

На правах рукописи



ЧАПИДЗЕ ОТАРИ ДЖЕМАЛИЕВИЧ

**СТРОИТЕЛЬСТВО МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, В
УСЛОВИЯХ РИСКОВ, ВЫЗВАННЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-
ТЕХНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ**

2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва – 2023

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

Научный руководитель: Доктор технических наук, профессор
Лapidус Азарий Абрамович

Официальные оппоненты: **Зеленцов Леонид Борисович**
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Донской государственной
технической университет» кафедра «Организация
строительства», профессор

Мотылев Роман Владимирович
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-строительный
университет» кафедра «Организация
строительства», заведующий кафедрой

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»

Защита состоится 14 марта 2024 г. в 11:00 (по местному времени) на заседании диссертационного совета 24.2.339.06 созданного на базе ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», по адресу: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 9 студия «Открытая сеть».

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» и на сайте <http://www.mgsu.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 20__ г.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Коротеев Дмитрий Дмитриевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Направление диссертационного исследования определено, исходя из современных тенденций и требований в области жилищного строительства.

Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации ежемесячно проводит оперативный мониторинг ситуации в жилищной сфере на территории субъектов страны. С 2010 года в Российской Федерации наблюдалась положительная динамика по объёму ввода жилья.

По официальной статистике Министерства строительства за 2019-2023 годы, в России средний показатель застройки жилого фонда составляет 80,9 млн м² общей площади в год.

Согласно материалам службы «ЕГРЗ-Аналитика», по результатам анализа сайтов и проектных деклараций застройщиков на территории Российской Федерации на июнь 2022 года выявлено 9467 строящихся многоэтажных жилых домов, совокупная площадь которых составляет 102 682 879 м².

Анализируя данные о этажности частного жилищного фонда, осуществляемого застройщиками в РФ, мы можем заметить следующее: средняя высота жилых многоэтажных зданий, строящихся в России, составляет 19 этажей на одну строящуюся жилую единицу. Изменение средней высоты текущего строительства в РФ представлено на рисунке 1.

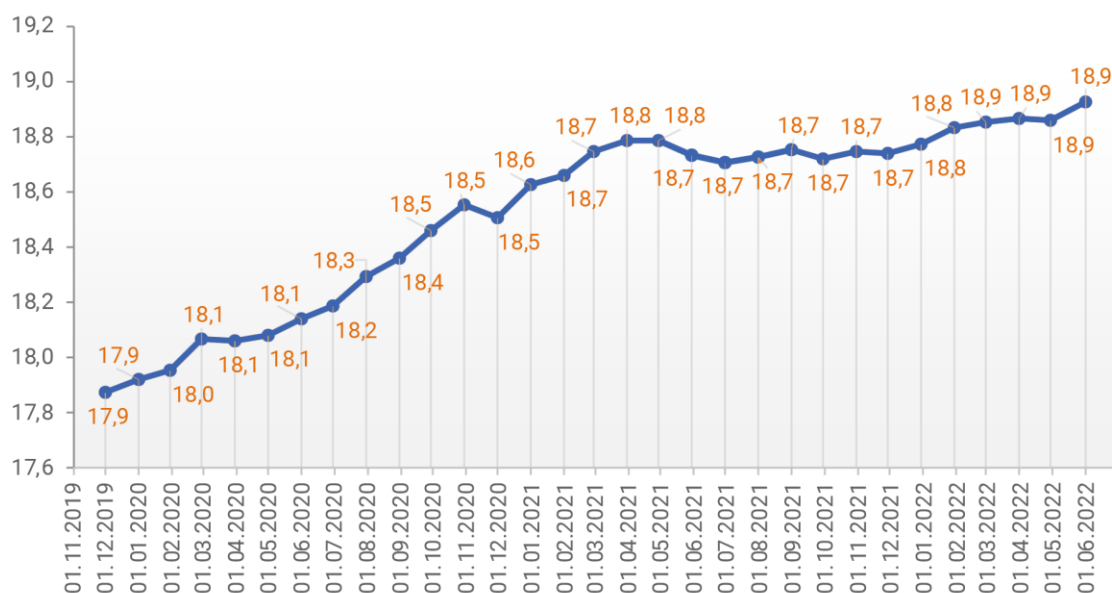


Рисунок 1. Динамика изменения средней этажности.

В последние годы значительно возрос интерес широкого круга предпринимателей и специалистов к проблемам технических рисков в строительстве. Этому поспособствовал накопленный опыт работы в условиях становления и развития рыночных отношений,

быстрый рост темпа работ, использование новых технологий, сбои, поломки, все это приводит к непредвиденным факторам риска.

Сегодня большинством руководителей предприятий и предпринимателей осознана необходимость анализа, оценки и учёта технических рисков. В современных условиях естественным и оправданным является проведение значительного количества исследований, посвящённых факторам технических рисков.

В последние годы изучение факторов технических рисков стало важным аспектом в строительной отрасли. На протяжении жизненного цикла проекта возникает множество организационных, технологических, технических и экономических рисков. Благодаря проведённым исследованиям было выявлено, что на параметры стоимости и продолжительности проекта может существенно влиять множество факторов технических рисков.

Как показывают исследования последних лет, стоимость объекта может увеличиваться до 20%, а продолжительность строительства может вырасти до 30%.

Изучение факторов рисков и их прогнозирование является важным шагом на пути к достижению ожидаемых показателей проекта по параметрам продолжительности и стоимости строительства. Оценка вероятности возникновения неблагоприятных ситуаций на протяжении всего жизненного цикла строительного объекта имеет особую значимость.

Без оценки факторов риска управление жизненным циклом проекта не может существовать. Интеграция процессов управления факторами риска в организацию и эффективное использование этого подхода могут принести значительную выгоду в экономии ресурсов.

Степень разработанности темы исследования

Различные аспекты факторов риска в строительном производстве рассматривались в ряде научных трудов отечественных и зарубежных исследователей: Буянова В.П., Грабового П.Г., Зеленцова Л.Б., Карданской Н.Л., Киевского Л.В., Кирсанова К.А., Король Е.А., Лapidуса А.А., Луговцова Н.Ю., Мильнера Б.З., Михайлова Л.М., Морозенко А.А., Мотылева Р.В., Олейника П.П., Прыкина Б.В., Синенко С.А., Стражникова А.М., Теличенко В.И., Чулкова В.О., Яковенко Е.Г., Fouladgar M. M., Ibrahim, Z.Z., Jobling, Paul, Merna, Tony, Smith, Nigel J., Yazdani Chamzini, Zadeh, L.A., Zavadskas E. K.

Научно-техническая гипотеза.

Сокращение продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий может быть достигнуто, если будут учтены спрогнозированные и систематизированные факторы риска в жизненном цикле объекта, вызванные организационно-техническими решениями.

Цель диссертационного исследования – управление и воздействие на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий.

Задачи исследования

Для достижения поставленной цели в диссертации решались следующие задачи:

1. Обзор научных исследований, анализ проблем и перспектив развития отечественной строительной отрасли на примере строительства многоэтажных жилых зданий в условиях факторов риска.
2. Разработка алгоритма операционных действий по проведению эксперимента для систематизации и ранжирования факторов риска.
3. Анализ факторов риска при проектировании и возведении жилых многоэтажных зданий, формирование методологической базы исследования.
4. Формирование математической модели для анализа факторов риска.
5. Разработка методики по управлению и воздействию на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий.
6. Внедрение методики в строительное производство жилых многоэтажных зданий, оценка технико-экономического эффекта.

Объект исследования – строительство многоэтажных жилых зданий.

Предмет исследования – процесс управления факторами риска, вызванные организационно-техническими решениями.

Научная новизна:

1. Сформированы и систематизированы факторы риска.
2. Определена величина влияния факторов риска на продолжительность проектирования и строительства.
3. Создана система принятия решений по воздействию на факторы риска.
4. Разработана методика по управлению и воздействию на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий.

Теоретическая значимость работы.

Результаты исследования могут быть востребованы компаниями, осуществляющими строительство и проектирование жилых многоэтажных зданий в качестве генерального подрядчика или заказчика. С помощью методики, описанной в диссертации, компании

смогут более организованно подходить к проектированию и строительству. Это позволит компаниям управлять производственным процессом более эффективно и принимать оптимальные пути решения для достижения требуемых результатов.

Практическая значимость работы.

Практическая значимость работы заключается в обосновании и апробации данных исследования для определения эффективности прогнозирования ключевых показателей в жизненном цикле многоэтажного жилого здания, с помощью представленной методики, основанной на математической модели «Нечёткая логика».

Методология и методы исследования.

Данное диссертационное исследование основывается на следующих основных методологиях и методах научного исследования:

1. Методы системного анализа;
2. Методы организационно-технологического моделирования.
3. Методы анализа экспертных суждений;
4. Метод планирования эксперимента;
5. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта
6. Элементы теории принятия решений,

Положения, выносимые на защиту:

1. Факторы риска при проектировании и строительстве многоэтажных жилых зданий.
2. Влияния факторов риска на продолжительность проектирования и строительства.
3. Воздействие на факторы риска с целью сокращения продолжительности проектирования и строительства.
4. Методика по управлению и воздействию на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий.
5. Внедрение результатов исследования в строительное производство многоэтажных жилых зданий.

Степень достоверности.

Достоверность диссертационного исследования подтверждается достаточным количеством проведённых наблюдений, изученных отчётов качества при строительстве объекта, репрезентативной выборкой факторов риска, использованием обоснованных методов математической статистики и результатами апробации согласно теме диссертации.

Апробация результатов исследования:

1. Пятая Международная научно-практическая конференция кафедр организационно-технологического профиля строительных ВУЗов и технических университетов, МГСУ, 2019 г. Москва;
2. 3-е заседание Международного консорциума архитектурно-строительных вузов и Президентского форума, BRAUIC, 2019, г.Москва;
3. Научно-практическая конференция «Влияние искусственного интеллекта на финансовую отрасль», МЦФЭР, 2020, г. Москва;
4. Научно-практическая конференция «Новое качество государственного строительного надзора в контексте реформирования контрольной и надзорной деятельности», ГБУ «ЦЭИИС», 2021, г, Москва;
5. Участие во всероссийском инженерном конкурсе 2022/23, г. Москва

Внедрение результатов исследования произведены на следующих объектах капитального строительства:

1. Застройка экспериментального жилого микрорайона с жилыми домами переменной этажности» по адресу: г. Москва, поселение Десёновское, в районе дер. Яковлево. Корпус 13 — 16 эт.
2. Жилые дома с инженерными коммуникациями и благоустройством по адресу: г.Москва, СВАО, 9-ая Северная линия, вл.3. — до 24 эт.

Личный вклад соискателя учёной степени в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в том, что автором выполнены: наукометрический обзор, исследование, численный эксперимент, моделирование. Внедрение результатов диссертационной работы осуществлялось в деятельность строительных организаций. Диссертационная работа в полном объёме является самостоятельным исследованием. В работах, написанных в соавторстве, автор сформулировал принципы постановки задач, предложил модели описания и прогнозирования факторов риска, разработал алгоритмы решения поставленных задач, описал проводимые эксперименты и результаты моделирования, сформулировал окончательные выводы по проведённым исследованиям.

Публикации. Материалы диссертации достаточно полно изложены в 7 научных публикациях, из которых: 5 работ опубликованы в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК, 1 работа опубликована в журнале, индексируемых в международных реферативных базах Scopus и Web of Science и 1 работа ВАК не входящая в перечень специальностей 2.1.14.

Соответствие научно-квалификационной работы паспорту научной специальности.

Тема диссертации соответствует пунктам 4 и 7 паспорта научной специальности 2.1.14 «Управление жизненным циклом объектов строительства», отрасль науки – технические науки:

4. Исследование, формирование теоретических подходов к проектному **управлению и планированию производственных процессов, в том числе в условиях неопределённости и риска.** Разработка методов построения и развития проблемно-ориентированных систем управления на основе цифровой интеллектуальной поддержки принятия эффективных решений, **нечёткого моделирования, оптимизации функционирования объектов капитального строительства на всех этапах их жизненного цикла.**

7. Разработка методов и средств организации и управления жизненным циклом объектов капитального строительства в условиях ограничения доступности ресурсов, а также технических, экономических, экологических, социальных и других видов рисков. **Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества и надёжности строительных систем, поддержка принятия организационно-технических решений на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства.**

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает в себя: введение, четыре главы, заключение, список литературы –145 наименований, приложений – 5, рисунков – 46, таблиц – 29. Общий объем диссертации – 233 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель работы и основные задачи, выполнен анализ темы исследования. Дано описание теоретической и практической значимости работы, методологии проведения исследования. Сформулированы положения, выносимые на защиту, приведено описание публикационной активности и личного вклада автора. Соответствуют паспорту специальности, структура и объем работы.

В первой главе диссертации проводится обзор научной литературы в области строительства, описывающий факторы риска при проектировании и строительстве многоэтажных жилых зданий. Также изучены объекты-аналоги, в документации которых отделом качества зафиксированы факторы риска, возникшие на этапе выполнения работ.

Выявлены особенности рассматриваемых факторов риска, изучены факторы риска на всех этапах жизненного цикла проекта. Рассмотрены методы по оценке и анализу факторов риска, выявлены их преимущества и недостатки.

Проведён анализ теории и практики оценки результатов мониторинга для прогнозирования производительности строительного процесса. Выявлены особенности, понятия и элементы, необходимые для прогнозирования и принятия решений по организации строительного производства.

Проанализировано современное состояние проблемы исследования и установлено, что тема факторов риска, вызванных организационно-техническими решениями в жилищном строительстве, имеет место в теории и практике строительного производства.

Отделом качества ежемесячно составляются отчёты о факторах риска в проекте, поэтому разработка методики по управлению и воздействию на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий.

Необходимо разработать подход, заключающийся в применении согласованного набора решений, для поддержки управления жизненным циклом объекта строительства в условиях факторов риска.

В рамках первой главы выявлена необходимость разработать подход, увязывающий факторы риска на всех этапах жизненного цикла проекта.

Определить взаимосвязь факторов риска и их влияние на продолжительность проектирования и строительства.

Установить, как, воздействуя на факторы риска в жизненном цикле проекта, мы сможем оптимизировать продолжительность строительства.

Вторая глава посвящена методологии и методам основных этапов исследования. Приведена методологическая основа и основные этапы научных разработок, которые позволяют достичь цель и решить все поставленные задачи в рамках диссертационного исследования. Обозначен план эксперимента на основе метода экспертных оценок, с последующим анализом объекта исследования.

Определён математический аппарат для исследования влияния факторов риска на продолжительность строительства. В качестве математического аппарата принята «нечёткая логика» позволяющая определить, какие факторы риска оказывают наиболее существенное влияние на продолжительность проектирования и строительства.

Основная цель проведения эксперимента заключается в получении информации о факторах рисках, вызывающих увеличение продолжительности строительства.

Для достижения поставленной цели исследования необходимо решить следующие задачи: определение состава влияющих факторов, оценить степень их влияния на вершину системы и установить значения коэффициентов математической модели.

Для проведения экспертного опроса были привлечены специалисты с высшим техническим образованием и опытом работы более 10 лет в области проектирования и строительства. Эксперты также являются членами национальных реестров специалистов, таких как НОСТРОЙ и(или) НОПРИЗ.

В экспертном опросе приняли участие 16 экспертов.

Экспертам был предложен ряд вопросов, которые касаются их трудового стажа и членства в национальных реестрах специалистов. Такие вопросы могут включать информацию о их профессиональном опыте, должности, которые они занимали в процессе работы, их участии в проектах и выполнении различных задач в области проектирования и строительства.

Определение компетентности эксперта осуществлялось путём самооценки.

Этап	Коэффициент конкордации Кендела, W	Критерий Пирсона, χ_p^2
Планирование	0,68	35,36
Инженерные изыскания	0,72	17,28
Проектная стадия	0,66	88,6
Строительство	0,65	84,8

Рисунок 2. Коэффициенты конкордации Кендела и критерии Пирсона

Коэффициент конкордации Кэндела W — существенно отличается от нуля ($W \geq 0,5$) и расчётное значение критерия Пирсона χ_p^2 больше табличного χ_{Γ}^2 , следовательно, экспертные мнения согласованны и не случайны, данные представлены на рисунке 2.

В результате проведённого эксперимента сформирован перечень влияющих факторов риска, таблица 1.

Таблица 1. Факторы риска в жизненном цикле представленные экспертам.

Этап	Наименование	Показатель	№	Фактор
Планирование	Строительная площадка	Окружающая среда	F1	Повышенная сейсмичность площадки строительства
			F2	Природно-климатические условия
		Подземная часть площадки стр-ва	F3	Зона археологического исследования
		Объект	F4	Стеснённость площадки строительства
			F5	Высокая транспортная нагрузка
			F6	Задержки в получении разрешений
Инженерные изыскания	Подрядчик	Подготовка исходных данных	F7	Штат, кол-во
			F8	Объекты с положительным заключением экспертизы
			F9	Наличие и количество субподрядчиков
			F10	Текущие проекты
			F11	Применение новых технологий
			F12	Координация работы с субподрядной организацией
Проектная стадия	Документация	ИРД	F13	Качество проведённых ИГИ
			F14	Полнота необходимых данных для проектирования
		Проектная документация	F15	Уникальность объекта (сложность геометрических форм конструкций)
			F16	Высотность объекта
			F17	Алгоритм передачи информации между смежными разделами ПСД
			F18	Техногенные процессы на участке строительства
			F19	Результаты определения объёмов работ
		BIM отдел	F20	Уровень трудовой квалификации
			F21	Опыт работы

Продолжение таблицы 1.

Этап	Наименование	Показатель	№	Фактор
			F22	Штат, кол-во (низкое число сотрудников)
			F23	Уровень проработки BIM моделей
Строительство	Участники проекта	Генеральный подрядчик	F24	Количество объектов введенных в эксплуатацию
			F25	Штат, кол-во
			F26	Уровень трудовой квалификации ведущих сотрудников
			F27	Наличие и количество субподрядчиков
			F28	Текущие строительные объекты
			F29	Применение новых технологий
			F30	Координация работы с субподрядной организацией
			F31	Результаты распределения человеческих ресурсов
			F32	Производственно-технические ресурсы
			F33	Уровень подготовки инженерно-бытового производства
	F34	Отсутствие структуры в организации работ		
		Логистика	F35	Дисциплина в цепях поставок, перебои с топливом и электроэнергией
	Ресурсы	Оборудование	F36	Качество машин и оборудования
			F37	Поломки оборудования
			F38	Несвоевременный уход за оборудованием
		Материалы	F39	Хранение материалов
			F40	Повреждение материалов
		F41	Закупка материалов	
		F42	Материал не соответствует ПД	
		F43	Ограничение в выборе поставщиков	

После первого этапа экспертная таблица была открыта, и у экспертов была возможность пересмотреть и актуализировать факторы риска. Всего было сформировано 106 факторов риска.

Интеграция принципов нечёткой логики в оценку рисков предлагает новую и эффективную основу для решения неопределённостей, присущих реальным проблемам. Принимая во внимание двусмысленность и неточность экспертных суждений, можно достичь более полного понимания рисков с помощью «Нечёткой логики», что приведёт к более эффективному управлению факторами риска. Система нечёткой логики представлена на рисунке 3.

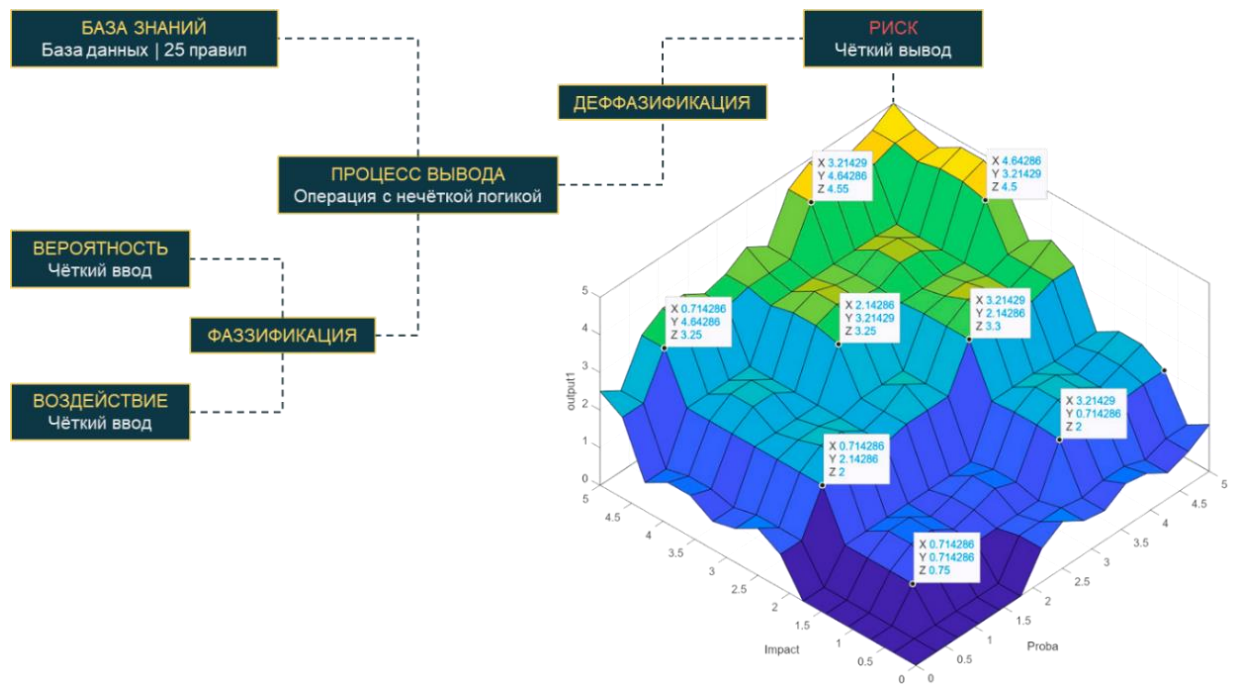


Рисунок 3. Система нечёткой логики

Традиционная оценка риска строительного объекта подразумевает под собой стандартную матрицу риска. Матрица риска объединяет информацию о вероятности возникновения события с его возможными последствиями для оценки уровня риска в различных сценариях.

Нечёткая оценка риска предоставляет возможность учитывать неопределённость и нечёткость при оценке вероятности и влияния факторов риска. Эта модель заменяет функцию произведения в матрице риска на нечёткую функцию, которая принимает во внимание не только степень вероятности и влияния, но также основывается на нечётких правилах и лингвистических переменных.

В **третьей главе** представлена обоснованная методика по управлению и воздействию на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий. Описывается принцип и алгоритм методики, рисунок 4.

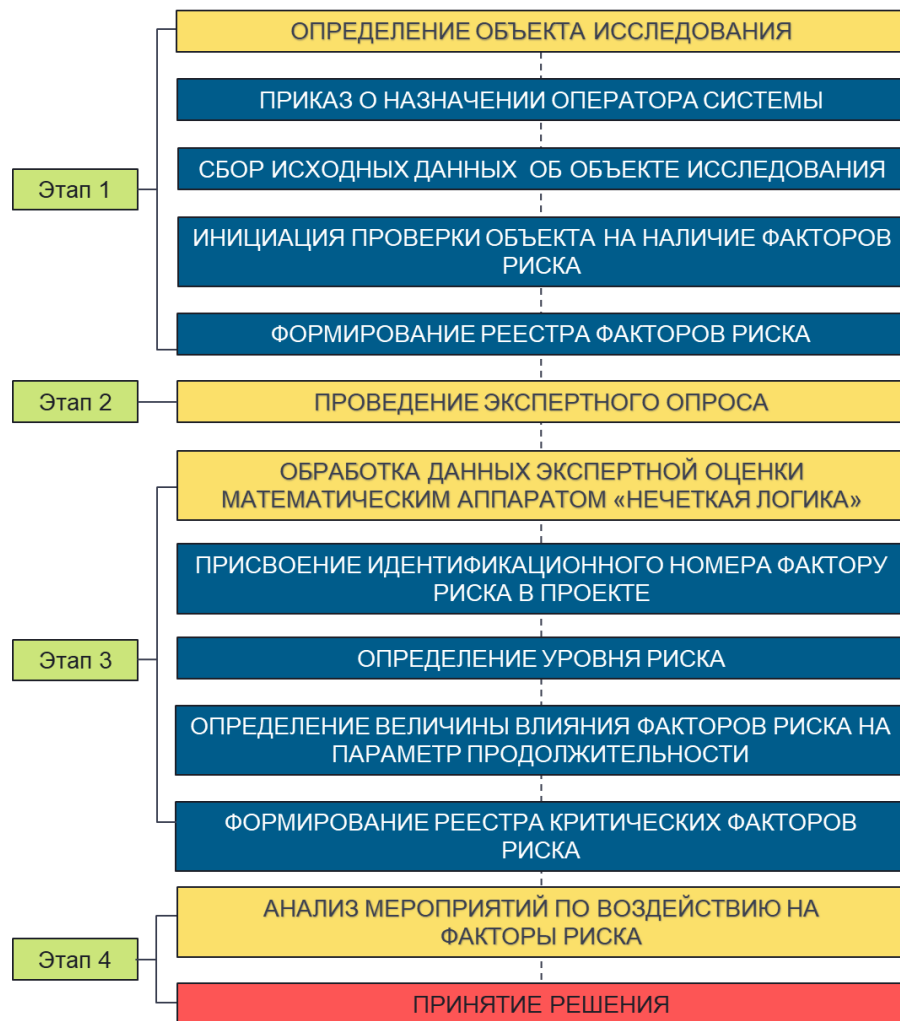


Рисунок 4. Этапы методики по управлению и воздействию на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий.

Этап 1. Определение объекта исследования.

Рассматриваемый объект — жилой многоэтажный дом, в соответствии с актуальностью темы исследования.

Исходные данные — проектная документация на объект капитального строительства в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"

В качестве примера, экспертам была предложена проектная документация, прошедшая экспертизу в МГЭ.

Проектируемый 20-ти этажный односекционный жилой дом со встроенно-пристроенной подземной автостоянкой, размещён на участке, расположенном в ЮВАО площадью 0,3506 га. вдоль 2-ой Фрезерной улицы.

Определяем архитектурные, конструктивные и иные уникальные составляющие здания и условия его реализации.

Для функционирования методики обязательно назначается оператор системы. Оператор полностью отслеживает проект на всех этапах жизненного цикла объекта, поэтому логично назначить оператором системы Главного инженера проекта.

Рассматриваются наиболее фундаментальные этапы возникновения факторов риска:

1. Планирование;
2. Инженерные изыскания;
3. Проектная стадия;
4. Строительство.

После анализа данных об объекте исследования и отчётов качества, оператор системы формирует реестр факторов риска. Полученный реестр факторов риска не будет являться всеобъемлющим до момента ввода объекта в эксплуатацию, поэтому реестр факторов риска будет пополняться новыми факторами риска в режиме «онлайн».

Этап 2. Проведение экспертного опроса.

Экспертный опрос проводился в несколько этапов – это отличный способ собрать мнения и оценки экспертов по теме исследования. Открыв экспертам результаты 1 этапа, удалось скорректировать данные, дополнить ценной информацией и сформировать перечень из 106 факторов риска для 2 этапа.

В начале эксперимента назначается специалист в области экспертного опроса, интервьюер - автор диссертационного исследования, а также один специалист из области строительного производства. Обозначаются правила и ограничения, которые сформированы в рамках экспертного опроса.

В контексте экспертной оценки, необходимо использовать математический инструментарий «Нечёткой логики» для более точного определения результатов. Одним из основных недостатков экспертной оценки является зависимость достоверности полученных данных от компетентности участвующих специалистов.

Этап 3. Обработка данных экспертной оценки математическим аппаратом «Нечёткая логика»

Применение математического аппарата «нечёткая логика» позволяет корректировать полученные данные путём вычислений и фильтрации, которые помогают сформировать базу данных факторов риска, влияющих на продолжительность проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий.

Математические операции выполняются в программном комплексе Polyspace, полученные результаты по величине влияния на продолжительность сводятся в реестр факторов риска.

Так как критические факторы риска - это риски, связанные с угрозой существенного отклонения проекта от плана по продолжительности, то следует особое внимание уделить данной категории факторов риска. В исследовании отмечено, что зачастую критические факторы риска приводят к крупным финансовым потерям. Исходя из вышеизложенного, критические факторы риска логично выделить в отдельную группу мониторинга и сформировать реестр критических факторов риска, представленных в таблице 2.

Таблица 2. Критические факторы риска и мероприятия по их устранению

№	Факторы риска	Мероприятия по устранению факторов риска
F9	Задержки в получении разрешений	Корректировка графика проектирования, информирование Заказчика
14	Сжатый срок строительства	Увеличение штата сотрудников проектирования, а также строительной бригады.
15-16	Уровень трудовой квалификации и штат для разработки проектной документации	Добавить в группу проектировщиков АР и ИОС ведущих и главных специалистов. Провести повышение квалификации сотрудников.
19	Текущие проекты (параллельность объектов)	Корректировка графика проектных работ по всем объектам, увязка графиков.
20	Применение новых технологий	Проанализировать внедрении BIM в отдел ИОС, проверить квалификации сотрудников в программном комплексе Revit или аналог
21	Координация работы с субподрядной организацией	Настроить общую платформу обмена данных, исключить передачу документации посредством личных мессенджеров. Выпустить приказ об облачном сервисе One drive.
23	Качество проведенных: Инженерно-геодезических изысканий Инженерно-геологических изысканий Инженерно-экологических изысканий Инженерно-гидрологических изысканий	Исходя из данных ИГИ, требуется провести дополнительные изыскания, в том числе актуализация буровых журналов, а также проведение штамповых испытаний.
24	Полнота необходимых данных для проектирования	Своевременная проработка и утверждение ЗНП, уточнение всех материалов, а также вендор листов. Согласование ЗНП со всеми специалистам-проектировщиками с целью исключения коллизий.

Продолжение таблицы 2.

№	Факторы риска	Мероприятия по устранению факторов риска
25	Уровень работы с нормативной документацией	Выпустить приказ об информировании сотрудников о применении ведущих ГОСТ, СП и ФЗ в рамках проектной и рабочей документации.
30	Результаты экспертизы ИГИ	Пересмотреть заключение, провести повторные изыскания.
31-32	Уровень трудовой квалификации и опыт работы для разработки стадии П	Пересмотреть проектные команды, назначить главных специалистов по направлениям жилого строительства.
38	Алгоритм передачи информации между смежными разделами ПСД	Выпустить приказ «Алгоритм передачи данных», задачу закрепить за отделом ВІМ
41	Результаты определения объёмов работ	Провести анализ ЗНП, проверку объёмов (ВОРЫ — ведомость объёмов работ) работ перед выпуском документации назначить за Главным Инженером Проекта, а также за Главным Архитектором Проекта.
42-44	Уровень трудовой квалификации, штат и опыт работы ВІМ отдела	Добавить в команду ВІМ главного координатора проектов
53	Результаты СТУ	Разработку рабочей документации вести совместно с решениями СТУ.
61	Влияния смежных процессов на результат работы	Систематическая задержка выпуска документации КЖ из-за несвоевременной выдачи заданий от ИОС. Увеличить штат , добавить главных специалистов по данному направлению.
82-84	Уровень трудовой квалификации, штат и опыт работы строительной бригады	Проверить состав комплексной бригады на возведения высотного здания. Проверить разряды плотников, арматурщиков и монолитчиков, а также их число в соответствии с Технологическими картами на производство работ.
85	Снижение производительности труда	Ввести премирование за выполнение сверх нормативных объёмов.
98	Качество машин и оборудования	Рассмотреть Российские аналоги строительных машин
102	Доставка материалов	Проработать своевременную доставку материалов, рассмотреть иных поставщиков
105	Материалы не соответствуют проектному решению	В рамках авторского надзора проверить используемые материалы и оборудование, а также технические паспорта на них.

Заключаящим шагом остаётся: анализ рекомендаций по управлению факторами риска, принятие решения оператором системы, формирование мероприятий по снижению уровня факторов риска и управление ими в жизненном цикле проекта.

Принятие решения назначается оператором системы. Оператор системы формирует лист заключение с предложенными мероприятиями для противодействия факторам риска, а ответственные за распределение ресурсов компании лица, или согласовывают, или предлагают альтернативные пути решения.

Для удобства пользователей, разработан электронный ресурс <https://otari23.wixsite.com/risk> , позволяющий оперативно произвести подсчёт увеличения продолжительности проектирования и строительства в жизненном цикле проекта.

В главе полностью описана структура, этапы и шаги методики по прогнозированию и определению величины влияния факторов риска на продолжительность проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий, вызванных организационно-техническими решениями.

В **четвертой главе** приведены результаты внедрения методики по управлению и воздействию на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий, в плановый отдел строительной организации.

При внедрении методики и сопровождении объектов капитального строительства автором произведён сбор исходно-разрешительной документации, анализ проектной и рабочей документации, отчётов инженерных изысканий, а также анализ данных строительной площадки.

Внедрение результатов диссертационного исследования в виде методики по оценке величины влияния факторов риска на продолжительность производилось на объектах капитального строительства г.Москвы:

1. Застройка экспериментального жилого микрорайона с жилыми домами переменной этажности» по адресу: г. Москва, поселение Десёновское, в районе дер. Яковлево. Корпус 13 — 16 эт.
2. Жилые дома с инженерными коммуникациями и благоустройством по адресу: г.Москва, СВАО, 9-ая Северная линия, вл.3. — до 24 эт.

Сопровождение объектов капитального строительства проводилось на всех этапах жизненного цикла объекта, от заключения договора и до ввода объекта в эксплуатацию.

Результаты внедрения методики представлены в таблицах 4-7.

Таблица 4. Оценка продолжительности на этапе «Проектирования», Объект 1.

№	Объект	ПСД и РД		
		Проект, дн	Фактическое Значение Δ	Прогнозирование Мах. Значение Δ
1	Жилой многоэтажный дом, Корпус 13	100	- 13 дней ↘ 13 %	- 15 дней ↘ 15 %

Таблица 5. Оценка продолжительности на этапе «Проектирования», Объект 2.

№	Объект	ПСД и РД		
		Проект, дн	Прогнозирование Min. Значение Δ	Прогнозирование Мах. Значение Δ
2	Жилой комплекс 9-я Северная	180	+ 15 дней ↗ 7,85 %	+24 дня ↗ 13,3 %

Таблица 6. Оценка продолжительности на этапе «Строительства». Объект 1.

№	Объект	Строительство		
		Проект, дн	Фактическое Значение Δ	Прогнозирование Мах. Значение Δ
1	Жилой многоэтажный дом, Корпус 13	240	- 18 дней ↘ 7,48 %	- 22 дня ↘ 9 %

Таблица 7. Оценка продолжительности на этапе «Строительства». Объект 2.

№	Объект	Строительство		
		Проект, дн	Прогнозирование Min. Значение Δ	Прогнозирование Мах. Значение Δ
2	Жилой комплекс 9-я Северная	650	+ 42 дня ↗ 6,37 %	+52 дня ↗ 8,15 %

Заключительный шаг внедрения методики. Формирование реестра факторов риска проекта, оценка величины влияния факторов риска, принятие мероприятий для устранения факторов риска, корректировка бюджета и ресурсов компании.

Благодаря внедрённой методике, предложены мероприятия по снижению влияния факторов риска, разработана стратегия по управлению параметром продолжительности жизненного цикла проекта, а также скорректированы цели и задачи проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках многолетнего исследования в настоящей работе приведены научные результаты, а также описаны способы достижения поставленных целей и задач по теме исследования. На основании проведённого исследования сформулированы следующие выводы и предложения:

1. В ходе анализа научной литературы в области строительства на тему факторов риска выявлено отсутствие системного подхода к прогнозированию и оценке величины влияния факторов риска на параметр продолжительности проектирования и строительства объекта, не проведено детальное исследование возможных стратегий и методов управления факторами риска в жизненном цикле проекта, что ограничивает понимание эффективных подходов по предотвращению рисков событий и минимизации их последствий. В научной литературе также не рассмотрены критические риски, связанные как с проектированием, так и с выполнением строительных процессов, исследование которых могло бы способствовать более точному прогнозированию и определению параметра продолжительности в жизненном цикле проекта.

Данные отчётов сметной стоимости объектов капитального строительства свидетельствуют об изменении не только продолжительности строительства объекта с увеличением от 11,1% до 266,7%, но и об увеличении сметной стоимости объекта строительства от 7,3% до 50,4%, данные значения напрямую имеют связь с неучтёнными факторами риска проекта.

2. Исследование показало, что отсутствует подход, описывающий влияние факторов риска и их взаимосвязь на всем пути жизненного цикла проекта. Сформирован алгоритм операционных действия по проведению эксперимента для систематизации и ранжирования факторов риск по этапам жизненного цикла объекта. В рамках исследования факторы риска были разделены на 4 этапа жизненного цикла, большая часть факторов риска имеет связь с принятыми организационно-техническим решениями. Ранжирование и систематизация факторов риска по этапам жизненного цикла проекта позволяет подойти к управлению жизненного цикла более эффективно.

3. Благодаря глубокому исследованию научной литературы, экспертной оценке и анализу отчётов качества при строительстве объектов капитального строительства, удалось сформировать реестр факторов риска, проанализировать входные данные вероятности и величины влияния факторов риска для математического аппарата «Нечёткая логика». Сформированный реестр факторов риска позволил аккумулировать полученные в ходе

исследования данные о 106 факторов риска, оказывающих влияние на параметр продолжительность проектирования и строительства.

4. Для точной оценки уровня влияния факторов риска была определена математическая модель "Нечёткая логика". Математический аппарат доказал свою работоспособность и пригодность для анализа больших баз данных. Особенно данный математический аппарат подходит для данных с различным уровнем неопределённости. Благодаря программному комплексу Polyspace удалось сократить операционные задачи.

5. Разработана методика по управлению и воздействию на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий. Благодаря представленной методике в данном исследовании, удалось достичь следующих результатов:

- Разработан стратегический подход, заключающийся в применении набора решений для поддержки управления жизненным циклом проекта. Интегрированная информация о факторах риска в жизненном цикле объекта позволяет оперативно принимать решения по управлению проектом в условиях факторов риска.
- Определены наиболее критические факторы риска, влияющие на жизненный цикл проекта, влияющие на параметры продолжительности проектирования и строительства. В жизненном цикле проекта насчитывается 28,3% критических факторов риска. Особое внимание следует уделить этапам до начала строительства, именно на этих этапах формируется наибольшая концентрация факторов риска – 60,38%.
- Разработаны мероприятия по устранению критических факторов риска, благодаря которым управление жизненным циклом становится более эффективным.
- Удалось сформировать реестр факторов риска с возможным уровнем влияния на продолжительность проектирования и строительства, максимальное значение влияния на продолжительность для фактора риска составляет 30 рабочих дней.

6. Внедрение методики по управлению и воздействию на факторы риска, вызванные организационно-техническими решениями, для обеспечения сокращения продолжительности проектирования и строительства многоэтажных жилых зданий, производилось на объектах капитального строительства в г.Москва.

7. Благодаря внедрению методики данного исследования на объектах капитального строительства до подписания договора с Заказчиком были исключены критические факторы риска, что позволило достигнуть сокращение продолжительности до 15% для проектных работ, и 9% для этапа строительства.

8. Для жилого строящегося многоэтажного здания удалось сократить продолжительность проектирования на 13 %, продолжительность строительства на 7,48 %.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы исследования:

Приняв систематический подход к управлению рисками и внедрив конкретные методологии, адаптированные к контексту строительства, заинтересованные стороны проекта могут активно выявлять и устранять потенциальные факторы риска, что приведёт к улучшению результатов проекта.

Создание и поддержка информационных баз данных о факторах риска является важной задачей в строительной отрасли. Недостаточность или отсутствие актуальной информации может привести к неверной оценке затрат, увеличению расходов на строительство и снижению эффективности проектов.

Будущие исследования в этой области должны быть сосредоточены на выявлении факторов риска и управлении ими в течение всего жизненного цикла проекта. Стоит сформировать базу данных факторов риска, для минимизации риска и оперативного мониторинга в реальном времени. Разработка и обучение искусственного интеллекта по данному направлению будет играть особую роль в сфере строительства. Данное исследование не ограничивается только многоэтажными жилыми домами, информационная база данного исследования может послужить хорошим материалом для исследования факторов риска при проектировании и строительстве промышленных зданий и сооружений.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в изданиях, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук:

1. Лapidус А.А., Чапидзе О.Д. Анализ факторов риска в строительной отрасли / А.А. Лapidус, О.Д. Чапидзе // Русский инженер. – 2020. - №2 (67). – С. 45-48.
2. Лapidус А.А., Чапидзе О.Д. Факторы и источники риска в жилищном строительстве отрасли / А.А. Лapidус, О.Д. Чапидзе // Строительное производство. – 2020. - №3. – С. 2-9.

3. Лapidус А.А., Чапидзе О.Д., Ратомская В.С. Строительство промышленных объектов в условиях технических и экономических рисков, вызванных организационно-технологическими факторами / А.А. Лapidус, О.Д. Чапидзе, В.С. Ратомская // Строительное производство. – 2020. - №4. – С. 3-7.
4. Лapidус А.А., Чапидзе О.Д. Совершенствование анализа факторов технических рисков с использованием комплексной модели FLDS на примере строительства многоэтажных жилых зданий/ А.А. Лapidус, О.Д. Чапидзе // Вестник МГСУ. – 2021. – Т. 16. - №12. – С. 1608-1619.
5. Лapidус А.А., Чапидзе О.Д., Ратомская В.С. Информационное моделирование зданий как фактор риска проекта / А.А. Лapidус, О.Д. Чапидзе, В.С. Ратомская // Строительное производство. – 2023. - №3. – С. 80-87.

Статьи, опубликованные в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Web of Science и др.

1. Lapidus, A., Topchiy, D., Kuzmina, T., Chapidze, O. Influence of the Construction Risks on the Cost and Duration of a Project. / A. Lapidus, D. Topchiy, T. Kuzmina, O. Chapidze // Buildings. – 2022. - № 12. Pp. 484. - doi.org/10.3390/buildings12040484

Статьи, опубликованные в других научных журналах и изданиях:

1. Чапидзе О.Д., Влияние факторов риска на параметры жизненного цикла многоэтажного жилого здания/ О.Д. Чапидзе // Строительное производство. – 2022. - №1. - С. 59-62.