выше этого уровня, однако не все специалисты имеют достаточно квалификаций для эффективного использования этой технологии. Так же некоторые проекты будет рациональнее создавать на этом уровне.

Уровень 1 BIM: 2D строительные чертежи и некоторое 3D моделирование

Использование 3D CAD для концептуальной работы, а 2D для составления производственной информации и другой документации, означает работу на BIM уровня 1. На этом уровне стандарты САПР управляются в соответствии со стандартом BS 1192: 2007 [37], а электронный обмен данными осуществляется из общей среды данных (CDE), обычно управляемой подрядчиком. Многие фирмы используют BIM уровня 1, что не требует большого сотрудничества, и каждая заинтересованная сторона публикует свои собственные данные и управляет ими.

Уровень 2 BIM: команды работают со своими собственными 3D-моделями.

Уровень 2 BIM начинает добавляться в среду совместной работы.

На уровне 2 все члены команды используют 3D-модели САПР, но иногда не в одной и той же модели. Однако способ обмена информацией между заинтересованными сторонами отличает ее от других уровней. Информация о дизайне построенной среды передается через общий формат файла.

Когда фирмы объединяют это со своими собственными данными, они экономят время, сокращают расходы и устраняют необходимость в доработке. Поскольку данные передаются таким образом, программное обеспечение САПР должно иметь возможность экспорта в общий формат файла.

Уровень 3 BIM: команды работают с общей 3D-моделью

Уровень 3 BIM еще удобнее. Вместо того, чтобы каждый член команды работал над своей собственной 3D-моделью, уровень 3 означает, что каждый использует единую общую модель проекта. Модель существует в «центральной» среде и может быть доступна для всех и может быть изменена. Это называется Open BIM , что означает, что добавляется еще один уровень защиты от конфликтов, добавляя ценность проекту на каждом этапе.

Преимущества BIM уровня 3:

* лучшая 3D-визуализация всего проекта;
* легкое сотрудничество между несколькими командами и профессиями;
* упрощенное общение и понимание замысла дизайна;
* уменьшение количества доработок и доработок на каждом этапе проекта.

Уровни 4, 5 и 6 BIM: добавление информации о планировании, стоимости и устойчивости

Уровень 4 BIM привносит в информационную модель новый элемент: время. Эта информация включает данные расписания, которые помогают определить, сколько времени займет каждая фаза проекта или последовательность различных компонентов.

Уровень 5 BIM добавляет в информационную модель оценку затрат, анализ бюджета и отслеживание бюджета. Работая на этом уровне BIM, владельцы проектов могут отслеживать и определять, какие затраты будут понесены в течение всего срока реализации проекта.

Информация BIM уровня 6 полезна для расчета энергопотребления здания до его постройки. Это гарантирует, что проектировщики принимают во внимание не только первоначальные затраты на актив. Уровень 6 BIM обеспечивает точные прогнозы требований к энергопотреблению и дает возможность заинтересованным сторонам строить энергоэффективные и устойчивые структуры.

Преимущества BIM уровней 4, 5 и 6:

* более эффективное планирование и планирование сайта;
* более эффективное переключение между этапами на этапе строительства;
* визуализация затрат в реальном времени;
* упрощенный анализ затрат;
* сниженное потребление энергии в долгосрочной перспективе;
* лучшее оперативное управление зданием или структурой после передачи [38].

Также, по нашему мнению, необходимо ввести ещё один уровень в классификацию. На данный момент уровни применения BIM описывают возможности на уровне кампании и конкретного проекта. Но, так как существует ещё один важный фактор, дающий преимущества при использовании BIM, его необходимо формализовать в виде дополнительного уровня применения данной технологии.

Применение BIM уровня 7.

Данный уровень подразумевает разработанную систему классификации процессов, проектов, конструкций и деталей в нормативно-правовой базе и созданную облачную систему данных для ускоренного или полностью автоматизированного обмена данными между контролирующими заинтересованными органами и кампаниями, осуществляющими проект. Данная система может позволить проводить контроль и экспертизу проектной и строительной деятельности в автоматическом режиме, выдавать разрешения на строительство и на введение изменений в существующий проект, значительно сократив время на неэффективный стандартный документооборот.

Для перехода на этот уровень необходимы не только возможность и стремление профильных кампаний, но значительные усилия и вложение финансовых средств со стороны государства.

Описание разработки данной системы будет описано далее, также будут приведены примеры осуществления данного проекта.

Но, стоит учитывать, что внедрение BIM технологий потребует значительных инвестиций в программное обеспечение и обучение сотрудников. Возникнет необходимость переработки все системы проектирования организации. Также стоимость лицензий на использования данного программного обеспечения варьируется от ста тысяч рублей до одного миллиона рублей [39].

Необходимость таких инвестиций, при внедрении BIM, заставляют руководство кампаний тщательно анализировать рациональность и эффективность внедрения новой технологии, что как правило ограничивает рост их распространения. Однако, общая тенденция положительна и все больше кампаний переходят от традиционного (двумерного) проектирования, документооборота и классического способа обмена данными. Это заставляет кампании, еще не внедрившие BIM, все больше рассматривать внедрение данной технологии, так как с течением времени, они теряют конкурентные преимущества [40].

**2.2 Международный опыт внедрения информационных технологий в сферу строительного проектирования**

Впечатляющий опыт внедрения BIM технологий показывает город-государство Сингапур. Он является одним из лидеров применения данной технологии во всем мире. Ведомством, отвечающим за строительную отрасль здесь, является организация BCA («Building and Construction Authority» или «Управление по строительству»). По сути, эта организация выполняет роль министерства строительства. Организация включает в себя несколько структурных подразделений: подразделение стратегического планирования, инженерная группа и группа развития бизнеса [41].

Организация по управлению строительством в Сингапуре в 2010 году внедрила дорожную карту BIM до 2015 года, согласно которой 80% строительных организаций должны были использовать технологии BIM. Также, в дополнение к дорожной карте в 2013 году была принят документ «Singapore BIM Guide Version 2.0» [42]. Вторая версия руководства дополняет дорожную карту и описывает различные возможности результатов, процессов, персонала и специалистов, работающих при использовании информационной технологии моделирования зданий.

Сингапур, внедряя BIM, размещает всю информацию по использованию технологии и ходу работ на созданном для этих целей интернет портале «Building Information Modeling in Singapore» («BIM справочник по Сингапуру»). На электронном ресурсе размещены материалы начиная с 2012 года. Создатели ресурса представляют лучшие и самые эффективные практики, решения, различные руководства и документацию [43].

В дополнение к дорожной карте и созданному электронному ресурсу Сингапур разработал и выложил в свободный доступ документацию, которую специалисты других стран могут использовать как учебники и методички.

Также совместно с альянсом building SMART Singapore управление по строительству Сингапура создало множество библиотек строительных элементов и разработало методику их применения. Подготовкой и переподготовкой кадров для работы с BIM технологиями занимаются университеты и колледжи Сингапура.

Реализация данных мер привела к впечатляющим результатам. По данным BCA уже в 2015 году сто процентов проектных организаций перешли на информационное моделирование, а в строительном направлении этот показатель достиг семидесяти процентов [44].

Одним из ключевых факторов быстрого и успешного внедрения новой технологии в сферу проектирования и строительства является создание специального фонда «Фонд строительной продуктивности и способности» (Construction Productivity and Capability Fund, CPCF). Он был основан в 2010 году все той же BCA. Благодаря этому фонду все организации Сингапура, внедряющие BIM, могли получить возмещение средств, затраченных на внедрение, переобучение, покупку лицензий на программное обеспечение в размере до пятидесяти процентов. В 2010 году размер фонда составлял 6 миллионов сингапурских долларов, в 2015 уже 450 миллионов сингапурских долларов, выделенных напрямую из государственного бюджета Сингапура [45].

Сингапур не остановился на достигнутом и продолжил развитие в данном направлении. Быстрое внедрение и развитие BIM технологий привело к созданию в Сингапуре в 2015 году проект под названием «CORENET».

Проект перед свое начало ещё в 1990 году, его главной целью было автоматизация проектной экспертизы. Реализовать экспертизу в автоматическом режиме возможно только в случае существования проекта полностью в информационной модели. Модель должна иметь всё техническое, нормативное, конструкторское описание необходимое для прохождения экспертизы [46].

Реализация такого проекта требует выполнение одновременно всех условий:

* технически обоснованную и подкрепленную методическими материалами технологию информационного моделирования;
* доступ к современным и эффективным BIM программам;
* разработанную четкую систему требований и нормативов необходимых для экспертизы;
* формально прописанную систему всех требований, к проектной документации здания;
* алгоритмизацию проектных требований и их программную реализацию;
* общую среду, интерфейс взаимодействия рабочей модели объекта и средств проверки;
* поднятие культуры в проектно-строительной сфере;
* выделение бюджетных средств, и наличие воли правительства.

Работа системы CORENET ведется через соответствующий веб-портал, на котором представлены все требования к проектам и реализуется операции по загрузке моделей и их экспертизе.

Благодаря проведенной работе, по законодательству, все проекты, площадью более 5000 квадратных метров должны реализовываться с помощью BIM [44].

Одним из пионеров внедрения BIM технологий является Финляндия. Работа в этом направлении осуществляется с 1990 года. С 1 октября 2007 года государственная организация «Senate Properties», занимающаяся строительным управлением в Финляндии, начала требовать модели проектов, соответствующие стандартам BIM. [47].

Финляндией в 2012 году был внедрен стандарт «COBIM 2012». Одна из главных целей этого стандарта – создание целостной операционной культуры, которая позволит применять BIM на всех этапах жизненного цикла проекта [48].

Важная особенность внедрения и применения BIM в Финляндии – охват, помимо строительного сектора, инфраструктурное направление. Основываясь на данных и опыте других стран, использующих BIM для инфраструктурных проектов, правительством Финляндии были утверждены несколько пробных проектов по строительству железных дорог, мостов и тоннелей.

Одним из таких проектов стал «T2 Alliance, Helsinki-Vantaa airport», который стал призером международного конкурса Tekla Global BIM Awards 2021 (рис. 10) [49].

Активно информационные технологии используются и в США. BIM присутствует на рынке строительства зданий в США около 20 лет и более активно используется в течение 10 лет.

На данный момент проблема заключается в распространении стандартов и требований во всей отрасли. Многие владельцы, федеральные, государственные и частные, разработали свои собственные документы стандартов BIM с различиями между ними.

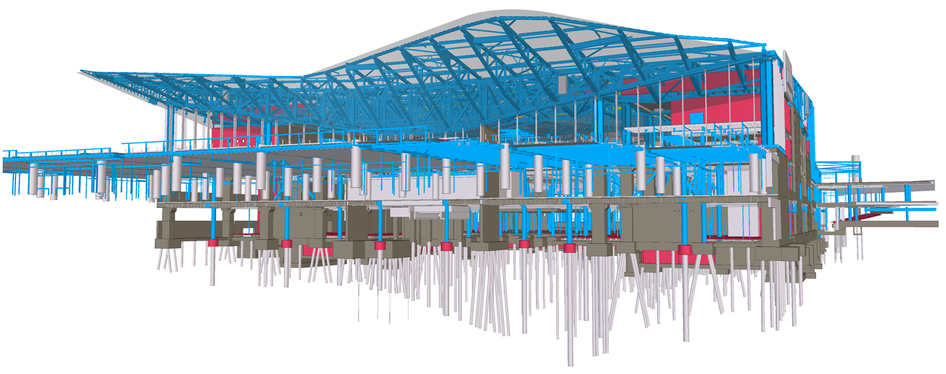


Рисунок 10 – T2 Alliance, Helsinki-Vantaa airport [49, 105]

Одним из примеров этого являются стандарты уровня развития. В своем исследовании, опубликованном в 2016 году, Марсия Болпаньи определила 28 различных стандартов LOD на международном уровне. Даже в текущем NBIMS-US мы включили или сделали ссылки на три из этих 28 стандартов. Задача следующей версии NBIMS-US состоит в том, чтобы согласовать различия между стандартами и создать единый базовый стандарт для нашей отрасли. Следовательно, мы стремимся разработать стандарт:

* координировать различные практики BIM для повышения эффективности их реализации в проектах.
* чтобы упростить внедрение BIM в отрасли AEC
* чтобы владельцы и члены команды получали информацию, необходимую для повышения производительности объекта.
* для облегчения разработки всеобъемлющих данных для эксплуатации и обслуживания объектов
* согласовывать с международными стандартами

Текущая версия 3 NBIMS-US включает в себя несколько основных элементов, которые используют люди, в том числе стандарты обмена информацией, такие как COBie (обмен информацией между строительными и эксплуатационными зданиями) и проверка пространственных программ, Руководство по планированию выполнения проекта BIM и шаблоны, определения использования BIM, и контрактную основу BIM [50].

**2.3 Анализ состояния информационных технологий в проектной деятельности в российских предприятиях**

По данным ООО «Конкуратор», организации, занимающейся исследованием и внедрением BIM-технологий в России, 22% строительных и проектных организация используют технологию. 71% компаний использующих BIM отмечают повышение качества работ, 69% повышение эффективности производства, 54% отметили, что причиной внедрения стал поиск путей повышения конкурентоспособности и 23% внедрили технологию по требованию заказчика. У 81% респондентов эффект от внедрения превзошел ожидания [51].

По данным Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ) анализ зарубежного опыта оценки экономической эффективности применения BIM технологии показал, что использование технологий информационного моделирования постепенно позволяет достичь значительного повышения экономической эффективности как на уровне отдельно взятых инвестиционно-строительных проектов, так и на уровне организации в целом, что представлено в таблице 2.

Рост индекса рентабельности в проектах с применением технологий информационного моделирования объектов строительства оценивается исследуемыми организациями в 14-15%.

Таблица 2 – Экономическая эффективность BIM [52]

|  |  |
| --- | --- |
| Рост показателя инвестиций на 25% и даже более (при высоком уровне внедрения) | Более 25% |
| Сокращение количественных ошибок, сделанных на этапе проектирования более чем на 30%, и соответственно, сокращение потерь) | Более 30% |
| Ускорение процесса проектирования на 30% и более (что приводит к значительной экономии рабочего времени и финансовых ресурсов) | Более 30% |

Результаты расчета внутренней нормы доходности (IRR) для BIM-проектов по исследуемым предприятиям показывают рост показателя в диапазоне от 14% до 20%. Сокращение сроков окупаемости инвестиционно-строительного проекта в среднем на уровне 15-17% по отношению к проектам, реализованным с применением традиционных технологий проектирования и управления проектами. Все характеристики показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Основные результаты исследования по экономическим результатам (эффектам) внедрения BIM-технологий [52]

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Изменение |
| NPV | 10-25% |
| Индекс рентабельности | 14-15% |
| IRR | 14-20% |
| Срок окупаемости | 15-17% |

Согласно исследованию PWC, проведенному в апреле 2020 года, использование российскими предприятиями технологий информационного моделирования объекта строительства приводит к значительному улучшению многих финансово-экономических показателей инвестиционно-строительных проектов:

* рост NPV и PI, а также сокращение сроков окупаемости;
* ускорение общего срока проектирования и сокращение продолжительности формирования рабочей документации;
* сокращение потерь на выполнение запросов на дополнительную информацию и выполнение запросов на изменения;
* сокращение продолжительности разработки и последующего уточнения сметной документации и уменьшение отклонений от рассчитанной на стадии «П» стоимости проекта;
* снижение себестоимости проекта;
* снижение затрат на стадии эксплуатации объекта;
* рост производительности труда и сокращение административных расходов[53].

Существует множество проблем, препятствующих внедрению BIM технологий. Также есть объективные препятствия для использования всего функционала данной технологии на полную мощность в организациях, уже внедривших BIM.

Остановимся подробнее на главных проблемах внедрения и использования BIM -технологий в отечественной строительной отрасли.

Дефицит квалифицированных специалистов.

В кампаниях, использующих BIM данный показатель вырос с 61 в 2017 году до 73 в 2019. В кампаниях, не использующих данную информационную технологию, наоборот, показатель снизился с 53 процентов до 50. Это связано, в том числе с увеличением востребованности специалистов именно, умеющих работать именно с этой технологией. Эффективное внедрение и использование BIM возможно только с достаточным количеством квалифицированных кадров, и на данный момент не во всех профильных ВУЗах нашей страны обучают по специальности BIM [56].

Высокая стоимость внедрения.

В кампаниях, использующих BIM, этот показатель повысился с 40 процентов в 2017 году до 52 в 2019. В кампаниях не использующих, увеличился с 43 процентов до 57 соответственно. Данный показатель в большей мере относится к небольшим предприятиям, для которых как технология, так и оборудование с специалистами являются слишком дорогостоящими [57].

Правовая база.

Недостаточно проработанная правовая база и отсутствие стандартов работы с BIM-технологиями, затрудняющее прохождение экспертизы. Эту проблему отмечают 49 процентов организаций.

Стандарты требований при проведении тендеров.

При выставлении проекта на тендер заказчики и инвесторы не всегда четко выставляют требования к будущей BIM модели объекта, для каких целей необходимо её реализовывать и для кого из подрядчиков она в большей степени предназначена.

Отсутствие желания у специалистов осваивать новую технологию.

Данная проблема в большей степени относиться к состоявшимся специалистам, имеющим большой опыт работы с устаревшими технологиями, что усугубляет ситуацию, так как именно в таких специалистах аккумулируются знания и необходимые навыки для интеграции новой технологии в систему работы кампании.

Низкий уровень менеджмента.

Недостатки программного обеспечения.

Для реализации различных задач в проектировании используют разные программы и различные способы передачи и объединения информации. Не все программы свободно интегрируются в общую структуру работы, что требует дополнительных ресурсов для реализации системы объединения.

**3 Информационные технологии как методы повышения уровня качества процессов проектной деятельности**

**3.1 Перспективы развития информационных технологий в российском проектировании в промышленном строительстве**

Основными преимуществами и перспективами внедрения технологий информационного моделирования, которые отмечают специалисты строительных организаций, являются:

* высокое качество проекта – 74%;
* улучшенное понимание проекта всеми участниками – 72%;
* доступность информации, быстрая передача данных и обмен информацией – 61%;
* сокращение сроков проектирования – 46%;
* сокращение затрат – 33%;
* повышение прибыли и рентабельности – 32%;
* 3D и 4D визуализация стройплощадки и объектов– 36%;
* эффективное расходование ресурсов – 25%;
* сокращение сроков строительства – 24% [56].

Также в работу и перспективы развития BIM-технологий внесла свои корректировки пандемия.

Как и во многих других сферах, в строительной отрасли пандемия ускорила тенденции, которые и так уже намечались. В первую очередь, речь идет о максимально возможном переводе всех процессов в онлайн. Например, при работе над проектом по производству целлюлозного этанола кампания Clariant в Румынии, перевела управление строительной площадкой полностью переведено в онлайн. Таким образом, удаленно координируется коммуникация между проектировщиками, клиентом и специалистами на площадке.

Пандемия в принципе во многом повлияла на коммуникацию. Резко выросла востребованность платформ для видеоконференций, таких как Zoom и Microsoft Teams. Также огромную популярность приобрели облачные решения, которые обеспечивают совместный доступ к данным для большого числа участников процесса. К примеру, платформа Autodesk BIM 360 стала настоящим спасением для многих компаний. Среди основных плюсов платформы можно отметить удаленную работу без потери скорости, более эффективное взаимодействие всех сторон проекта и комфортную работу с большими объемами данных, с которыми не всегда справляются внутренние сервера.

Дальнейшая цифровизация строительства неизбежна: компаниям необходимо оптимизировать временные, трудовые и финансовые затраты для повышения конкурентоспособности. Не последнюю роль в этом процессе будут играть BIM-технологии. По прогнозам Markets and Markets за 2021 год, к 2025 году объем глобального рынка информационного моделирования увеличится с $4,5 млрд до $8,8 млрд, то есть будет расти примерно на 14,5% в год.

Вместе с этим можно ожидать появления новых IT-решений и активного развития других существующих технологий. Этому будут способствовать и действия регулятора, и осознание эффективности IT-решений, которое появилось у многих компаний после того, как они были вынуждены пойти по пути цифровизации из-за вызовов пандемии [57].

Одной из наиболее явных причин, препятствующих повышению эффективности и уровня качества проектирования и строительства промышленного объекта в целом, является бумажный документооборот и большое количество согласований между всеми участниками проекта. На эти процессы требуется около 60 процентов времени от всей работы по созданию проектной документации [56].

**3.2 Предложения по повышению качества проектной деятельности в промышленном проектировании**

Для повышения эффективности и преодоления многих препятствий для качественного и быстрого осуществления инвестиционно-строительного проекта, необходима реализация системы автоматического сбора данных, их проверки и определения соответствия конструкторских решений нормативам. Данная система подразумевает под собой государственную платформу, в которой в необходимом виде собраны все классификации и стандарты проектирования по BIM-технологии. В данном случае, важно понимать, что это не только база данных, содержащая важную информацию, а сервис, позволяющий автоматизировать проведение экспертизы (проверки) проекта или его составляющих частей, а также платформа для отслеживания в реальном времени всех этапов реализации проекта для всех заинтересованных лиц проекта.

Система должна быть многоплатформенной и содержать в себе все виды процессов, конструкторских решений, классификацию деталей и конструкций. Многоплатформенность подразумевает под собой возможность интегрировать в данную систему различное программное обеспечение, так как на рынке ПО для BIM существует конкуренция и возможны различные варианты, также для осуществления различных конструкторских решений могут быть эффективны различные ПО.

Одним из немаловажных критериев успешной реализации данной системы, является понимание необходимости, и осуществление постоянного развития и обновления данных и стандартов в системе.

Реализация данного проекта возможна только при консолидированных усилиях государства, строительных ассоциаций, поставщиков ПО и крупных проектных кампаний.

Использование данной платформы позволит сократить время строительства и сократить количество ошибок проектирования как на этапе проектирования, так и на этапе возведения самого объекта.

Так как, деятельность проектной организации не заканчивается на сдаче проектной документации в работу, а продолжается на протяжении всего этапа строительства, крайне важно оптимизировать процессы взаимодействия, согласования и внесения корректировок между участниками данных этапов.

Во время непосредственного строительства промышленных объектов происходит постоянная работа проектной команды по мониторингу, обоснованию и корректировке проектных решений. Этот этап деятельности проектной организации называется «авторский надзор». Именно на данном этапе необходима максимальная скорость обмена информацией, получения актуальных данных о ходе реализации проекта и возможность быстрого получения разрешения от надзорных органов на внесение корректировок в первоначальный проект. Так как именно на этом этапе задействовано максимальное количество ресурсов и именно на этом этапе достигается «точка невозврата» изменений, то есть невозможность исправления ошибки, либо очень высокая стоимость его внесения.

Данная платформа совместит процессы проектирования, изменения проектной документации, прохождения экспертизы и деятельность строительных подрядчиков в едином пространстве. Этапы возведения объекта будут корректно и автоматически отображаться в общей модели проекта, также, как и внесенные корректировки со стороны проектной организации, которые автоматически проходят или не проходят ободрение контролирующих органов, что позволит избежать в дальнейшем крайне дорогостоящее исправление допущенных ошибок или полный запрет на ввод в эксплуатацию частей объекта непрошедших экспертизу.

Финансирование мероприятий по реализации данного проекта потребует привлечение как бюджетных средств, так и средств из внебюджетных источников.

По прогнозной оценке, основанной на анализе опыту других стран, сроки реализации данного проекта составят 10 лет.

По предварительным оценкам расходы за период 2020-2030 год составят 2 млрд. руб., в том числе:

* разработка и актуализация классификатора строительной информации, иных документов добровольного применения в сфере ТИМ – 20 млн руб.; разработка машиночитаемых форм всех видов электронных документов – 50 млн руб;
* разработка машиночитаемых алгоритмов требований, проверяемых в ходе проведения экспертизы проектной документации, иных строительных процедур – 1 млрд руб.;
* субсидирование мероприятий по подготовке специалистов в сфере информационного моделирования, в том числе по повышению квалификации 60 проектировщиков, экспертов,
* государственных и муниципальных служащих – 500 млн руб.;
* доработка типового программного обеспечения информационной системы обеспечения градостроительной деятельности для осуществления в электронной форме всех процедур в сферах строительства – 100 млн руб.; создание ГИСОГД РФ – 200 млн руб.;
* поддержание ГИСОГД РФ – 50 млн руб.; резерв на непредвиденные расходы – 80 млн. руб.

В результате реализации данного проекта ожидается:

* повышение качества проектирования и уменьшение длительности разработки проектной документации;
* снижение совокупных расходов на проектирование и строительство и эксплуатацию;
* сокращение потерь времени всех заинтересованных сторон проекта за счет автоматизации прохождения контроля и экспертизы проекта;
* повышение качества менеджмента, за счет появления актуальной информации об этапах, сроках и стоимости проекта;
* ускорение внедрения информационных технологий за счет возникновения доступа всех участников рынка к актуальным и лучшим практикам в данном направлении.

Таблица 4 – Оценка эффективности внедрения технологий информационного моделирования ОКС в ООО МК «СтройПроектТехнологии» (рублей) (разработано автором)

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Значение, руб. |
| Время | 2 |
| Период времени, в течении которого кампания предполагает окупить произведенные капитальные вложения | 1 |
| Удельные текущие производственные издержки при применении CAD | 6867237,03 |
| Удельные текущие производственные издержки при применении BIM | 3127932,07 |
| Издержки на внедрение BIM | 1991996,63 |
| Экономия на удельных текущих производственных издержках | 3739305,96 |

Был произведен расчет оценки эффективности внедрения BIM технологии на примере в ООО МК «СтройПроектТехнологии», где под 3 уровнем BIM подразумевается работающая единая система автоматической проверки и экспертизы проектной документации в таблице 4.

Далее был произведен анализ переходов к последующим уровням зрелости BIM технологий в ООО МК «СтройПроектТехнологии», результаты которого представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Анализ выполнения условия перехода к последующим уровням зрелости технологий информационного моделирования в ООО МК «СтройПроектТехнологии» (рублей) (разработано автором)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Уровень зрелости технологий информационного моделирования | Потенциал развития кампании, руб. | Издержки на переход к последующему уровню зрелости BIM, руб. |
| Уровень 0 | 4610400,61 | 124518,3 |
| Уровень 1 | 7820125,12 | 498073,29 |
| Уровень 2 | 32719138,58 | 2209712,94 |
| Уровень 3 | 191390831,35 | 8443312,17 |

Таким образом, переход на каждый последующий уровень зрелости использования BIM моделирования экономически эффективен.

Произведен расчет экономических показателей в таблице 6.

Таблица 6 - Оценка эффектов от внедрения технологий информационного моделирования в «СтройПроектТехнологии» (рублей) (разработано автором)

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Значение |
| Чистый приведенный доход (NPV) | 101077,023 |
| Индекс рентабельности (PI) | 1,064 |
| Срок окупаемости, году | 1,5 |
| Коэффициент возврата инвестиций (ROI) | 1,45 |

На основании данных вычислений можно сделать вывод, что внедрение единой системы классификации и автоматизации экспертизной деятельности экономически обосновано.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной работе рассмотрены проблемы повышения уровня качества проектной деятельности в промышленном строительстве.

В результате выполненного исследования можно сделать следующие сформулировать следующие выводы и предложения.

Исследованы специфика проектной деятельности, основные методы повышения качества в данном направлении, способы взаимодействия заинтересованных лиц инвестиционно-строительного проекта, а также основные проблемы и риски, возникающие в процессе проектно-строительной деятельности в промышленном строительстве. Также, рассмотрен и проанализирован международный опыт в области повышения проектной деятельности, выявлены наиболее эффективные решения и мероприятия, которые привели к значительному повышению эффективности проектной деятельности. Произведен анализ состояния проектно-строительной деятельности в отечественных организациях.

В результате сделаны выводы о том, что наиболее эффективный и рациональный путь повышения уровня качества проектирования в промышленном строительстве – это внедрение и использование информационных технологий. Рассмотренные технологии позволяют охватить всю совокупность процессов, связанных с проектированием и повысить качество как проектных решений, так и уровень управленческих решений и повысить качество конечного продукта проектно-строительной деятельности – возведенного объекта.

Рекомендации по повышению уровня качества проектирования, включают разработку сравнительной характеристики методов взаимодействия между всеми участниками инвестиционно-строительного проекта и доказательство преимущества Контрактного альянсинга (Project Alliancing). Также, определена ключевая роль информационных технологий в повышения качества процесса промышленного проектирования, поскольку их применение позволит значительно сократить риски ошибочных решений и оптимизирует процессы взаимодействия участников проекта, процесса мониторинга проекта, контроля выполнения плана.

В процессе исследования разработана классификация уровней зрелости применения информационных технологий в проектных организациях.

Также, подтверждена необходимость внедрения на государственном уровне многоплатформенной системы, позволяющей реализовывать автоматическое прохождение экспертизы строительных проектов, и выдавать заключение ко конкретным конструкторским решениям.

Произведенные расчеты, на примере ООО МК «СтройПроектТехнологии», подтверждают экономический эффект разработанных предложений.

В целом, анализы и предложения, приведенные в исследовании, являются основой для инициации мероприятий в направлении повышения уровня качества проектной деятельности с использованием изложенных рекомендаций.

Таким образом, использование произведенный анализ и разработанные рекомендации способствуют эффективному направлению усилий по повышению процессов проектирования в промышленном строительстве.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Силла Е.П. Управление качеством: аспект строительной деятельности / Е.П. Силла. Санкт-Петербург: Проспект, 2017. С.15
2. Яушев Д.А. Управление качеством в строительстве / Д.А Яушев. Фотинские чтения, 2018. С.471–473
3. Старовойтов И.М., Управление качеством в сфере промышленного и гражданского строительства на стадии проектирования / И.М. Старовойтов, А.А. Рогов. Материалы молодежного научного форума студентов и аспирантов транспортных вузов с международным участием. Москва, 2019. С.380–384
4. Ковалева Л.В. Системы управления качеством в строительстве / Л.В. Ковалева, А.Г. Сизов. Ученые заметки ТОГУ, 2017. - Т. 8. - № 2. С.245–248
5. Ложкина А.Ю. Управление качеством на основе управления затратами в строительстве / А.Ю. Ложкина. Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2018. С.21 - 25
6. Бирюков, А.Н. Основы организации, экономики и управления в строительстве: учебное пособие, / А.Н. Бирюков, А.И. Буланов, В.С. Ивановский, С.Г. Рихель, Н.М. Куделко, О.Е. Лапшин. 2017. С.426
7. Асаул А.Н. Управление затратами в строительстве: учеб. пособие / А.Н. Асаул. Санкт-Петербург: ИПЭВ, 2015. С.392
8. Грахов В.П. Формирование механизма бюджетного управления предприятиями инвестиционно- строительного комплекса: монография / В.П Грахов, Н.Л. Тарануха, В.А. Кощеев, С.И. Соломенников. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2011. С.164
9. Аверина Л.А. Сбалансированная система показателей и ее применение в строительной отрасли / Л.А. Аверина, Ю.Г. Кислякова. Проблемы и достижения строительного комплекса труды: материалы международной научно-технической конференции «Стройкомплекс-2018». Ижевск: Изд-во ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», 2018. С.82–85.
10. Гуляева Н.И. Внедрение современных методов измерений и испытаний в строительстве как инструмент повышения эффективности управления качеством. / Н.И. Гуляева, Э.Е. Смирнова В сборнике: Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2017. С.318–321.
11. Старовойтов И.М. Управление качеством в сфере промышленного и гражданского строительства на стадии проектирования / И.М Старовойтов, А.А. Рогов. РУТ (МИИТ), Москва, 2019 С. 31 - 35
12. Денисова Ю.В. Воздействие окружающей среды на конструкции жилых зданий / Ю.В. Денисова, В.Н. Тарасенко. В сборнике “Проблемы энергосбережения и экологии в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах. Пенза, 2018. С.150–151
13. Денисова Ю.В. К вопросу о снижении теплопотерь через оконные и балконные заполнения гражданских зданий / Ю.В. Денисова, Н.Д. Черныш. В сборнике “Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов”. Белгород, 2016. С.97–101.
14. Андрющенко Н.А. Особенности проектирования промышленных зданий / Н.А. Андрющенко. В сборнике: Образование, наука, производство. VIII Международный молодежный форум. 2016. С.921–923.
15. Гуськова М.Ф. К вопросу показателей качества строительства как составляющей ценности. / М.Ф. Гуськова, М.Ю. Матвеев. Вопросы экономики и права. 2017. С.86–89.
16. Ахмеров В.В. Некоторые вопросы правового регулирования договора подряда на выполнение проектных и изыскательских работ / В.В. Ахмеров. Юридический факт. М.: 2017. С.34–69.
17. Российская Федерация. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть вторая: федер. закон от [принят Государственной думай 26.01.1996] № 14-ФЗ // Собр. законодательства РФ. С. 410 Текст : непосредственны
18. Аникин, Ю.В. Проектное дело в строительстве: учебное пособие. / Ю. В Аникин. 2-е изд., стер. М.: Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. С.123
19. Российская Федерация. Постановление «О некоторых вопросах разрешения споров, возникающих из договоров по поводу недвижимости, которая будет создана или приобретена в будущем: постановление Пленума Высшего Арбитражного Суда РФ. [принят 11 июля 2018] // Вестник Высшего Арбитражного Суда Российской Федерации. 2018 Текст : непосредственны
20. Жарский, М.И. Понятие и правовая природа договоров на выполнение проектных и изыскательских работ / М.И. Жарский. Пробелы в российском законодательстве. 2018. С.115
21. Токарев А.И Организационные проблемы применения системы менеджмента качества на предприятии промышленного и гражданского строительства / А.И Токарев. В сборнике: Цифровая трансформация экономики и промышленности. Сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием. 2019. С.558–567.
22. Нгуeн Зa Хыонг Куинь. Формирование и проблемы внедрения системы менеджмента качества на предприятии / Зa Хыонг Куинь Нгуeн. Экономика и бизнес: теория и практика. М.: 2016. С.117-119
23. Сарбашев К.А. Трудности введения системы менеджмента качества в условиях отечественных предприятий / К.А. Сарбашев. Молодой ученый. 2017. С.49
24. Мезенцев С.В. Щербинин А.В. «Аксиома или теорема» для перерабатывающих предприятий / С.В. Мезенцев, А.В. Щербинин. Вестник АГАУ. 2017. С. 26-31
25. Третьяк Л.Н. Трудности и перспективы внедрения системы ХАССП на предприятиях пищевой промышленности Оренбургской области на современном этапе / Л.Н. Третьяк А.П. Антипова. Вестник АГАУ 2017. С.154–161.
26. Будзуляк Б.В. Селезнев Н.Ф. Инновационные подходы к организации системы контроля качества строительства: от технического задания на проектирование до реализации проекта / Б.В. Будзуляк, Н.Ф. Селезнев. Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2016. С. 151 - 154
27. Гуськова М.Ф., Матвеев М.Ю. К вопросу показателей качества строительства как составляющей ценности. / М.Ф Гуськова, М.Ю. Матвеев Вопросы экономики и права. М.: 2018. С. 86–89.
28. Старовойтов И.М. Рогов А.А. Управление качеством в сфере промышленного и гражданского строительства на стадии проектирования. / И.М. Старовойтов, А.А Рогов. 2019 С. 380–384
29. Морозова Н.Е. Управление проектом внедрения технологий информационного моделирования на предприятиях строительной отрасли / Н.Е. Морозова. Инженерный вестник Дона, 2018. С. 87 - 90
30. Малахов В.И. Построение цифровой модели объекта капитального строительства через внедрение bim-технологии / В.И. Малахов. НОПРИЗ: круглый стол. 2018. С. 56 - 58
31. Гаврилов, М.А. Информационное моделирование – основа для создания единого информационного пространства предприятия / М.А. Гаврилов. Rational Enterprise Management. 2018. С.1721
32. Вострецова А.И. Применение информационных технологий в строительстве Современная наука: актуальные вопросы и перспективы развития. / А.И. Вострецова. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. 2017. С. 25
33. Талапов В.В. Финляндия – еще один мировой BIM-лидер / В.В. Талапов. САПР и графика. 2016. С.18–23.
34. Kupriyanovskiy V.P. Optimization of Resource Use in The Digital Economy / V.P. Kupriyanovskiy, A.V. Konev, S.A. Sinyagov, D.E. Namiot, P.V. Kupriyanovskiy, D.G. Zamolodchikov / International Journal of Open Information Technologies. 2016. С.86 - 99.
35. Британский стандарт строительной деятельности. Кодекс практик [сайт] – Великобритания. URL: https://www.bim.kz/images/BIMNEWS/BS\_1192-1\_A2\_2016.pdf (дата обращения: 10.06.2021). Текст: электронный.
36. What is BIM (Building Information Modeling) Великобритания [сайт] URL: <https://constructible.trimble.com/construction-industry/what-is-bim-building-information-modeling> (дата обращения: 10.06.2021). Текст: электронный.
37. Рахматуллина, Е.С. BIM-моделирование как элемент современного строительства / Е.С. Рахматуллина. Российское предпринимательство, 2017. С.2849 – 2866.
38. Асатрян В.А. Внедрение bim-технологий как фактор конкурентоспособности компаний строительной отрасли / В.А. Асатрян, И.Н. Попова. Статьи вопросы территориально-отраслевого развития современной экономики. 2019
39. Управление проектирование и строительств: [сайт] – Сингапур URL:  <https://www1.bca.gov.sg/about-us/about-bca> (дата обращения: 10.06.2021). - Текст: электронный.
40. Талапов В.В. Внедрение BIM в Сингапуре: впечатляющий опыт. / В.В. Талапов. Сапр и графика. 2016. С. 60 – 63
41. Кощеев В.А. Опыт внедрения цифровых технологий в строительстве странами с развитой экономикой / В.А. Кощеев. Санкт-Петербурский государственный архетиктурно-строительный университет 2019. С. 173 – 179
42. Внедрение BIM: впечатляющий опыт Сингапура – [сайт] Москва URL:  [https://ardexpert.ru/article/5160 2021](https://ardexpert.ru/article/5160%202021) (дата обращения: 10.06.2021). - Текст: электронный.
43. Сonstruction productivity and capability fund (CPCF) – Сингапур, [сайт] URL:  <https://scinst.org.sg/construction-productivity-and-capability-fund-cpcf/> 2021 (дата обращения: 10.06.2021). - Текст: электронный.
44. CORENET e-Submission System: – Сингапур, [сайт] URL [https://www.corenet.gov.sg/general/corenet-e-submission-system.aspx 2021](https://www.corenet.gov.sg/general/corenet-e-submission-system.aspx%202021) (дата обращения: 10.06.2021). - Текст: электронный
45. About Senate Properties – Финляндия [сайт] URL <https://www.senaatti.fi/en/about-us/> 2021 (дата обращения: 10.06.2021). - Текст: электронный.
46. Tietomallintamisen yhteistyöfoorumi – Финляндия [сайт] URL <https://buildingsmart.fi/> 2021 (дата обращения: 05.06.2021). - Текст: электронный.
47. T2 Alliance, Helsinki-Vantaa airport – Финляндия, [сайт] URL https://www.tekla.com/baltic/bim-awards/t2-alliance-helsinki-vantaa-airport 2021 (дата обращения: 05.06.2021). - Текст: электронный.
48. The future of the national bim standard – США [сайт] URL [https://www.nibs.org/blog/future-national-bim-standard-united-states 2021](https://www.nibs.org/blog/future-national-bim-standard-united-states%202021) (дата обращения: 10.06.2021)
49. Отчет об исследовании «УРОВЕНЬ ПРИМЕНЕНИЯ BIM В РОССИИ» URL: [http://concurator.ru/upload/otchet3.pdf 2021](http://concurator.ru/upload/otchet3.pdf%202021) (дата обращения: 10.06.2021). - Текст: электронный.
50. Отчет «Оценка применения BIM-технологий в строительстве» URL: [http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7\_bim\_rf\_otchot.pdf 2021](http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchot.pdf%202021). (дата обращения: 04.06.2021). - Текст: электронный.
51. Отчет «PropTech в России: Обзор практики применения BIM-технологийи инновационных решений в области проектирования» URL: [https://www.pwc.ru/ru/assets/prop-tech-2020.pdf 2021](https://www.pwc.ru/ru/assets/prop-tech-2020.pdf%202021). (дата обращения: 04.06.2021). - Текст: электронный.
52. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / В.В. Талапов. М.: ДМК Пресс, 2011. С.392
53. Е.А. Гусакова. Перспективы моделирования жизненного цикла объекта капитального строительства информационными потоками / Е.А. Гусакова, А.Н. Овчинников. Вестник АГАУ 2017. № 5–1. С.154–161.
54. Уткина В.Н. Российский опыт применения BIM-технологий в строительном проектировании / В.Н. Уткина. Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2018. – С.201-210
55. Вирцев М.Ю. BIM-технологии – принципиально новый подход в проектировании зданий и сооружений / М.Ю. Вирцев. Российское предпринимательство. 2017. С.3827-3836.
56. Информационные технологии в строительной отрасли. Что изменилось в 2020 г. [сайт] URL: [http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7\_bim\_rf\_otchot.pdf 2021](http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchot.pdf%202021). (дата обращения: 02.06.2021). - Текст: электронный.