

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи



Аль-Заиди Зайд Али Кадхим

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ РИСКА НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук, доцент  
Абрамов Иван Львович

Москва – 2023

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>Глава 1. Факторы риска в деятельности строительных предприятий</b> .....	14
1.1. Анализ деятельности строительных предприятий в Ираке .....	14
1.2. Анализ факторов риска инвестиционно-строительных проектов .....	33
1.3. Влияние факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака ...	43
1.4. Выводы по главе 1 .....	47
<b>Глава 2. Анализ методов моделирования факторов риска</b> .....	49
2.1. Классификация факторов риска.....	49
2.2. Методы моделирования влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий .....	51
2.3. Выбор метода моделирования .....	55
2.4. Выводы по главе 2 .....	81
<b>Глава 3. Моделирование факторов риска</b> .....	83
3.1. Ранжирование факторов риска .....	83
3.2. Моделирование оценки влияния факторов риска.....	90
3.3. Методика оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий .....	103
3.4. Выводы по главе 3 .....	111
<b>Глава 4. Методика реализации результатов исследований</b> .....	113
4.1. Разработка компенсационных мероприятий с целью снижения или исключения влияния факторов риска .....	113
4.2. Внедрение методики моделирования оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий .....	118

4.3. Внедрение компенсационных мероприятий с целью снижения или исключения влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий с использованием метода Монте-Карло .....	124
4.4. Выводы по главе 4.....	139
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>141</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>145</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>146</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>167</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....</b>	<b>169</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В .....</b>	<b>171</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....</b>	<b>173</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....</b>	<b>175</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

На совещании по вопросам развития строительной отрасли Президент Российской Федерации В.В. Путин указал, что строительство относится к ключевым, базовым отраслям, которые определяют динамику развития национальной экономики, обеспечивают занятость и доходы миллионов граждан. Было отмечено, что строительная отрасль в современных условиях переживает тяжелейший кризис и государство должно обеспечить ее поддержку с учетом того, что отрасль замыкает на себя большое количество предприятий [7].

Похожая ситуация сложилась в Ираке, где в настоящее время строительная отрасль развивается достаточно быстрыми темпами. В 2015 году объем строительных работ в стране составлял 5,53 млрд долларов, а в 2020 году этот показатель увеличился до 9,1 млрд долларов [116].

На рубеже 20-21 веков строительный сектор занимал одну из главенствующих позиций в экономике Ирака. Осуществлялась реализация многих инфраструктурных проектов, таких как строительство дорог, мостов, комплексное строительство жилых домов, школ, больниц и различных правительственных зданий.

Строительная отрасль Ирака значительно пострадала в результате длительного военного конфликта, начавшегося в 2003 г. В ходе боевых действий было разрушено большое количество зданий, и участники инвестиционно-строительной деятельности столкнулись с множеством проблем (экономические, политические, проблемы безопасности), которые создают препятствия для инвестирования в строительные проекты. Реализация многих крупных инвестиционно-строительных проектов была приостановлена. Качество строительных объектов резко снизилось, а стоимость их возросла. Существует острая необходимость пристально изучать влияние

организационных, технических, экономических, военных, климатических и других факторов риска на строительную отрасль Ирака.

Проблема влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий достаточно широко изучена в трудах российских ученых. Данные работы содержат большое количество актуальной информации и развитый аналитический инструментарий для исследований. Поэтому изучение влияния факторов риска на строительную отрасль Ирака предлагается выполнять, основываясь на результатах исследований в соответствующей сфере, проводимых в Российской Федерации.

На процесс строительного производства влияют различные факторы: производственные, экономические, политические, организационные, технические, климатические и пр.

На каждом этапе реализации инвестиционно-строительного проекта возникает большое количество факторов риска. Снижение влияния факторов, вызывающих риски, является важным направлением деятельности по повышению эффективности работы строительных предприятий.

Риск - это оценка вероятности ожидаемого события. Производственная деятельность связана с риском отклонений от проведенных оценок и расчетов, неожиданным изменением ситуации. Риски строительного производства - сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий [7,45].

Внутренние риски являются производной от уровня организации и технологии строительного производства, а также от технологического оснащения, производительности труда и представляют собой опасность потерь в процессе производства работ [60].

Внешние риски не зависят от организации строительного производства. На их уровень влияют многие неуправляемые факторы (организационные, военные, экономические, технические и климатические) [7,11,13,45].

Устранение или уменьшение влияния факторов риска на этапе строительного производства может свести к минимуму негативные последствия.

Строительные предприятия выступают в качестве налогоплательщиков в местный и государственный бюджеты. Следовательно, проблема снижения уровня факторов, вызывающих риски, актуальна и является важной не только для строительных предприятий, но и для всего государства в целом. Однако в настоящее время вопросы управления факторами риска изучены недостаточно и требуют дальнейших исследований [59].

Строительное производство представляет собой совокупность процессов, между которыми сложно установить взаимосвязи без учета различных факторов. Учитывая многообразие данных процессов и взаимозависимость между участниками инвестиционно-строительного проекта, можно прийти к выводу, что при принятии управленческих решений в процессе строительства факторы риска необходимо учитывать в первую очередь [10].

Факторы риска распространяются на весь жизненный цикл объекта, при этом наиболее рисковым циклом является строительство. Инвесторы, проектировщики и государственные органы должны работать совместно, начиная с этапа технико-экономического обоснования, для своевременного устранения потенциальных факторов риска, а подрядные и субподрядные организации, обладающие достаточной квалификацией в области организации строительства, должны быть наняты на раннем этапе реализации инвестиционно-строительного проекта для обеспечения надежной подготовки к выполнению безопасных и эффективных строительных работ [2].

Выявление возможного возникновения факторов риска на каждом этапе и принятие соответствующих мер для их преодоления имеют большое значение. С другой стороны, поскольку данные риски ориентированы на всех заинтересованных участников реализации инвестиционно-строительного проекта, то, как эффективно

заинтересовать различных участников управлять ими в контексте жизненного цикла объекта, имеет решающее значение для достижения поставленных целей.

Снижение воздействия факторов риска влияющих на строительное производство напрямую зависит от производственного и технического потенциала строительного предприятия: производительности труда, производственно-технического и трудового оснащения [12,29]. Производственные риски связаны с убытками от приостановления строительства вследствие воздействия таких дестабилизирующих факторов, как несчастные случаи и повреждение основных и оборотных фондов (оборудование, строительные машины и др.), а также с внедрением в строительное производство новой техники и инновационных решений [12,80,170].

Всесторонняя оценка факторов риска и внедрение компенсационных мероприятий, направленных на уменьшение или исключение влияния указанных факторов, позволят руководителям строительных предприятий принимать необходимые управленческие решения и осуществлять успешную реализацию инвестиционно-строительных проектов. Соответственно, возникает необходимость в разработке методики оценки факторов риска и компенсационных мероприятий.

Таким образом, исследование влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий имеет высокую теоретическую и практическую значимость для строительной отрасли, включающей в себя собственно строительные предприятия.

### **Степень разработанности темы исследования**

В результате исследования разработаны научные и методологические подходы, методики анализа и оценки факторов риска, мероприятия по снижению или предотвращению влияния факторов риска, существенно улучшающие организацию строительных процессов.

В настоящем исследовании проводится оценка факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий при реализации инвестиционно-строительных проектов в Ираке.

Теоретической базой исследований являются научные труды российских ученых: Авирома Л. С., Асаула А. Н., Альгина А. П., Атаева С. С., Афанасьева В. А., Балабанова И. Т., Бачкана Т., Болотина А. В., Бредихина В. В., Булгакова С. Н., Быстрякова А. Я., Грабового П. Г., Гранова Г. С., Гусакова А. А., Зеленцова Л.Б., Казаряна Р. Р., Карасева А. В., Карданской Н. Л., Киевского Л. В., Колотилкина Б. М., Кунина А. М., Лapidуса А. А., Мильнера Б. З., Мотылева Р.В., Олейника П. П., Прыкина Б. В., Ройтмана А. Г., Рыбальского В. И., Сергеева В. М., Синенко С. А., Стражникова А. М., Топчего Д. В., Черняка В. З., Шрейбера А. К. и Яковенко Е. Г., а также труды авторов из других стран, касающиеся некоторых теоретических и практических аспектов влияния факторов риска на строительные предприятия в Ираке: Khaleel T. A., Al-Hourani Hashem., Ahmed Z. J и др.

**Объектами исследования** являются факторы риска.

**Предметом исследования** является влияние факторов риска на деятельность строительных предприятий.

**Целью диссертационной работы** является сокращение влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака.

**Для достижения цели исследования поставлены следующие задачи:**

1. Анализ деятельности строительных предприятий Ирака;
2. Анализ факторов риска, присутствующих в строительной отрасли России и Ирака;
3. Классификация и ранжирование факторов риска;



4. Анализ методов оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий;
5. Моделирование влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака;
6. Разработка компенсационных мероприятий с целью снижения или исключения влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий;
7. Разработка методики оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий до и после внедрения компенсационных мероприятий;
8. Внедрение результатов исследований.

**Научная гипотеза диссертационного исследования** заключается в предположении о возможности уменьшения или исключения влияния факторов риска на этапе строительства за счет выявления и оценки влияния данных факторов и внедрения компенсационных мероприятий с целью сокращения продолжительности и себестоимости строительства. Следовательно, необходимо выявить, оценить, ранжировать относительную важность факторов риска строительства.

**Научная новизна диссертационного исследования:**

1. Осуществлена выборка факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий Ирака.
2. Проведено моделирование и сравнительный анализ влияния групп факторов риска на деятельность строительных предприятий.
3. Разработаны компенсационные мероприятия для снижения или исключения влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий.

4. Разработана методика оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий до и после внедрения компенсационных мероприятий.

**Теоретическая значимость работы** заключается в развитии научных исследований факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий.

**Практическая значимость работы** состоит в реализации методов, методик и компенсационных мероприятий с целью снижения или исключения влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий. Результаты исследования позволили исключить или минимизировать влияние факторов риска на реализацию инвестиционно-строительных проектов. Разработанные мероприятия позволили снизить влияние факторов риска на деятельность строительных предприятий.

**Методология и методы исследования.** Методологическую основу исследования составляют общие теоретико-статистические методы, положения системно-структурного подхода и математической теории эксперимента.

Основным методом исследования является метод Монте-Карло (с использованием программы Primavera Risk Analysis), а также методы принятия решений, в том числе метод иерархического анализа.

**Положения, выносимые на защиту:**

- постановка задачи исследования;
- результаты анализа факторов риска;
- классификация факторов риска;
- результаты анализа и выбор метода для проведения исследования;
- методика моделирования факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий;

- методика реализации результатов исследования.

**Степень достоверности полученных результатов обусловлена** использованием современных методов исследований, высокой воспроизводимостью полученных результатов.

Результаты внедрения подтвердили актуальность и востребованность задач, решенных соискателем в ходе исследования проблемы влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака, а также достоверность полученных научных и практических результатов.

**Личный вклад автора состоит в следующем:**

- проведен анализ деятельности строительных предприятий Ирака;
- выявлены факторы риска, влияющие на деятельность строительных предприятий;
- проведена классификация факторов риска;
- осуществлено моделирование оценки факторов риска;
- разработаны компенсационные мероприятия;
- проведено внедрение результатов исследования в практическую деятельность строительных предприятий Ирака.

**Апробация результатов диссертационного исследования**

Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены на следующих международных и всероссийских научно-практических конференциях:

- Международной научной конференции «International science and technology conference «FarEastCon-2019» (Владивосток, 2019);
- Международной конференции «Conference DCB 2020, Varna, Bulgaria, 2020»;

- Национальной конференции «Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы – 2019»;
- VI Международной научно-практической конференции «Технологии, организация и управление в строительстве – 2020» (ТОМиС-2020);
- Международной конференции «E3S Web of Conferences, UESF-2021»;
- VII Международной научно-практической конференции «Технологии, организация и управление в строительстве – 2021» (ТОМиС-2021);
- Второй национальной конференции «Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2021»;
- VIII Международной научно-практической конференции «Технологии, организация и управление в строительстве – 2022» (ТОМиС-2022).

### **Публикации по результатам исследований**

Материалы диссертации в достаточно полной степени изложены в 13 научных публикациях, из которых 6 работ опубликовано в научных журналах, включенных в перечень ВАК РФ, 5 работ - в научных журналах, индексируемых в базах данных Scopus и WOS, 2 работы - в научных журналах РИНЦ.

**Диссертация соответствует паспорту специальности 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства по пп. 3, 4, 7:**

- П. 3. Исследование и формирование методов разработки, видов обеспечения, критериев, моделей описания и оценки эффективности решения задач управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологий информационного и математического моделирования, системного анализа, автоматизации и оптимизации принятия решений;

- П. 4. Исследование, формирование теоретических подходов к проектному управлению и планированию производственных процессов, в том числе в условиях

неопределенности и риска. Разработка методов построения и развития проблемно-ориентированных систем управления на основе цифровой интеллектуальной поддержки принятия эффективных решений, нечеткого моделирования, оптимизации функционирования объектов капитального строительства на всех этапах их жизненного цикла;

- П. 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 надежности строительных систем, поддержка принятия организационно-технических решений на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка сокращений и списка литературы из 182 наименований. Работа содержит 176 страниц, 42 рисунка, 34 таблицы и 5 приложений.

## **Глава 1. Факторы риска в деятельности строительных предприятий**

### **1.1. Анализ деятельности строительных предприятий в Ираке**

Строительное предприятие является сложной динамичной системой, подверженной изменениям, переходящей из одного качественного состояния в другое и обладающей следующими характеристиками [7,13,36]:

- управляемостью, т.е. способностью принимать временное изменение процессов под воздействием управленческих решений;
- гибкостью, т.е. возможностью предприятий адаптироваться к условиям окружающей среды и ее изменениям [54];
- долговременностью, т.е. способностью предприятия и его производственной системы продолжать работу в течение очень долгого времени;
- результативностью, т.е. возможностью создавать требуемую продукцию с запланированным качеством;
- устойчивостью, т.е. возможностью предприятия и его производственной системы поддерживать необходимый уровень эффективности и результативности [29,31].

Согласно действующим нормативным документам, строительное предприятие – это предприятие, работающее в сфере строительства, которое осуществляет изыскательские и проектные работы, производство материалов и конструкций, возведение зданий и сооружений, транспортное обслуживание. В распоряжении строительных предприятий находятся определенные ресурсы (материальные, технические, трудовые), с помощью которых создается соответствующая продукция [8].

Важным показателем строительного предприятия является его надежность, т.е. способность бесперебойно осуществлять строительный процесс, позволяющий

строительному потоку функционировать с заданными параметрами эффективности даже при возникновении случайных рисков [16,25,47]. Под организационно-технологической надежностью принято понимать способность предприятия сохранять параметры эффективного функционирования в заданных пределах и получать запланированный результат при заданных условиях производства [49].

Основными причинами непланируемой variability показателей, влияющих на производственную ситуацию и деятельность строительного предприятия в целом, являются факторы риска и неопределенность [6,14].

Под строительным производством понимается выполнение широкого спектра подготовительных работ, выполняемых непосредственно на строительной площадке, или капитальный ремонт и реконструкции всех типов зданий и сооружений [7,89], как один из этапов жизненного цикла проекта.

Данному этапу жизненного цикла проекта соответствует определенный уровень проработки цифровых информационных моделей. Строительная модель содержит взаимосвязанные графические и атрибутивные данные, обеспечивающие выполнение строительно-монтажных работ, а именно: архитектурные, технические и технологические проектные решения объекта капитального строительства, включающие проект производства работ с применением конкретного материально-технического обеспечения [37,64].

Строительное производство характеризуется значительной продолжительностью подготовительного и основного периодов, индивидуальным характером создаваемой продукции, потребностью в материально-технических и трудовых ресурсах [16]. Данные особенности указывают на вероятность получения как прибыли, так и убытков в процессе осуществления производственной деятельности строительных предприятий [10,58].

Участники строительства осуществляют свою деятельность в условиях жесткой конкуренции и постоянно меняющейся экономической конъюнктуры [17], к

тому же им часто приходится подстраиваться под изменения, вносимые в законодательство, регулирующие правовые отношения в строительной отрасли. Перечисленные факторы увеличивают вероятность возникновения рисков, оказывающих отрицательное влияние на реализацию инвестиционно-строительных проектов и качество производимой строительными предприятиями продукции [56,155,159].

Помимо факторов, воздействующих на процесс строительства извне, существуют внутренние факторы, возникновение которых связано с внутренней деятельностью строительного предприятия, его оснащенностью трудовыми и материальными ресурсами, состоянием эксплуатируемой техники, уровнем квалификации кадрового состава, соблюдения трудовой дисциплины, правил техники безопасности и т.д.[10, 67].

Руководство предприятия, осуществляя управление его производственной деятельностью, должно знать о возможных пределах изменения рисков, вызываемых внутренними и внешними факторами [12].

В ходе настоящего исследования были проанализированы особенности деятельности строительных предприятий в Ираке.

Ирак – государство с населением 36 млн человек, расположенное на Ближнем Востоке. Столицей Ирака является город Багдад. Территория страны составляет 435000 км<sup>2</sup>.

Экономические санкции, введенные в отношении Ирака в начале 1990-х годов, негативным образом сказались на всех секторах экономики, что привело к значительному спаду работы строительного производства. А военный конфликт, начавшийся в 2003 году, повлек за собой разрушение большого количества зданий, сооружений, промышленных объектов и т.д. [109].



В настоящее время существует острая потребность в восстановлении инфраструктуры страны, поэтому необходимо уделять большое внимание строительству новых жилых домов и производственных зданий.

В 2013 году строительная отрасль занимала третье место по величине (13,7%) в экономике Ирака, следуя сразу за нефтяным сектором [98,101,160]. Но к 2015 году объем строительного сектора и его финансирование резко уменьшились.

После 2003 года в Ираке сформировался класс подрядчиков, не имеющих большого практического опыта в строительной сфере, которые занимались преимущественно строительством небольших объектов. Такая деятельность стала приносить им высокий доход. В то же время крупные строительные компании с высококвалифицированными кадрами не спешили заниматься строительством аналогичных объектов, видя в этом высокие риски для себя [124].

Как показывает практика, отсутствие у строительных компаний четкой стратегии при выборе проектов приводит к множеству проблем, в том числе к задержке сроков строительства.

Инвестиционные расходы в строительном секторе Ирака в период с 1990 по 1995 годы выросли с 115,36 до 2889,37 млн динаров. В 1996 году наблюдалось их снижение до 1329,93 млн динаров [105]. В период с 1997 по 2001 годы они вновь увеличились до 78698,76 млн динаров. Причина такого интенсивного роста объясняется заключением между правительством Ирака и ООН Меморандума о взаимопонимании [94,98]. В ходе военного конфликта инфраструктуре Ирака был нанесен сильный урон, а большинство строительных проектов были приостановлены. После этого инвестиционные расходы в строительном секторе в течение 2004-2010 гг. колебались в диапазоне от 317623,15 до 1192652,58 млн динаров с ежегодным темпом роста 20,3%.

Рост мировых цен на нефть в 2011-2013 годах способствовал увеличению государственного бюджета Ирака, что положительно отразилось на строительном

секторе. Однако уже в 2014-2015 годах цены на нефть снизились, начался вооруженный конфликт между иракскими войсками и террористической организацией ИГИЛ. Это обусловило очередное уменьшение доли инвестиций в строительном секторе.

Обстановка в стране постепенно стабилизировалась в 2018-2021 годах, и количество строительных проектов стало увеличиваться. Так, количество инвестиционно-строительных проектов (ИСП) в 2021 году по сравнению с 2019 годом увеличилось на 51,5% (с 691 до 1047), см. табл. 1.1.

*Таблица 1.1.*

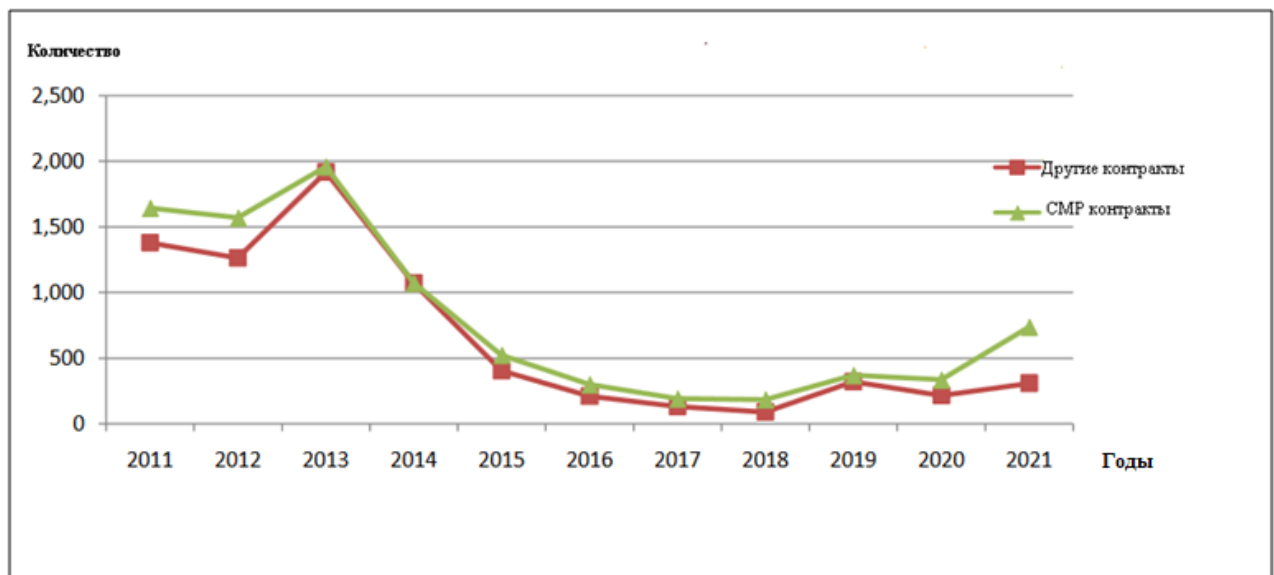
*Количество строительных проектов в Ираке за период с 2011 по 2021 гг. [116,117]*

Год	Проекты по строительству многоэтажных зданий		Другие ИСП		Общая сумма* (млн динаров)	
	Количество проектов	Стоимость	Количество проектов	Стоимость	Количество проектов	Стоимость
2011	1380	1704756	1644	2434349	3024	4139114
2012	1265	2841064	1570	4433164	2835	7274229
2013	1919	5303214	1959	5580625	3878	10883840
2014	1073	2312900	1073	2115355	2146	4428255
2015	406	1189446	523	2170672	929	3360118
2016	212	2044788	299	1346837	511	3391625
2017	132	544047	191	1408939	323	1952986
2018	91	176662	184	390403	275	567064
2019	321	432193	370	2359198	691	2791391
2020	216	393912	335	1574023	551	1967935

	Проекты по строительству многоэтажных зданий		Другие ИСП		Общая сумма* (млн динаров)	
	2021	310	589421	737	1968578	1047

\*1 доллар равен 1180-1200 динаров

В дальнейшем рост инвестиционных расходов в строительном секторе замедлился вследствие непрекращающихся политических конфликтов, диспаритета цен на нефть, роста стоимости доллара (до 1450 динаров за доллар) и отсутствия инвестиций в строительство (рис. 1.1).



*Рис. 1.1. Динамика инвестиционных расходов в строительном секторе Ирака за период с 2011 по 2021 гг. [116]*

Многолетние экономические санкции препятствовали выходу строительных предприятий Ирака на мировой рынок, что послужило еще одной причиной замедления развития строительной отрасли. К указанным затруднениям добавляется постоянное колебание цен, отсутствие надлежащего нормативно-технического регулирования в строительстве [100]. Все это приводит к низкому качеству

строительных объектов, затягиванию сроков строительства и наносит экономический ущерб участникам инвестиционно-строительной деятельности[42].

Основными проблемами, сдерживающими рост строительного сектора Ирака, являются:

1. Себестоимость строительных работ превышает цену, указанную в сметной документации (договоре, контракте).
2. Неспособность строительных предприятий применять современные технологии в своей деятельности.
3. Отсутствие квалифицированных трудовых ресурсов для выполнения строительного-монтажных и смежных видов работ.
4. Несвоевременная оплата обязательных отчислений в бюджет государства.
5. Колебание цен и валютного курса.
6. Ошибки при составлении проектно-сметной документации, влияющие на конечную стоимость строительного-монтажных работ.
7. Отсутствие или несвоевременное получение результатов лабораторных исследований из-за нехватки лабораторий и устаревшего оборудования.
8. Вооруженные конфликты.
9. Большое количество низкоквалифицированных подрядчиков.
10. Отсутствие грамотного анализа внешних и внутренних рисков в ходе реализации инвестиционно-строительных проектов (при разработке проектной документации и проведении строительного-монтажных работ) [82].

Факторы, оказывающие негативное влияние на деятельность строительных предприятий, можно классифицировать на восемь основных групп [96]:

1. Военные.
2. Финансовые и экономические.

3. Организационные.
4. Факторы безопасности труда.
5. Технические.
6. Рабочего места.
7. Социальные.
8. Климатические.

При проведении дальнейшего исследования предлагается оперировать следующими группами факторов: организационными, техническими, экономическими, военными и климатическими.

В России строительное производство является одной из наиболее значимых отраслей экономики (около 8% ВВП), состояние которой отражает уровень экономического развития страны. В 2018 году занятость в строительном секторе составляла 8,3% от общей численности занятого населения Российской Федерации. С каждым годом количество действующих организаций в строительном бизнесе увеличивается. В строительном секторе на начало 2021 года насчитывалось более 240 тыс. предприятий [1,39,64]. В Ираке на начало 2021 года насчитывалось более 73 тыс. предприятий [117].

Влияние различных дестабилизирующих факторов на устойчивое функционирование строительных организаций требует проведения соответствующих исследований [7,9,93,151].

В настоящей диссертационной работе описаны риски инвестиционно-строительной деятельности, дана их обобщенная характеристика и приведены классификации, а также выявлены методы анализа и оценки рисков, используемые в управлении инвестиционно-строительной деятельностью [35,154] в Ираке.

Проблема управления рисками в строительной деятельности в последние годы стала одной из самых обсуждаемых в научной среде. Часто риски вызывают ряд негативных последствий для строительных проектов.

В работе [141] ученый R. Kathiravan с соавторами полагают, что процесс управления рисками в строительном проекте очень важен с точки зрения достижения целей проекта (проведение строительных работ в установленные сроки и по запланированной цене в условиях безопасности и экологической устойчивости).

В работе [164] Sakthiniveditha с соавторами пишут о том, что строительная отрасль оказывает решающее влияние на развитие государства. В настоящее время строительство многоэтажных домов пользуется наибольшим спросом, и спрос этот постоянно растет. Следовательно, возрастают и риски в сфере строительства высотных зданий [34]. Строительные риски могут быть минимизированы только тогда, когда известна их причина [18]. Авторами данного исследования была проведена оценка рисков при строительстве многоэтажных зданий [43] с помощью опроса экспертов в строительной сфере, которым предлагалось заполнить анкету, состоящую из трех разделов: общие вопросы, перечень основных рисков, перечень связанных подрисков.

По мнению Arati Chougule [110], риск присутствует в каждом проекте. И для того чтобы предупредить его негативные последствия, необходимо провести своевременную оценку риска и принять меры по его предотвращению. Исследователь также опросил работников строительной индустрии, выявил критические факторы, влияющие на строительные проекты, и установил их взаимосвязь. Он выделил технологические риски, риски строительства, социально-политический риск, риск для сообщества, риск для руководства.

В работе [133] Natim A. R. с соавторами выполнили оценку рисков в строительной отрасли Ирака с помощью метода FMEA (анализ причин и последствий отказов). Информация, необходимая для оценки рисков, собиралась с помощью анкет, которые были распределены между частными и государственными строительными организациями. Из 75 анкет было заполнено и возвращено 69 (92%). Результаты проведенного исследования показали, что к категории основных

респонденты относят 21,15% рисков, однако вероятность их возникновения считают низкой. К категории умеренных опрошенные отнесли 44,23% рисков. К значительным было отнесено 13,46% рисков.

В работе [129] ученый Hanish V. с соавторами также отмечали, что в городах по причине интенсивного притока сельского населения возрастает спрос на жилье. По их прогнозам, повышенный спрос на строительство многоэтажных домов в ближайшие годы будет сохраняться. Целью их исследования была оценка рисков при строительстве высотных зданий. В основу исследования были положены: анализ научной литературы, данные анкетирования. Исследование показало, что большое количество проектов высотных зданий в городах Индии не реализуется, т.к. высоки затраты на строительство и велики риски возникновения пожаров.

В работе [113] Imayanti Basari отметил, что увеличение объемов жилищного строительства привело к появлению множества проектов высотных зданий в Индонезии, особенно в крупных городах. При этом высокие требования к земельным участкам, на которых планируется осуществлять строительство, и непростые природные условия определяют высокую степень сложности и опасности реализации указанных проектов.

В работе [151] Leenu P. с соавторами пришли к выводу, что управление рисками – это инструмент для определения, оценки и регулирования рисков строительного проекта. Методология рассматриваемого исследования основана на анкетном опросе, проведенном среди подрядчиков, специализирующихся на строительстве высотных домов. Опрос проводился с целью выявления факторов риска, влияющих на экономическую эффективность строительной отрасли. В результате было выявлено 24 фактора риска. Авторы исследования полагают, что сочетание количественных и качественных методов анализа при оценке рисков позволит улучшить процесс управления рисками [70].

В работе [123] Gavit, Pitroda с соавторами предоставили результаты исследований, направленных на выявление факторов риска в строительной отрасли Индии. Участников строительства (инвесторов, подрядчиков, застройщиков, работников инженерных и проектных организаций) просили оценить важность различных строительных рисков. Анализ проведенного опроса осуществлялся с помощью такого инструментария, как Relative Importance Index (RII). Авторы исследования считают, что процесс управления рисками должен непременно включать в себя оценку рисков с помощью качественных и количественных методов. А наличие системы управления рисками в различных компаниях позволит повысить производительность предприятий, сократить убытки и увеличить прибыль.

Исследователи сосредоточились на изучении системы управления рисками в строительных проектах и предоставили подробную информацию об использовании методов управления рисками в проектах по строительству многоэтажных домов.

В работе [98] Ahmed Z. J. констатирует, что риск присутствует во всех сферах жизни. К примеру, статистика показывает, что в Ираке при реализации строительных проектов чаще всего проблемы возникают в период завершения строительства, когда сроки выполнения работ начинают затягиваться и возрастает стоимость проекта. Следовательно, для обеспечения успешной реализации строительного проекта необходимо найти способ решения проблемы управления рисками. Риски необходимо нивелировать. Управление рисками состоит из нескольких этапов, важнейшим из которых является их выявление и оценка [104]. Целями рассматриваемой работы являются именно выявление и оценка рисков строительных проектов в Ираке путем сочетания методов SWARA и COPRAS. Для достижения цели исследования были определены десять критериев оценки риска. Позже вес критериев был определен методом SWARA. На следующем этапе проводились идентификация и ранжирование рисков с помощью метода COPRAS. Результат показал, что ошибки в проектной документации, низкая квалификация



подрядчиков, некорректные геологические изыскания и задержка реализации строительного проекта из-за нехватки денежных средств у подрядчика являются наиболее частыми причинами возникновения рисков в строительных проектах в Ираке. Следовательно, чтобы достичь целей проекта, необходимо учитывать данные риски.

В работе [145] Kim B. G. с соавторами отмечали, что на строительную отрасль Ирака влияет множество факторов, которые в силу своей специфики приводят к повышенной неопределенности и многочисленным рискам на этапе строительства. Основная цель их исследования – выявление и оценка ключевых факторов риска и их влияния на реализацию строительных проектов в столице Ирака (Багдаде). В данном исследовании риски, связанные со строительными проектами, выявлялись с помощью анкетирования и интервью со специалистами в сфере строительства. Возможные факторы риска были идентифицированы и разделены на пять групп: финансовые, политические, организационные, технические и правовые. Исследование показало, что в первую десятку важных факторов риска входят: ошибки в спецификациях, приложенных к договору строительного подряда (76,89%); отклонение параметров строительного объекта от проектной документации, которое выявилось в процессе строительства (75,97%); задержка поставок оборудования и материалов (75,74%); плохая координация между клиентом и подрядчиком (72,29%); отсутствие ясности в договорных обязательствах (71,17%); возникновение внутренних проблем между участниками строительного проекта (71,17%); просрочка платежа (68,09%); недостаточность денежных средств для завершения строительства (66,37%); военные конфликты (47,75%) и задержка выплаты промежуточных (авансовых) платежей подрядчику из-за судебных споров (46,58%).

В работе [144] Khaleel T. A. с соавторами полагают, что наиболее актуальными для Ирака являются проекты строительства жилых комплексов, поскольку они

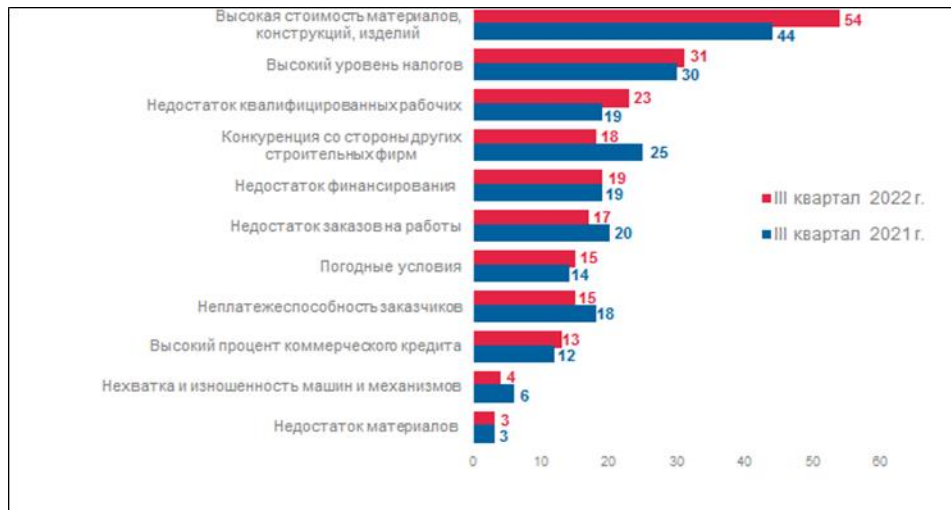
играют важную роль в обеспечении населения жильем. В последние годы были выявлены различные виды рисков, возникающих в основном на этапе строительства жилых комплексов. Суть предложенной учеными концепции управления рисками заключается в разработке систематического процесса, включающего в себя планирование, идентификацию, возможные способы реагирования, анализ и оценку как качественных, так и количественных переменных, мониторинг и снижение рисков. Результаты статистического анализа показали, что 25 из 57 факторов оказывают большое влияние на возникновение рисков при строительстве жилых комплексов в Ираке. Это говорит о том, что 44% перерасхода средств при строительстве жилых комплексов может быть обусловлено влиянием факторов риска. Наиболее важным фактором риска является несоответствие фактически выполненных работ условиям договора строительного подряда.

Анализ перечисленных выше научных трудов показал недостаточность проведенных исследований факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий в Ираке, Иране, Сирии, Турции, Иордании и Ливане[108].

В работах ученого Лapidуса А. А. [47] отмечено, что в последние годы в России значительно возрос интерес широкого круга профессионального сообщества к проблемам технических рисков и методам воздействия на них [48]. Важным, по его мнению, при исследовании качественных показателей строительного производства является вопрос, связанный с возникновением рисков и неопределенности на различных этапах реализации строительных проектов.

На рис. 1.2 представлены основные факторы риска, ограничивающие строительную деятельность в России (в соответствии с данными Федеральной службы государственной статистики). Динамика деловой активности строительных предприятий позволяет установить, что по сравнению с предыдущими годами зависимость строительных предприятий от внешних и внутренних факторов к 2022

году заметно возросла [44,69]. Причинами являются следующие дестабилизирующие факторы, оказывающие негативное влияние на деятельность строительных предприятий: низкая квалификация трудовых ресурсов, недостаточное применение инновационных технологий[78], изношенность технических средств, нестабильная экономическая ситуация, повышение налогов на недвижимость и НДС[10].



*Рис. 1.2. Факторы, ограничивающие деятельность строительных организаций в России [73,79]*

В работе ученого Абрамова И. Л. [7] названы следующие перспективные направления исследований по проблеме устойчивости производственных систем:

- исследование влияния различных организационных и технических факторов неопределенности на устойчивость производственных систем;
- исследование зависимости устойчивости производственной системы от совокупного влияния управляющей и управляемой подсистем, эффективности их организации.

Согласно исследованию ученых Некрасовой М. В. и Калошиной С. В., первичные элементы, способствующие созданию рисков для подрядчиков, подразделяются на внешние и внутренние [58]. К внутренним факторам относятся:

- несоблюдение последовательности ключевых технологических операций;
- своевременно неотремонтированная или не прошедшая техосмотр строительная техника;
- использование новых строительных материалов, свойства которых не до конца изучены;
- несвоевременные или некачественные лабораторные испытания;
- использование нового оборудования и механизмов, не прошедших необходимых экспертиз;
- несоответствие используемого оборудования и техники нормативным требованиям к работе;
- низкая эффективность рабочей силы;
- предоставление расходных материалов в недостаточных количествах;
- неэффективный контроль за персоналом, выполняющим строительно-монтажные работы.

Нестабильная экономическая система, природные перемены, изъяны в рабочих документах, изменения в нормативных документах, регулирующих строительство, прекращение инвестиций в строительство — все это примеры внешних факторов.

В работе [87] ученый Шлопаков А. В. заложил основу для разработки универсальной системы категоризации рисков для российских строительных компаний, которая позволяет определять вес и значение различных факторов: внутренних (производственные, технологические, экономические, социальные, маркетинговые, инновационные, организационные, специфические, эксплуатационные) и внешних (политические, общеэкономические, правовые, отраслевые, климатические, экологические). Автор выступил за расширение этой категоризации за счет добавления дополнительных критериев, учитывающих другие стороны деятельности строительных организаций [33].

В работе [139] Капустина Н. В. с соавторами пришли к выводу, что на современные условия деятельности строительных организаций в России влияют различные процессы, в том числе: развивающаяся глобализация; ограничение свободы торговли в результате постоянно усиливающихся экономических санкций; растущая мировая и внутренняя конкуренция; активизация инвестиционной деятельности как на региональном уровне, так и в глобальном масштабе; рост техногенных катастроф, всеобщая цифровизация и постоянное развитие технологий.

Также в исследовании доказано, что на финансовую устойчивость современных строительных предприятий в России влияет большое количество разнообразных факторов внешней и внутренней среды [28]. Все эти факторы можно сгруппировать по причинам возникновения, по временным показателям, по степени влияния на деятельность организации, по влиянию на значимость главных и второстепенных результатов, по структуре простого и сложного.

В работе [175] Власенко М. пояснила, что устойчивость к возмущениям внешней среды и выявление влияния внешних факторов имеют первостепенное значение в управлении экономической и финансовой устойчивостью, и установила, что строительные компании Сибирского федерального округа находятся под влиянием ипотечной ставки и индекса потребительских цен. При этом наиболее существенное влияние на финансовую устойчивость оказывает номинальная средняя заработная плата [112]. Если данные факторы будут учитываться при управлении строительными компаниями и планировании ресурсов, компании смогут своевременно противостоять влиянию внешней среды и повысить финансовую устойчивость.

В работе [140] Карминский А. М. с соавторами исследовали сравнение различных методов прогнозирования банкротства строительных компаний. Они рассматривали следующие алгоритмы: логит- и пробит-модели, искусственные нейронные сети, деревья классификации и случайные данные. Большое внимание

было уделено особенностям моделей машинного обучения, влиянию дисбаланса данных на прогностическую способность моделей, анализу способов борьбы с этими дисбалансами и анализу влияния нефинансовых факторов на прогностическую способность моделей. В своем исследовании авторы использовали нефинансовые и финансовые показатели, рассчитанные на основе публичной финансовой отчетности строительных организаций за период с 2011 по 2017 годы. Авторы пришли к выводу, что рассмотренные модели демонстрируют приемлемое качество для использования в прогнозировании проблемы с банкротством.

В работе [23] ученый Воронков И. Е. использовал статистические и эмпирические методы (системного анализа, метод экспертных оценок, иерархического анализа и др.) для определения, исследования и оценки надежности участников инвестиционно-строительного проекта, сделан вывод о возможности использования модели иерархического анализа для сравнения групп показателей, влияющих на деятельность участников при реализации инвестиционно-строительного проекта[54,56].

В работе [69] ученый Сафарян Г. Б. использовал разнообразные аналитические, экономико-математические и статистические методы (системного анализа, иерархического анализа, Монте-Карло и др.) для исследования и анализа стохастических факторов, случайных рисков, возникающих на стадии производства, и особенностей логистики, которые влияют на сроки и стоимость реализации строительного проекта[92]. Разработана методика повышения ОТР в стратегическом и оперативном управлении строительным производством.

В работе [150] ученый Ларионов А. Н. с соавторами провели исследование применимости метода Монте-Карло в процессе оптимизации экологической безопасности в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Задачей исследования являлась разработка методика для строительного-коммунального хозяйства, позволяющей прогнозировать, как будет строиться и эксплуатироваться

здание или сооружение на всех этапах своего жизненного цикла в зависимости от воздействия техногенных и природных факторов. Метод Монте-Карло позволяет оптимизировать экологическую безопасность строительства за счет минимизации рисков (за счет выбора наиболее оптимистичного сценария), а также предотвращения возможного ущерба и минимизации затрат на его устранение. Дальнейшее развитие метода приведет к созданию методики, которую можно будет применять для оценки экологических рисков в районе строительства с целью повышения его экологической безопасности.

В работе [46] ученый Куликова Е. Ю. пришла к выводу, что снижение технических рисков (т.е. объективных причин инцидентов, аварий, травм и профзаболеваний) в процессе реализации строительных проектов базируется на совершенствовании технологии и технических средств строительства, а также защитных средств и систем, обеспечивающих коллективную защиту трудящихся. Сюда же относится совершенствование нормативной базы, методик оценки состояния производственной среды, методов проектирования горно-технологических систем и др. Методика снижения организационных рисков в части управления персоналом будет эффективной и современной только тогда, когда основные решения в ней будут нацелены на повышение квалификации и компетентности кадров, принимающих важнейшие технико-экономические решения.

Несмотря на большое количество исследований, проблема управления факторами риска, ее отдельные научно-методические аспекты до сих пор остаются недостаточно проработанными и требуют дальнейшего изучения.

Соискателем исследовано влияние групп основных факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака с учетом групп факторов риска различных регионов, проведен сравнительный анализ результатов с использованием

модели иерархического анализа и выполнена оценка относительной важности и взаимосвязи каждой группы.

Анализ научной литературы [141], посвященной исследованию факторов риска непосредственно в сфере строительства [145], позволяет сделать вывод о том, что предприятия сталкиваются со многими видами факторов риска, требующими управления. Среди них выделяют технические, инвестиционные, экономические, экологические, производственные, эксплуатационные, инновационные, инженерно-геологические, финансовые, судебные, налоговые, материально-технические, предпринимательские, информационные, социальные, банковские, кредитные и др. факторы.

Таким образом, результаты проведенного анализа влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий показывают, что существующие научно-методические труды по теме настоящего исследования (табл. 1.2) оставляют без внимания разработанные соискателем группы факторов.

*Таблица 1.2.*

*Перечень работ, посвященных исследованию деятельности строительных предприятий в ряде стран*

№ п/п	Основные направления исследования	Работы
1	Исследование проблемы влияния экономических факторов	[105,106,119,126,144,147,166]
2	Исследование проблемы влияния организационных факторов	[101, 102, 125, 133, 169,172,173]
3	Исследование проблемы влияния климатических факторов	[98, 144, 145,159,164]
4	Исследование проблемы влияния военных	Не обнаружено



	факторов	
5	Исследование проблемы влияния технических факторов	[19,20,130,133,153,157]

Настоящее исследование соответствует предыдущим исследованиям [27,107,124,178] по технике оценки риска. В исследованиях [90,107,124,135,181] моделирование методом Монте-Карло применялось для оценки стоимости и продолжительности строительства в случае возникновения некоторых видов рисков и неопределенности[149]. В настоящем исследовании были проанализированы факторы риска, определена относительная значимость каждого фактора и каждой группы этих факторов путем оценки их влияния на строительные предприятия на этапе строительства с использованием иерархического анализа. Были разработаны необходимые компенсационные меры для снижения влияния рассматриваемых рисков и измерения эффективности мер по сокращению продолжительности строительства с использованием метода Монте-Карло.

## **1.2. Анализ факторов риска инвестиционно-строительных проектов**

После 2003 года и до настоящего времени в Ираке наблюдается активное развитие строительной отрасли. Это связано с прекращением военных действий в регионе, стабилизацией экономики и, соответственно, со строительством новых многоэтажных жилых комплексов и отдельных зданий и сооружений различного назначения. Кроме того, особое внимание уделяется проектам по реконструкции объектов, пострадавших в период военных действий. В течение указанного периода пострадало большое количество зданий, и многие люди лишились своего жилья. Стоит отметить, что в связи с растущей плотностью населения началась реализация различных национальных проектов, в том числе строительных.

Многие факторы, вызывающие риски при реализации проектов строительства многоэтажных домов в Ираке, стали появляться в результате деятельности большого количества инвестиционных компаний разного уровня.

### **1. Организационные факторы**

Несмотря на обеспеченность строительных предприятий сырьем и материалами, в ходе строительства присутствует ряд организационных рисков. В первую очередь это нехватка трудовых ресурсов. Обеспечить приток квалифицированных иностранных рабочих оказывается достаточно сложно.

### **2. Технические факторы**

Один из основных технических факторов риска состоит в ненадлежащем состоянии производственных мощностей. Большая часть производственных мощностей, которые были построены в 1980-х годах, пострадала во время военных действий, также имеет место износ основных фондов, поэтому строительная и производственная индустрия работает на неисправном или изношенном оборудовании. Использование старых механизмов и технологий, а также отсутствие необходимого технического обслуживания являются важными техническими факторами, влияющими на эффективность строительной деятельности в Ираке.

Низкая квалификация рабочих также представляют собой технические риски. В связи с военными действиями многие рабочие ушли на службу в армию и полицию, часть инженерно-технического персонала была вынуждена покинуть страну, из-за чего возникла нехватка кадров. Строительные предприятия стали заключать контракты с рабочими, не обладающими достаточной квалификацией.

Рост спроса на стройматериалы (цемент, песок и др.) на фоне дефицита кадров и оборудования в добывающих отраслях привел к появлению большого количества контрафактных материалов на строительном рынке. Также имеют место случаи незаконного ввоза в страну некачественного цемента из Турции и Ирана.

### **3. Климатические факторы**

Погода в Ираке и его окрестностях формируется под влиянием средиземноморского и субтропического климата. В летний период диапазон температур составляет +34...+54 °С.

Природно-климатические условия на территории Ирака требуют применения специальных строительных технологий. В условиях субтропического климата используются особые технологические решения - инженерно-технические системы внешнего и внутреннего типа.

*Природные стихийные бедствия.* Для природно-климатических условий Ирака характерны песчаные бури, приводящие к парализации городской и транспортной инфраструктуры. При строительстве в жарких и засушливых районах основной задачей является защита от этих бурь. Отложения песка накапливаются вокруг объекта строительства. Воздействие частиц песка на поверхности ограждающих конструкций разрушает наружную отделку и выступающие части здания, а также вызывает повреждение оконных стекол. Мелкая пыль, просачивающаяся в помещения, загрязняет воздух и делает условия проживания некомфортными.

*Загрязнение строительных площадок.* С июня 2014 г. в Ираке разрушено большое число городов и сел, это тысячи административных зданий, жилых домов и других сооружений. В отчетах ООН сообщается, что в результате военных действий и террористических операций в Багдаде было полностью уничтожено более 80 тыс. зданий. Это предполагает большой объем работ по восстановлению и реконструкции разрушенных объектов. Массовое разрушение зданий повлекло за собой загрязнение строительных площадок, затрудняющее строительство новых объектов, и тем самым обусловило высокую степень климатического риска.

Кроме того, землетрясения, поразившие регионы Турции, Сирии, Ирана и Ирака, представляют собой еще одну проблему природного характера.

### **4. Экономические факторы**

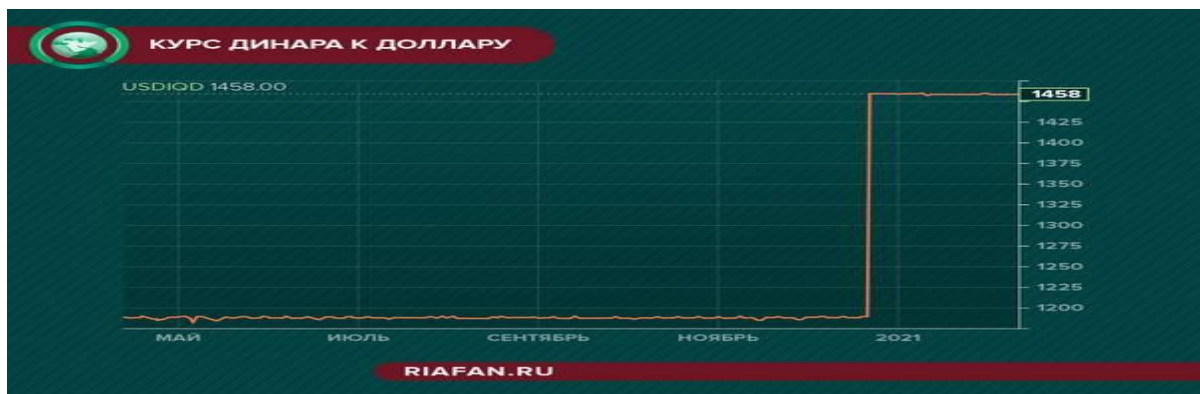
*Дефицит государственного бюджета(рис.1.3).*



*Рис. 1.3. Состояние государственного бюджета Ирака за период с 2010 по 2020 гг[116].*

Как видно из данных, представленных на рис. 1.3, в 2020 году в Ираке был зафиксирован дефицит государственного бюджета. Аналогичная ситуация наблюдалась в период с 2012 по 2018 годы, когда состояние дефицита бюджета носило постоянный характер. Во многом дефицит государственного бюджета обусловлен низкими доходами от продажи нефти. Данная ситуация является причиной значительного уменьшения объема государственного субсидирования строительной отрасли.

*Резкое колебание валютного курса.* На рис. 1.4 представлено соотношение курсов динара и доллара.



*Рис. 1.4. Соотношение курсов динара и доллара США[116]*

Ситуация, представленная на рис. 1.4, является следствием обесценивания национальной валюты Ирака. Причиной является сильная зависимость бюджета государства от экспорта нефтепродуктов. Укрепление доллара привело к падению заработной платы и росту инфляции на 25%.

## 5. Социальные факторы

Тревожность или профессиональный стресс работников, различные события в личной жизни (смерть родственников, развод, болезнь, супружеские споры), а также конфликты между населением, проживающим в районе строительства, и предприятием, реализующим проект – эти и другие социальные факторы вызывают снижение производительности труда и качества работы.

В последние годы в Ираке наблюдается высокий уровень безработицы (рис. 1.5).

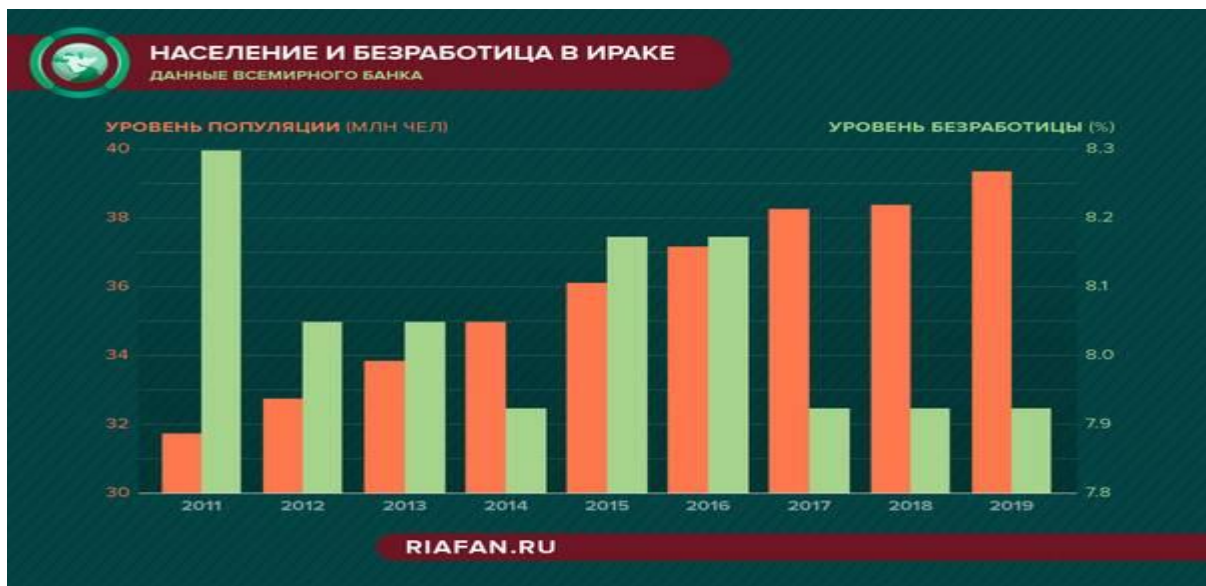


Рис. 1.5. Соотношение уровня безработицы и численности населения Ирака по годам[117]

До сих пор правительством не принято никаких законов, обеспечивающих социальные гарантии трудящихся. Это является одной из причин роста эмиграции.

Все перечисленные социальные факторы существенно влияют на реализацию строительных проектов.

#### **6. Факторы, связанные с условиями безопасности труда**

В строительной отрасли Ирака многие рабочие осуществляют деятельность в условиях, не соответствующих международным нормам охраны труда. Работники сталкиваются с серьезными нарушениями в области безопасности труда из-за отсутствия законов, обеспечивающих соблюдение трудовых прав работников, и профсоюзов, соответствующих международным стандартам. Уже около 10 лет Глобальный Союз Industry ALL занимается защитой прав трудящихся Ирака, пытаясь добиться справедливых и современных условий труда и принятия законов о труде, отвечающих стандартам и конвенциям МОТ. На сегодняшний день в Ираке отсутствует финансовая и социальная поддержка рабочих, получивших травмы на рабочем месте и страдающих от хронических заболеваний[74].

Отсутствует законодательство, гарантирующее принцип социальной справедливости, особенно для рабочего класса. Ирак нуждается в законах, которые предоставляли бы рабочим комплексную защиту социальных гарантий и прав.

Среди основных недостатков в области охраны труда строительной отрасли Ирака можно выделить следующие:

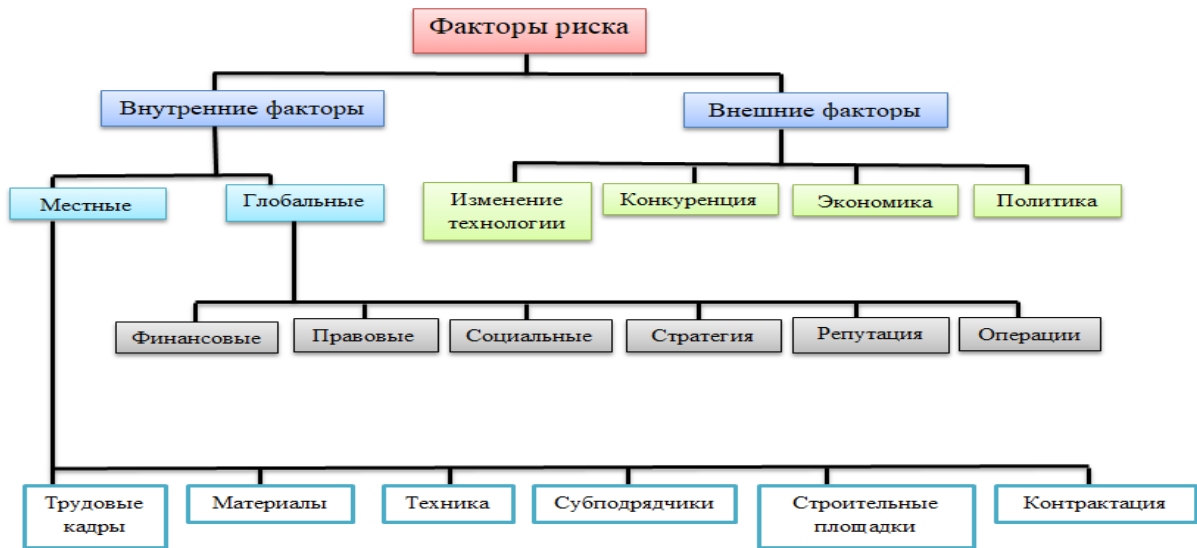
1. Несовершенство учебных программ курсов повышения квалификации по технике безопасности на производстве.
2. Недостаточное обеспечение рабочих строительных предприятий средствами индивидуальной защиты и специальной одеждой.

Главными особенностями инвестиционно-строительного проекта являются: длительный период реализации и многоэтапность (подготовка строительства,

процесс строительства, сдача строительного объекта в эксплуатацию)[155]. В силу указанных особенностей существует большая вероятность изменения каких-либо обстоятельств в процессе реализации строительного проекта, которые могут привести к увеличению неопределенности и возникновению рисков[22], оказывающих негативное влияние на качество, стоимость строительного объекта и продолжительность реализации проекта [33,60,149].

Для поддержания устойчивого функционирования строительные предприятия должны заранее – на этапе планирования строительного производства – защитить свою деятельность от влияния соответствующих рисков. Отсюда возникает необходимость кооперации между участниками строительства с целью понимания возможных рисков и определения способов их решения путем оценки и анализа факторов, вызывающих данные риски.

В ходе настоящего исследования были выявлены различные ключевые факторы, влияющие на эффективное функционирование строительных предприятий в Ираке (организационные, военные, экономические, технические, климатические, социальные) (рис. 1.6). Поскольку определено так много факторов, понимание механизмов, влияющих на эффективное функционирование строительного процесса, кажется еще более сложным [30,96,148].



*Рис. 1.6. Внешние и внутренние факторы риска, влияющие на деятельность строительных предприятий[52]*

Существуют разные подходы к классификации факторов риска [18,101,178]. В основном факторы риска разделяют на следующие группы: организационные, экономические, политические, правовые, технические, военные, социальные, факторы безопасности и др. (рис. 1.7).





*Рис. 1.7. Типы факторов риска в строительных предприятиях в Ираке*

На производительность труда помимо технических, организационных и экономических факторов сильное влияние оказывают факторы окружающей среды: высокие или низкие температуры воздуха, солнечная радиация и природные катаклизмы (землетрясения, наводнения). Факторы окружающей среды в значительной степени воздействуют на большие территории таких стран, как Турция, Сирия, Иран, Иордания, Ливан, Ирак. Они существенно ухудшают санитарно-гигиенические условия работы персонала, к примеру, производительность труда снижается на 8-26% при температуре выше 36°C [86].

В табл. 1.3 представлены основные факторы риска, которые возникают при реализации строительных проектов в Ираке (на основе данных за период с 2015 по 2022 гг.).

Таблица 1.3.

*Классификация факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий*

Группа	Наименование факторов	Источники
Экономическая	Задержка или неуплата финансовых взносов предприятиям	[159,160]
	Банкротство предприятий - подрядчиков	[126,128]
	Инфляция и колебания цен	[89,96,167]
	Недостаточность финансовых вложений, необходимых для завершения работы	[160,148]
	Высокая заработная плата рабочих	[105,144,145]
	Высокая налоговая ставка	[3,5]
	Изменения курсов валют	[96,168]
	Несвоевременная выплата денежных средств субподрядным организациям	[106,169]
	Подмена представителями власти интересов общества интересами частного характера (коррупция)	[168,172]
Военная	Задержки с поставками материалов и оборудования из-за вооруженных конфликтов	[148,168]
	Получение работниками травм из-за боевых действий, ведущихся рядом со строительной площадкой	[94,95,96]
	Повреждение строительного объекта и оборудования в результате боевых столкновений	[96]
	Внезапное присутствие террористических групп на рабочем месте	[168]
Организационная	Слабая координация между заказчиком и подрядчиком	[177,17]
	Низкая квалификация рабочих кадров	[96,144,148]
	Простои, связанные с незапланированными событиями или праздниками	[129]
	Задержка результатов лабораторных исследований	[94]

Группа	Наименование факторов	Источники
	Недостаток трудовых ресурсов	98,101,104]
	Работа без защитной одежды, несоблюдение техники безопасности при работе с оборудованием	[68,74,80,96]
Техническая	Задержки в графике строительства	[4,5,9]
	Внесение изменений в проект (изменение спецификаций проекта)	[6,7]
	Нехватка или низкое качество строительных материалов	[12]
	Отсутствие механизмов и технических средств	[144,145]
	Низкое качество обслуживания механизмов и оборудования	[145]
	Забастовки и массовые беспорядки	[168]
Климатическая	Высокая температура летом (выше 50 °С)	[102,160]
	Воздействие стихийных бедствий (землетрясения, наводнения и пожары)	[90,108]
Социальная	Социальные проблемы, возникающие между жителями региона и предприятием, реализующим проекты	[145,148]
	Беспокойство или профессиональный стресс	[164]
	Социальные события (смерть, развод, болезнь, семейные споры)	[94,126]
	Кражи	[94]

### 1.3. Влияние факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака

Строительная отрасль имеет сложную структуру, она включает в себя большое количество участников: заказчиков, проектировщиков, подрядчиков, поставщиков.

Строительная индустрия Ирака столкнулась с большим количеством факторов риска. Многие строительные проекты в Ираке не были завершены по следующим причинам: отсутствие строительных материалов, боевые действия, закрытие дорог

(военные блокпосты), сбои в логистике, низкая квалификация трудовых ресурсов [121].

Ниже приведены основные факторы риска, возникшие после начала боевых столкновений в Ираке в 2003 году.

**1. Безопасность.** Главная проблема при строительстве и реконструкции объектов в Ираке - это безопасность. Вооруженные нападения и бомбардировки с 2003 г. по настоящее время представляют собой серьезную угрозу для восстановления страны (рис. 1.8). По некоторым оценкам [177], 25% средств при реализации проектов по строительству или реконструкции зданий расходовалось на обеспечение безопасности строителей [168].



*Рис. 1.8. Влияние террористических атак на строящийся объект [167]*

**2. Выходные дни.** Ирак занимает первое место в мире по количеству выходных дней. В соответствии с законом, принятым парламентом Ирака в апреле 2013 года, в стране официально установлено 150 выходных дней в году. Кроме того, существуют еще отпуска, которые могут продлеваться в случаях, установленных законодательством [129]. Во время террористических атак государство устанавливает дополнительные нерабочие дни, что приводит к нарушению хода производства строительно-монтажных работ.

В результате снижается эффективность деятельности строительных предприятий и нарушается график реализации проекта.

**3. Низкая инвестиционная привлекательность.** По причине частых военных конфликтов, происходящих на территории Ирака, инвесторы не торопятся вкладывать средства в строительную отрасль страны. Усугубляет ситуацию отсутствие помощи со стороны государства частным предприятиям, реализующим инвестиционно-строительные проекты [106].

**4. Последствия финансового кризиса 2015 года.** Финансовый кризис, возникший в 2015 году, отразился на всех сферах экономики, в том числе и на строительном секторе Ирака [124] (рис. 1.9).



*Рис. 1.9. Незавершенное строительство из-за финансового кризиса 2015 года*

Меры реагирования на фактор риска зависят от того, насколько велика вероятность его возникновения, и каковы возможные последствия. К примеру, если фактор риска имеет высокую вероятность возникновения, но последствия его

воздействия, скорее всего, будут незначительными, то и меры реагирования на этот фактор не потребуют значительных усилий.

Рассмотрим подробнее типы рисков и их влияние на деятельность проекта [66,90,96,146].

**Риски, оказывающие влияние на стоимость инвестиционно-строительного проекта:**

- ущерб, причиненный ветром, ураганами, пожарами, оползнями и военными действиями;
- стоимость фактически выполненных работ превышает стоимость, указанную в договоре строительного подряда;
- финансовая несостоятельность подрядной организации (банкротство);
- задержка оплаты подрядных работ;
- подмена представителями власти интересов общества интересами частного характера (коррупция);
- колебание цен на материалы и оборудование;
- ошибки при проектировании;
- финансовая несостоятельность субподрядной организации и др.

**Риски, оказывающие влияние на продолжительность строительства:**

- ущерб, причиненный ветром, ураганами, пожарами, оползнями и военными действиями;
- задержка оплаты подрядных работ;
- задержки с поставками материалов и оборудования;
- неблагоприятные погодные условия;
- правовые споры при строительстве между сторонами договора строительного подряда;
- нехватка трудовых ресурсов и низкая производительность;

- нарушение требований к содержанию проектной документации [143,171].

**Риски, оказывающие влияние на качество строительной продукции:**

- материалы ненадлежащего качества;
- слабая координация между заказчиком и подрядной организацией;
- отсутствие в полном объеме инструментов и оборудования для проведения строительно-монтажных работ;
- недостаточная квалификация трудовых ресурсов.

#### **1.4. Выводы по главе 1**

1. Анализ научных трудов по теме исследования показал, что на сегодняшний день производственная деятельность строительных предприятий во многих странах, в том числе в России и Ираке, требует разработки методики для выявления и оценки различных факторов риска.

2. Техничко-экономические показатели строительного предприятия зависят от способности противостоять влиянию большого количества дестабилизирующих факторов, следовательно, и возникновению рисков.

3. Выявление возможных факторов риска является одним из приоритетных направлений деятельности по реализации инвестиционно-строительного проекта. На стадии планирования проекта необходимо учитывать вероятность возникновения неблагоприятных ситуаций.

4. При реализации инвестиционно-строительных проектов возникает большое количество рискообразующих факторов. Данные факторы способны оказывать негативное воздействие на результаты деятельности строительных предприятий и вызывать такие риски, как нарушение сроков сдачи объекта в эксплуатацию, возникновение незавершенного строительства, повышение себестоимости и низкое

качество выпускаемой продукции. В связи с этим поиск методов оценки рискообразующих факторов, оказывающих воздействие, в том числе на функционирование строительных предприятий при реализации инвестиционных проектов, приобретает особую актуальность.

5. В ходе настоящего исследования были выявлены различные факторы, влияющие на эффективное функционирование строительных предприятий в Ираке. Для удобства предлагается классифицировать их на восемь основных групп: военные, финансовые и экономические, организационные, факторы безопасности труда, технические, рабочего места, социальные, климатические.

6. Возникла необходимость разработки методики по выявлению и оценке факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий, которая позволит достигать поставленных целей при реализации инвестиционно-строительных проектов.

Как показала практика, для прогноза и оценки факторов риска наиболее часто применяется аналитический инструментарий, позволяющий посредством обработки данных использовать соответствующие теоретические, методологические и системотехнические подходы.



## Глава 2. Анализ методов моделирования факторов риска

### 2.1. Классификация факторов риска

Поскольку строительное производство с точки зрения измерения вариабельности его оценочных факторов является мультипроцессом, при формировании итогового заключения об эффективности деятельности строительных предприятий необходимо сделать вывод по каждому из показателей рассматриваемых факторов, некоторые из которых приводят к соответствующим рискам в период осуществления строительства[1,8]. Следовательно, недостаточное внимание к оценке влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий способно вызвать необратимые последствия и увеличить срок и затраты на реализацию проекта[10,11].

Положение строительных предприятий меняется вместе с изменениями условий окружающей среды. Любые изменения связаны с рисками. Типы рисков [16,153], которым подвержены строительные проекты, показаны в табл. 2.1.

*Таблица 2.1.  
Риски строительных предприятий[16]*

Финансовые	Управление счетами, контролем за денежными операциями; соблюдение бюджетного и налогового законодательства; управление кредиторской и дебиторской задолженностью и т.д.
Политические и военные	Изменения в законодательстве; военные конфликты; народные протесты
Организационные	Внутреннее устройство предприятия, его структура, кадровая политика
Правовые	Необходимость соблюдения и выполнения требований законодательства, правил, стандартов, договорных обязательств
Эксплуатационные	Связаны с использованием ресурсов
Коммерческие	Ситуация на рынке, развитие бизнеса, диверсификация

Стратегические	Планирование ресурсов (определением их состава, количества) с целью создания, поддержания и развития бизнеса
Технические	Использование оборудования (общие операции, техническое обслуживание, модернизация)
Безопасность	Обеспечение безопасности сотрудников и рабочих мест, активов компании, безопасности информации, интеллектуальной собственности
Репутация	Угроза деловой репутации
Технологические	Управление, техническое обслуживание, модернизация и применение технологий

Риски классифицируются в зависимости от причин их возникновения:

### **1. По степени воздействия.**

Строительные риски могут иметь высокое, среднее или слабое воздействие.

Рискообразующие факторы, оказывающие влияние на деятельность строительных предприятий, можно разделить в зависимости от уровня их воздействия на следующие группы [11, 128]:

- бизнес-факторы, влияющие на операционные цели и всю деятельность в целом;
- факторы окружающей среды, рассматриваемые как внешние факторы, влияющие на проект, его деятельность и цели;
- внутренние факторы, связанные с каждым участником строительной цепочки.

### **2. По их характеру и первоисточникам.**

Риски, с которыми одновременно сталкивается группа инвестиционных компаний. Например, риски, возникающие в результате наводнений, землетрясений и экономических колебаний, таких как инфляция и депрессия.

### **3. По стадии их возникновения.**

В соответствии с приведенной классификацией риски могут возникать на стадиях жизненного цикла проекта:

- планирования проекта;
- проектирования проекта;
- заключения контракта;
- реализации строительного проекта;
- эксплуатации строительного объекта.

#### **4. В зависимости от объекта, находящегося под их влиянием.**

Риски делятся в зависимости от объекта, на который они воздействуют. В качестве таких объектов могут выступать используемые механизмы и оборудование, собственно инвестиционно-строительный проект, жизнь и здоровье работников.

Некоторые исследователи классифицируют риски в зависимости от ущерба, который они наносят.

### **2.2. Методы моделирования влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий**

Анализ научно-практических исследований по вопросу оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий выявил два основных аспекта:

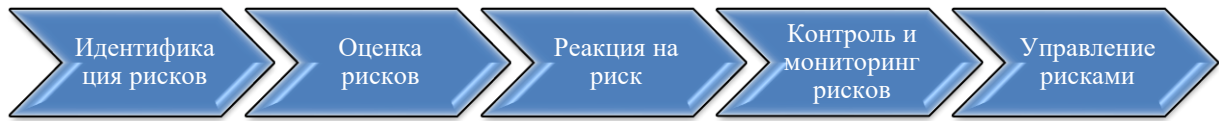
Первый - существует множество факторов риска, которые невозможно спрогнозировать при реализации строительных проектов в Ираке по причине множества военных, экономических или экологических условий и т.д. Поэтому строительным предприятиям необходим комплексный подход к выявлению, анализу и оценке влияния факторов риска на цели реализации проекта (стоимость, продолжительность и качество) для поиска решений и разработки мероприятий по уменьшению или исключению влияния данных факторов.

Второй - не существует методики оценки влияния данных факторов на строительные предприятия с целью выбора оптимальной альтернативы предприятиям, имеющим интегрированные программы управления по противостоянию данным факторам риска путем выбора современных методов оценки.

Строительные предприятия, производящие качественную строительную продукцию, должны заранее защитить свою деятельность на этапе реализации строительного производства от влияния соответствующих факторов риска и неопределенностей. Поэтому необходимо отметить важность сотрудничества между сторонами, участвующими в процессе строительства, для понимания факторов риска и потенциальных проблем и определения путей их решения, что достигается путем оценки и анализа факторов, вызывающих данные риски [18], с целью поддержания предусмотренной устойчивой работы.

Количественная оценка влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий, расчет поправок на факторы риска к значениям соответствующих показателей (стоимость, продолжительность и качество) определяются экспертами с применением методов математической статистики для выявления и оценки степени значимости каждого фактора риска, выбора наиболее важных из них, а также оформления модели совместного влияния отобранных факторов риска на величину исследуемых показателей.

Процесс оценки влияния факторов риска направлен на обнаружение и идентификацию всех потенциальных рисков, которые могут поставить под угрозу цели проекта. Для выявления факторов риска требуется соответствующий инструментарий (анкетирование, интервью, выезд на место строительства) и проведение анализа с использованием математических, статистических и экспериментальных методов [148]. Анализ рисков является одним из основных этапов процесса управления рисками (рис. 2.1)[5].



*Рис. 2.1. Основные этапы управления рисками*

В современных теоретических исследованиях рассматриваются многие вопросы рисков строительных предприятий и управления строительством: методы оценки и повышения эффективности процессов строительства, мощности отдельных элементов строительного производства[40] и производственной системы в целом; методы выявления [63, 138], оценки и управления рисками в строительстве.

Кроме того, процесс оценки факторов риска является одним из основных методов, используемых при мониторинге и контроле рисков на рабочем месте. Он включает в себя тщательное обследование всего, что может нанести вред людям и оборудованию на рабочем месте. Это помогает предприятиям определить, были ли приняты адекватные меры для предотвращения повреждений (рис. 2.2).



*Рис. 2.2. Этапы процесса оценки факторов риска и управления ими*

При оценке влияния факторов риска на любой проект в первую очередь следует выделить ключевые виды (категории), а затем провести более детальную

классификацию факторов. Это делается для того, чтобы разработать алгоритм повышения эффективности деятельности строительных предприятий в условиях рисков [13,14,15] (с учетом системно-технических принципов) и найти оптимальные организационные и технологические решения [52,75,95].

В ходе ряда исследований выявлено несколько методов, наиболее подходящих для оценки вероятности возникновения факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий. В ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» [3] содержатся рекомендации по выбору и применению методов оценки риска [68,70]. Всего предложен 31 метод, в том числе методика оценки риска на основе матрицы «вероятность-степень влияния», метод количественной оценки производственных опасностей, метод иерархического анализа АНР, методы Монте-Карло и ДШ. Перечисленные методы благодаря своей простоте широко применяются [84]. Однако все они основаны на мнениях экспертов в какой-либо сфере [4,18].

В данной работе было проведено исследование, направленное на определение критических факторов, влияющих на успех реализации строительных проектов. Основной акцент сделан на деятельность строительных предприятий, показатели инвестиционной активности и влияние факторов риска на ключевые цели проекта.

Классификация рисков, методики их определения разработаны с учетом экономической и политической ситуации. На основе исследования методов, оценивающих факторы риска, в диссертации разрабатываются компенсационные мероприятия, направленные на снижение или исключение влияния факторов на деятельность строительных предприятий.

В рамках инвестиционных проектов осуществляется строительство зданий [77], больниц, дорог, электростанций, резервуаров для воды и др. элементов инфраструктуры; реконструкция существующих объектов [166,167]. Крупные инвестиционные проекты, как правило, предусматривают поэтапное

финансирование, рассчитаны на срок более 5 лет, соответствуют ряду нормативных и технических требований, отвечают важной общественной цели.

Инвестиционно-строительные проекты в России и Ираке отличаются повышенной сложностью, поскольку они реализуются в меняющихся экономических, технических, политических и др. условиях. Их реализация занимает длительный период времени [49]. Таким образом, они подвержены множеству рисков, которые зачастую приводят к нарушению сроков строительства, ухудшению качества строительного- монтажных работ и увеличению их стоимости, что негативно влияет на деятельность строительных предприятий в целом.

Перечисленные обстоятельства вызывают необходимость проводить исследования влияния факторов риска, возникающих в процессе реализации инвестиционно-строительных проектов[88], в том числе с целью привлечения внимания участников строительного производства к обозначенным проблемам[47,143].

### **2.3. Выбор метода моделирования**

Оценка вероятности наступления риска может осуществляться при помощи статистических, математических и др. методов либо экспертным путем.

Последние общепризнанные научные исследования подтверждают эффективность применения статистического инструментария с целью повышения качества функционирования строительных предприятий и их способности противостоять рискам [16,45].

Выявление и оценка возможных факторов риска является одним из приоритетных направлений деятельности по реализации инвестиционно-строительного проекта. Уже на стадии планирования необходимо учитывать вероятность возникновения неблагоприятных ситуаций, вызывающих отклонения от

нормального хода строительства, и выбирать способы управления данными ситуациями, оценивать возможные риски и предусматривать расходы на мероприятия по их предотвращению или устранению. От надлежащей идентификации и оценки рисков зависит качество конечной продукции строительства. Количество факторов риска во многом зависит от типа инвестиционно-строительного проекта и его взаимодействия с окружающей средой, от влияния различного рода природных и техногенных источников.

Оценка факторов риска строительного производства является актуальной для каждого строительного предприятия. В настоящее время существует достаточно большое количество методов, позволяющих проводить идентификацию рисков, их анализ и всестороннюю оценку [20,46,48].

Как показывает практика, для прогноза и оценки рисков наиболее часто применяется аналитический инструментарий, позволяющий посредством обработки статистических данных провести соответствующий анализ[170]. Указанный инструментарий прост для понимания и характеризуется достаточно высокой степенью разработанности.

Рассмотрим аналитические методы, позволяющие графически отобразить факторы, влияющие на деятельность строительного предприятия при реализации инвестиционно-строительного проекта:

**1. Контрольный лист** предназначен для сбора и упорядочивания данных, он облегчает их дальнейшую обработку и использование. Форма контрольного листа, как правило, разрабатывается самим предприятием. Обязательными его элементами являются объект изучения и период наблюдения. К примеру, в контрольном листе можно отобразить даты и время возникновения рисков различных типов. Это позволяет идентифицировать риски и установить частоту их появления. Контрольный лист может быть составлен на любом этапе реализации



инвестиционно-строительного проекта, он характеризуется простотой фиксации и наглядностью отображения полученных данных. Использование контрольного листа позволяет прогнозировать риски и своевременно принимать меры по устранению или предотвращению их последствий. Следует отметить, что рассматриваемый метод выявления рисков может применяться в сочетании с другими аналогичными методами [13] (табл. 2.2).

Таблица 2.2.

*Пример контрольного листа по оценке рискообразующих факторов[13]*

Дата	Время	Тип фактора					
		Техника	Труд	Материалы	Колебания погоды	Другие	Итого
20.07.2020	11:00	///	-	/	/	-	6
	12:20	//	//	/	-	-	5
	13:15	-	-	///	/	-	4
	14:05	/	//	/	-	/	5
	15:10	-	///	-	/	/	6
	16:15	//	///	-		-	6
Итого	-	9	12	6	3	2	32

**2. Контрольная карта** – это график, используемый для изучения изменений процесса во времени. Данные вносятся в график во временной последовательности. Контрольная диаграмма всегда имеет центральную линию для среднего значения, верхнюю линию - для верхнего контрольного предела и нижнюю линию - для нижнего контрольного предела. Данные линии строятся на основе исторических данных[4,9]. Сравнивая текущие данные с указанными линиями, можно понять, является ли изменение процесса постоянным (контролируемым) или

непредсказуемым (неуправляемым, подверженным особым причинам отклонения). Этот универсальный инструмент сбора и анализа данных может использоваться в самых разных отраслях и считается эффективным для оценки показателей функционирования строительного предприятия [10,132].

Контрольные карты используются для обнаружения аномальных изменений в данных изучаемого процесса. Эти аномальные изменения являются результатом непредсказуемости достоверности данных в силу различных факторов и свидетельствуют о потере устойчивости строительных работ [4,6].

Контрольные пределы контрольных карт обычно устанавливаются на расстоянии 3 sigma по обе стороны от центральной линии  $\bar{X}$ , которая указывает, где находятся среднее значение процесса и показатель его устойчивости во времени. Расчет контрольных  $3\sigma$ -пределов выполняется по данным статистической выборки [12,13,142].

На рис. 2.3 представлена контрольная карта, составленная с целью контроля качества геодезических работ (разбивка осей конструкций).

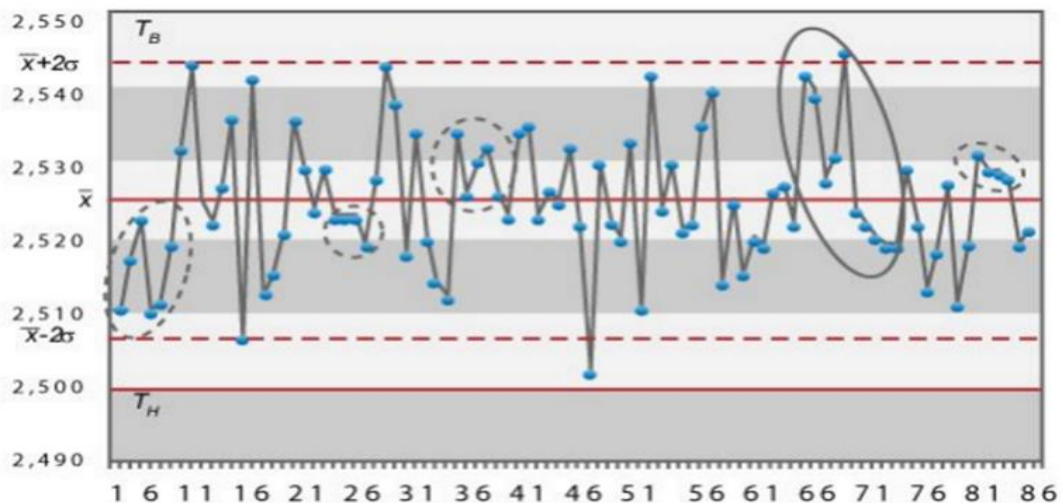


Рис. 2.3. Контрольная карта[13]

Контрольные карты используются не только для анализа текущих показателей, но и для моделирования поведения процесса в планируемом периоде. Это позволяет достаточно просто и наглядно установить качественное состояние строительного предприятия, а также оценить возможности мультипроцесса, то есть провести моделирование допустимых параметров динамики строительного производства и ее соответствия организационной структуре предприятия.

Несомненными преимуществами использования контрольных карт являются:

1. Выявление рискообразующих факторов перед началом строительномонтажных и отделочных работ.
2. Определение специфических особенностей строительного процесса (специализация).
3. Повышение эффективности строительного производства[57].
4. Обеспечение заданной устойчивости строительного предприятия[65].

В процессе строительного производства часто возникают рискообразующие факторы (внутренние и внешние), которые увеличивают вероятность возникновения строительных рисков [61,133]. Применение контрольных карт и контрольных листов в условиях неопределенности позволяет выявить указанные факторы, а также определить степень их влияния на устойчивость строительного предприятия и конечные показатели строительного производства. Это способствует своевременному осуществлению необходимых мероприятий компенсационного характера, направленных на упразднение рискообразующих факторов и их влияние на реализацию инвестиционно-строительного проекта.

**3. Диаграмма Парето** представляет собой гистограмму (столбиковую диаграмму), показывающую относительную частоту событий. Она позволяет на основе имеющихся о строительном проекте данных выявить проблемы и риски,

которые необходимо устранить. В первую очередь определяются факторы, вызывающие риски, затем производится сбор статистического материала по каждому фактору [8,13]. Полученная статистическая информация обрабатывается, и составляется таблица, в которой отражается частота возникновения тех или иных факторов (табл. 2.3).

*Таблица 2.3.*

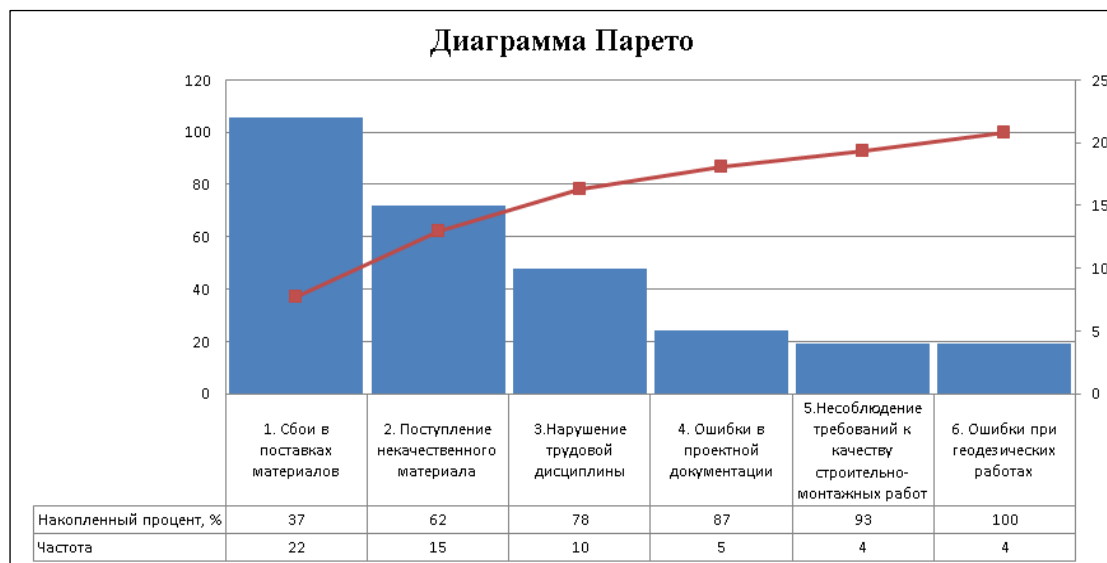
*Запись рискообразующих факторов проекта в течение одного месяца[8]*

Рискообразующие факторы	Частота	Кумулятивная частота	Накопленный процент, %
1. Сбои в поставках материалов	22	22	37
2. Поступление некачественных материалов	15	37	62
3. Нарушение трудовой дисциплины	10	47	78
4. Ошибки в проектной документации	5	52	87
5. Несоблюдение требований к качеству строительно-монтажных работ	4	56	93
6. Ошибки при производстве геодезических работ	4	60	100

Далее строится столбиковая диаграмма, факторы (столбики) располагаются по убыванию – в зависимости от частоты их возникновения. Таким образом, с помощью диаграммы Парето можно провести оценку факторов риска, влияющих на реализацию инвестиционно-строительного проекта, и направить основные усилия на

предотвращение или устранение наиболее значимых из них [4,16,115,142]. Другими словами, рассматриваемая диаграмма позволяет распределить усилия по устранению проблем пропорционально их важности.

Базовое правило Парето гласит: 80% проблем связано с 20% причин, и, следовательно, 20% проблем связано с 80% причин (рис. 2.4).



*Рис. 2.4. Диаграмма Парето[8]*

К примеру, на представленной диаграмме (рис. 2.4) видно, что два рискообразующих фактора вызывают примерно 80% проблем. Отмеченные факторы способствуют возникновению таких рисков, как:

- нарушение сроков производства работ;
- снижение качества выпускаемой продукции;
- выход за рамки финансирования.

В связи с этим строительное предприятие, субподрядные организации, а также другие участники строительства в первую очередь должны сосредоточиться на снижении уровня данных рискообразующих факторов.

**4. Диаграмма Исикавы (причинно-следственная диаграмма)** выражает соотношение между влиянием факторов, вызывающих риски, и качеством конечной продукции. Указанные факторы изображаются на диаграмме, напоминающей по форме рыбу, поэтому часто ее называют «рыбий скелет». Диаграмма демонстрирует причинно-следственную взаимосвязь между факторами и вызываемыми ими негативными последствиями, влияющими на конечный результат. Процесс построения причинно-следственной диаграммы состоит из нескольких этапов [8,16]:

1. Выбор объекта (процесса), который необходимо проанализировать.
2. Выбор факторов, влияющих на объект (материально-технические и трудовые ресурсы, методы, окружающая среда, технологии и др.).
3. Построение диаграммы путем группирования факторов по смысловым и причинно-следственным блокам (технические, природные, экономические и т.д.).
4. Декомпозиция каждого фактора на более мелкие «вторичные ветви» с обозначением субфакторов.
5. Проверка логической связи каждой цепочки.

Основным этапом методологии исследования является выявление факторов, вызывающих риски. Специалисты по риск-менеджменту должны обладать навыками выявления и оценки таких факторов.

Диаграмма Исикавы позволяет создать целостную картину влияния рисков и их последствий на деятельность строительных предприятий (рис. 2.5), установить истинные причины появления рисков и принять необходимые организационно-управленческие решения [20].



Рис. 2.5. Диаграмма факторов и подфакторов строительных рисков [8,16]

На рис. 2.5 представлен пример систематизации выявленного множества дестабилизирующих факторов, и определены их причинно-следственные зависимости [81].

**5. Метод Монте-Карло (ММК)** - метод, который используется для количественного анализа рисков, в том числе для определения уровня риска незавершенного строительства. Также моделирование по методу Монте-Карло широко применяется для устранения вероятностной неопределенности при оценке инвестиционно-строительных проектов[50,163].

Этот метод посредством математического моделирования позволяет определить вероятность изменения основных показателей инвестиционно-строительного проекта при возможном возникновении дестабилизирующих факторов. Главная цель метода Монте-Карло заключается во всесторонней оценке риска на основе многократного моделирования сценариев реализации строительного проекта при различных случайных величинах оценочных показателей. Следует

отметить, что при моделировании каждого нового сценария меняются величины сразу всех оценочных показателей.

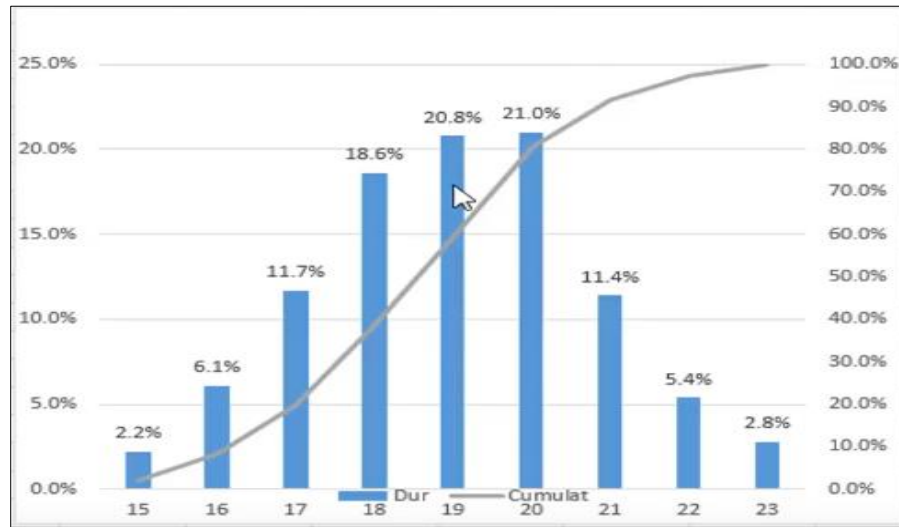
Таким образом, данный метод основан на статистическом исследовании повторяемости сценария реализации проекта при помощи математического моделирования в режиме реального времени. Моделирование по методу Монте-Карло производится при помощи соответствующего программного обеспечения. Рассматриваемый метод позволяет проанализировать стохастические параметры проекта и уровень воздействия внешних и внутренних рисков[76].

Рассмотрим этапы применения метода Монте-Карло[181]. Этот метод включает пять этапов:

1. Распределение вероятностей компонентов или переменных системы.
2. Расчет кумулятивного распределения вероятностей для каждой переменной.
3. Нахождение нижней и верхней границ интервалов случайных чисел, которые будут использоваться в процессе моделирования.
4. Генерация случайных чисел согласно ограничениям, которые были найдены на предыдущем шаге.
5. Моделирование системы на основе серии испытаний.

Рис. 2.6 показывает, как работает метод Монте-Карло при вычислении продолжительности видов деятельности. В соответствии с входными данными используется случайное число, вычисляется критический путь каждого вида деятельности в проекте и определяется вероятность его завершения. Описанный метод наиболее подходит для оценки рисков на стадии планирования строительного проекта в сложных и быстро изменяющихся условиях внешней среды.





*Рис. 2.6. Применение метода Монте-Карло при составлении графика производства строительных работ[51]*

Степень значимости факторов риска может быть рассчитана с использованием моделирования по методу Монте-Карло на основе данных, собранных с помощью анкетирования (ниже приведены примерные формы анкет).

1. Установление распределения вероятностей важных переменных (табл. 2.4).

*Таблица 2.4.*

*Распределение вероятностей[51,167]*

	Частота	Вероятность появления
1	8	$8/120 = 0,067$
2	12	$12/120 = 0,1$
3	42	$42/120 = 0,35$
4	37	$37/120 = 0,308$
5	21	$21/120 = 0,175$
	120	$120/120 = 1$

2. Установление кумулятивного распределения вероятностей переменных (табл. 2.5).

Таблица 2.5.

*Кумулятивное распределение вероятностей[167]*

Вероятность	0,067	0,1	0,35	0,308	0,175
Кумулятивная вероятность	0,067	0,167	0,517	0,825	1

3. Установление интервалов случайных чисел для каждой переменной, подготовка к использованию случайных чисел для моделирования (табл. 2.6).

Таблица 2.6.

*Интервалы случайных чисел[96,167]*

	1	2	3	4	5
Вероятность	0,067	0,1	0,35	0,308	0,175
Кумулятивная вероятность	0,067	0,167	0,517	0,825	1
Интервалы, %	0.0 – 0,067	> 0,067- 0.167	> 0,168 – 0.517	> 0,517 – 0,825	> 0,825- 1.0

4. Генерация случайных чисел с помощью Excel (табл. 2.7).

Таблица 2.7.

Генерация случайных чисел (с помощью Excel)[167]

таблица случайных чисел									
88	82	60	72	85	53	28	13	59	91
72	75	58	60	10	71	100	60	80	88
9	95	32	67	76	89	51	47	88	58
53	37	22	25	8	24	48	59	54	57
80	94	23	93	82	53	65	52	94	41
61	91	53	56	88	18	18	89	25	27
5	29	81	66	89	78	36	44	38	18
49	50	13	83	26	97	23	80	40	43
42	32	32	55	31	83	59	36	41	21
66	6	4	29	65	79	22	7	8	98

5. Моделирование нескольких экспериментов для переменных означает, что после выбора случайного числа для каждого эксперимента процесс моделирования начинается с определения случайного числа в пределах интервалов (табл. 2.8), найденных на шаге № 3.

Таблица 2.8.

Моделирование экспериментов[167]

Количество экспериментов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Случайные числа	52	37	81	25	98	63	30	49	14	92	
Смоделированное число от 1 до 5	4	3	4	3	5	4	3	3	2	5	<b>36</b>

Степень важности для 10 экспериментов =  $36/10 = 3.6$

Достоверность результатов моделирования возрастает с количеством его повторений. Т.е. многократное моделирование по методу Монте-Карло позволяет установить важность каждого фактора риска в условиях неопределенности[22].

Преимущества метода Монте-Карло заключаются в следующем[107]:

1. Позволяет оценить риски проекта.
2. Позволяет сделать прогноз относительно возникновения возможных неблагоприятных ситуаций, появления убытков.
3. Позволяет сформировать реалистичный бюджет и определить наиболее оптимальный порядок производства работ.
4. Облегчает процесс управления рисками.
5. Позволяет принимать управленческие решения на основе объективных данных.
6. Риски выражаются в числовом эквиваленте, что облегчает оценку их влияния на результаты деятельности строительного производства.

Несмотря на то, что метод Монте-Карло увеличивает шансы на успешную реализацию строительного проекта в рамках утвержденных базовых показателей, он редко используется при оценке рисков мелких и средних строительных проектов [107,181].

**6. Метод иерархического анализа (МИА).** Такой анализ осуществляется путем расчета приоритетов между элементами иерархической структуры и составления суждений для получения набора общих приоритетов и проверки надежности суждений с целью принятия окончательного решения на основе всех полученных результатов [9,72,161,162]. После создания иерархической структуры оценки эксперты, участвующие в анкетировании, проводят попарные сравнения между фазами управления [180].

$$M = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_i}{w_j} & \cdot & \cdot & \frac{w_i}{w_n} \\ \frac{w_j}{w_i} & 1 & \cdot & \cdot & \frac{w_j}{w_n} \\ \cdot & \cdot & 1 & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & 1 & \cdot \\ \frac{w_n}{w_i} & \frac{w_n}{w_j} & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

где М - матрица попарного сравнения;

$w_i$  - вес элемента  $i$ .

На основе ответов экспертов рассчитываются веса основных факторов риска (приоритет), после того для каждого основного фактора производятся попарные сравнения второстепенных факторов (уровень подкритериев)[71]. Сравнение повторяется для каждой пары проанализированных и изученных факторов (рис 2.7).

Матрица	Организац ионные	Техничес кие	Рабочее место	Экологичес кие	Экономичес кие	Безопаснос ти труда	Политичес кие	Социальны е	0	0	Нормализованный собственный вектор
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Организа ционные	1	2/3	3	2	2/5	1 1/6	1 1/2	4 1/2	-	-	13.10%
Техничес кие	1 5/9	1	4 1/5	3 1/3	1/2	2	2 5/8	6	-	-	19.94%
Рабочее место	1/3	1/4	1	4/9	1/6	3/8	3/8	1 3/7	-	-	4.20%
Экологичес кие	1/2	1/3	2 2/9	1	1/5	1/2	4/7	2 5/7	-	-	6.84%
Экономичес кие	2 1/2	2 1/7	5 6/7	4 2/3	1	4	3 2/3	6 1/5	-	-	32.32%
Безопаснос ти труда	6/7	1/2	2 2/3	1 8/9	1/4	1	1	3 2/3	-	-	10.56%
Политичес кие	2/3	3/8	2 3/5	1 3/4	1/4	1	1	3 7/8	-	-	9.90%
Социальны е	2/9	1/6	2/3	3/8	1/6	2/7	1/4	1	-	-	3.14%
0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0.00%
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.00%

Рис. 2.7. Попарные сравнения по иерархической структуре основных факторов[9,94]

**7. Метод черного ящика.** Используется при работе со сложно устроенными системами. При таком анализе не требуется обладать информацией о внутреннем устройстве системы, ее элементах и связях между ними [50,51]. Тестирование

черного ящика проводят тестировщики, при этом они исследуют систему, располагая только входными (воздействие на систему окружающей среды) и выходными (воздействие системы на окружающую среду) данными о ней. Следовательно, точка контроля и точка наблюдения находятся вне внутренней структуры системы (рис. 2.8).

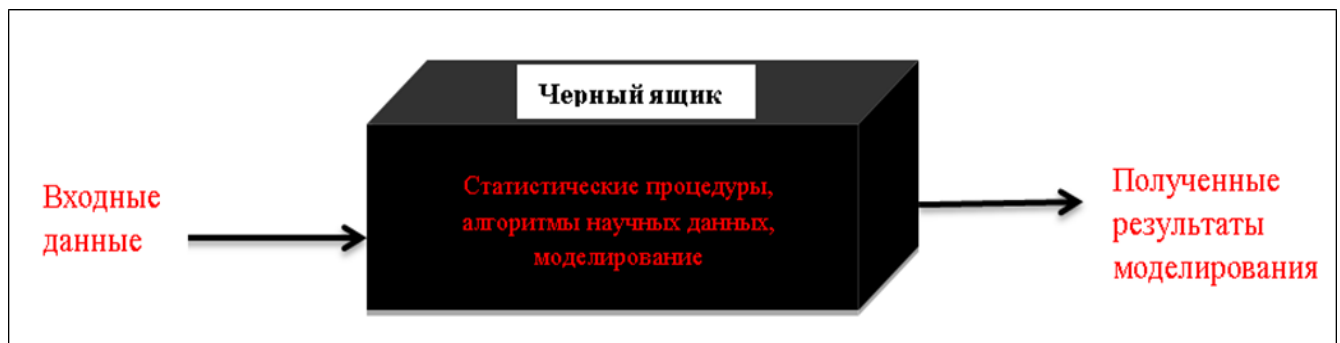


Рис. 2.8. Модель черного ящика[51]

Существенное преимущество проведения исследований с применением метода черного ящика заключается в том, что он позволяет избежать предвзятости оценки случайных экспертов и влияния на ход исследований заинтересованных лиц. Независимые эксперты самостоятельно разрабатывают варианты решения поставленных научно-технических гипотез и передают их в аналитический центр, который на основе представленных разработок составляет заключение [51].

**8. Матрица риска (МР).** Традиционным количественным методом оценки рискообразующих факторов, влияющих на деятельность строительных предприятий, является матрица вероятности и воздействия [11,157]. Для визуализации рискообразующих факторов создается матрица (табл. 2.9), в которой все риски разделены по степени их вероятности и воздействия.

Таблица 2.9.

Матрица рискообразующего фактора [52,91]

P= B×Bo		Вероятность				
		Крайне маловероятно	Маловероятно	Возможно	Вероятно	Весьма вероятно
Воздействие	Незначительное	1	2	3	4	5
	Среднее	2	4	6	8	10
	Высокое	3	6	9	12	15
	Критическое	4	8	12	16	20
	Катастрофическое	5	10	15	20	25

Входные данные в процессе оценки вероятности возникновения и воздействия рисков событий при помощи метода вероятности и воздействия всегда связаны с неопределенностью.

**9. Статистический анализ.** Для определения взвешенных значений вероятности возникновения и степени влияния факторов используется статистический анализ (табл. 2.10)[95].

Таблица 2.10.

Весовые значения степени влияния каждой категории ответа[95]

Категория ответа	Период	Центр периода
Неэффективно	0 – < 1	0,5
Небольшой эффект	1 – < 2	1,5
Средний эффект	2 – < 3	2,5
Сильный эффект	3 – < 4	3,5
Очень сильный эффект	4 – < 5	4,5

Ответы участников выборки преобразуются из качественных значений в числовые таким образом, чтобы их можно было легко обработать методами статистического анализа[24].

В настоящем исследовании были учтены организационные, технические, экономические, экологические факторы, а также факторы безопасности и качества.

Для определения относительной важности каждого из изученных факторов применяется формула:

$$ОВ = \frac{\sum (\text{Количество ответов категории} \cdot \text{Центр периода})}{\text{Общее количество ответов}} \quad (2)$$

Необходимо отметить, что существуют определенные требования, предъявляемые к заключению эксперта. Требования должны быть достоверными и обоснованными, от этого зависит оценка фактора.

При помощи статистического метода можно моделировать неопределенность, что является основным его преимуществом. К недостаткам статистического анализа относятся отсутствие объективного экспертного мнения и потребность в высококвалифицированных специалистах для проведения опроса.

**10. Теория Демпстера-Шафера или теория доказательств (ДШ)** рассматривает совокупность предположений или гипотез и дает каждому из предположений вероятностный диапазон неопределенности (вероятности), который соответствует уровню достоверности каждого предположения [11,18].

Основное присвоение вероятности или функция массы (мера достоверности) – это функция, представленная как  $2^{\Theta}$  в интервале  $[0 ; 1]$ , так что  $m \{ \Theta \} = 0$ , где  $\Theta$  – пустое множество:

$$\sum m (A) = 1. \quad (3)$$

В теории ДШ правило комбинирования Демпстера символизируется оператором  $\oplus$  и используется для объединения двух разных источников доказательств. Этот оператор может использоваться для комбинации двух доказательств, таких как  $m_1$  и  $m_2$ :



$$m_{1,2}(A) = (m_1 \oplus m_2)(A) = \frac{\sum_{B \cap C} \{m_1(B) \cdot m_2(C)\}}{1 - K}, \quad (4)$$

где  $A \neq \emptyset$  и  $m(\emptyset) = 0$ .

$K$  – уравнивающий фактор. Он также называется фактором противоречия, т.к. указывает на степень противоречия между двумя источниками доказательств:

$$K = \sum_{B \cap C = \emptyset} \{m_1(B) \cdot m_2(C)\}, \quad (5)$$

где  $\oplus$  – сочетание двух массовых функций;

$B$  – первое значение массы;

$C$  – второе значение массы.

В этих отношениях  $K$  является уравнивающим фактором. Его также называют фактором противоречия, поскольку он указывает на степень противоречия между двумя источниками доказательств.

При применении теории доказательств ДШ для оценки рисков первым шагом является определение суждений [114]. В представленной модели каждое суждение характеризует степень достоверности доказательства для соответствующего фактора риска, который представляет собой действительное число в диапазоне [1-5]. В рассматриваемом случае есть только два возможных значения, т.к. необходимо объединить два доказательства.

Вторым шагом при использовании теории ДШ является определение доказательств [114]. Воздействие и вероятность рассматриваются как доказательства окончательного значения фактора риска.

Третьим шагом при использовании теории ДШ является определение функции массы. Для этой цели используются нормированные значения воздействия и вероятности следующим образом:

$$m(A) = \frac{fi - Fmin}{Fmax - Fmin} , \quad (6)$$

где  $(fi) \in [1, 5]$  и имеет верхний и нижний пределы форм оценки факторов риска.

После нахождения вероятности по формулам (4), (5) общий балл оценки рассчитывается путем преобразования агрегированной массы ( $m$ ) в пять баллов ( $F_{max}$ ) с помощью следующей формулы:

$$P_{пм} = \{(m \times 4) + 1\} . \quad (7)$$

Чтобы увидеть практический пример применения предложенного метода для получения значения риска, предположим, что оценки воздействия и вероятности имеют значения 3,5 и 1,25 соответственно.

На основании этих двух значений и в соответствии с формулой (6)  $m_1(A)$  и  $m_2(A)$  составляют 0,625 и 0,0625 соответственно. Теперь эти два значения могут быть агрегированы с использованием формул (4) и (5) следующим образом:

$$K = \sum_{B \cap C = \emptyset} \{m_1(B) \cdot m_2(C)\} = 0,625 \times (1 - 0,0625) + 0,0625 \times (1 - 0,625) = 0,6094 ,$$

$$m_{1,2}(A) = (m_1 \oplus m_2)(A) = \frac{0,625 \times 0,0625}{1 - 0,6094} = 0,1 ,$$

$$P_{пм} = \{(0,1 \times 4) + 1\} = 1,4.$$

Применение теории Демпстера-Шефера наиболее целесообразно в случае неоднородности имеющейся информации и априорной неопределенности данных [118,131].

Результаты оценки степени важности рискообразующих факторов были получены с помощью анкетирования, проведенного среди опытных специалистов. Основные факторы, вызывающие риски, проанализированы с применением изучаемых методов и в соответствии с полученными результатами, представленными в табл. 2.11.

Таблица 2.11.

Сравнительный анализ оценки рискообразующих факторов при помощи различных методов [11,99]

№	ФР	МР		ММК		Теория Д.Ш.		МИА	
		СВ ФР (0 -25)	Ранг	СВ ФР (1-5)	Ранг	СВ ФР (1-5)	Ранг	СВ ФР (0-1)	Ранг
1	Высокие температуры летом (выше 50 °С)	<b>12.84</b>	<b>7</b>	<b>3.185</b>	<b>7</b>	<b>4.133</b>	<b>5</b>	<b>0.04</b>	<b>4</b>
2	Низкая квалификация рабочих кадров	14.16	<b>5</b>	3.35	<b>5</b>	3.96	<b>6</b>	0.038	<b>6</b>
3	Задержка или неуплата финансовых взносов предприятиям	20.1	<b>1</b>	4.23	<b>1</b>	4.48	<b>2</b>	0.046	<b>1</b>
4	Задержка поступления на объект материалов, оборудования и рабочих из-за военных действий и пробок	14.835	<b>4</b>	3.578	<b>4</b>	4.42	<b>4</b>	0.039	<b>5</b>
5	Задержки в графике строительства	15.054	<b>3</b>	3.64	<b>2</b>	4.475	<b>3</b>	0.044	<b>2</b>
6	Нехватка или низкое качество строительных материалов	12.067	<b>8</b>	2.705	<b>8</b>	3.88	<b>8</b>	0.035	<b>8</b>
7	Получение работниками травм из-за несоблюдения техники безопасности или в результате военных действий	13.6	<b>6</b>	3.22	<b>6</b>	3.9	<b>7</b>	0.036	<b>7</b>
8	Подмена представителями власти интересов общества интересами частного характера (коррупция)	16.5	<b>2</b>	3.58	<b>3</b>	4.53	<b>1</b>	0.043	<b>3</b>
9	Забастовки и массовые беспорядки	9.02	<b>11</b>	2.55	<b>10</b>	2.78	<b>11</b>	0.032	<b>11</b>
10	Инфляция и колебания цен	9.62	<b>10</b>	2.45	<b>12</b>	2.9	<b>10</b>	0.033	<b>10</b>
11	Недостаток трудовых ресурсов	9.82	<b>9</b>	2.62	<b>9</b>	3.1	<b>9</b>	0.034	<b>9</b>
12	Работа без защитной одежды, несоблюдение техники безопасности при работе с оборудованием	7.6	<b>17</b>	2.03	<b>19</b>	1.95	<b>18</b>	0.03	<b>14</b>

№	ФР	МР		ММК		Теория Д.Ш.		МИА	
		СВ ФР (0 -25)	Ранг	СВ ФР (1-5)	Ранг	СВ ФР (1-5)	Ранг	СВ ФР (0-1)	Ранг
13	Повреждение некоторых частей объекта и оборудования в результате военных столкновений;	8.64	<b>13</b>	2.41	<b>13</b>	2.37	<b>13</b>	0.031	<b>12</b>
14	Низкое качество обслуживания механизмов и оборудования;	8.5	<b>14</b>	2.3	<b>15</b>	2.31	<b>14</b>	0.024	<b>17</b>
15	Простои, связанные с незапланированными событиями (праздниками);	8.32	<b>15</b>	2.28	<b>16</b>	2.24	<b>16</b>	0.026	<b>15</b>
16	Воздействие стихийных бедствий (землетрясения, наводнения ,пожары, загрязнение).	8.82	<b>12</b>	2.44	<b>11</b>	2.55	<b>12</b>	0.0305	<b>13</b>
17	Изменение количества и спецификаций проекта	6.35	<b>23</b>	1.85	<b>23</b>	1.67	<b>22</b>	0.018	<b>21</b>
18	Задержка в передаче участка подрядчику	6.88	<b>21</b>	1.96	<b>21</b>	1.78	<b>21</b>	0.019	<b>20</b>
19	Слабая координация между заказчиком и подрядчиком	7.2	<b>20</b>	2.05	<b>18</b>	1.92	<b>19</b>	0.02	<b>19</b>
20	Отсутствие механизмов и технических средств	6.55	<b>22</b>	1.88	<b>22</b>	1.56	<b>23</b>	0.016	<b>23</b>
21	Разница в характере земли (целевое назначение земельного участка)	6.06	<b>25</b>	1.62	<b>24</b>	1.44	<b>24</b>	0.013	<b>24</b>
22	Банкротство подрядчиков предприятий	7.84	<b>16</b>	2.31	<b>14</b>	2.28	<b>15</b>	0.025	<b>16</b>
23	Изменение обменного курса	7.22	<b>19</b>	2.02	<b>20</b>	1.89	<b>20</b>	0.0166	<b>22</b>
24	Изменения в законодательстве и правовых нормах в области строительной деятельности	6.32	<b>24</b>	1.55	<b>25</b>	1.36	<b>26</b>	0.011	<b>25</b>

№	ФР	МР		ММК		Теория Д.Ш.		МИА	
		СВ ФР (0 -25)	Ранг	СВ ФР (1-5)	Ранг	СВ ФР (1-5)	Ранг	СВ ФР (0-1)	Ранг
25	Социальные проблемы между жителями региона и предприятием, реализующим проекты	6.05	<b>26</b>	1.36	<b>26</b>	1.38	<b>25</b>	0.01	<b>26</b>
26	Задержка результатов лабораторных исследований	7.46	<b>18</b>	2.08	<b>17</b>	2.1	<b>17</b>	0.022	<b>18</b>

Таким образом, для оценки факторов риска с помощью метода Демпстера-Шейфера необходимо выполнить несколько шагов. На первом этапе производится определение суждений. На втором этапе вероятность и влияние рассматриваются как два доказательства для каждого события, и их массовые функции представляются в соответствии с формулой (6). После этого формулы (4) и (5) применяются для объединения их массовых функций, которые показывают оценку факторов. На рис. 2.9 графически изображены ранги основных рискообразующих факторов, определенные при помощи (МР), (ММК), (МИА) а также метода ДШ [11,114,138].

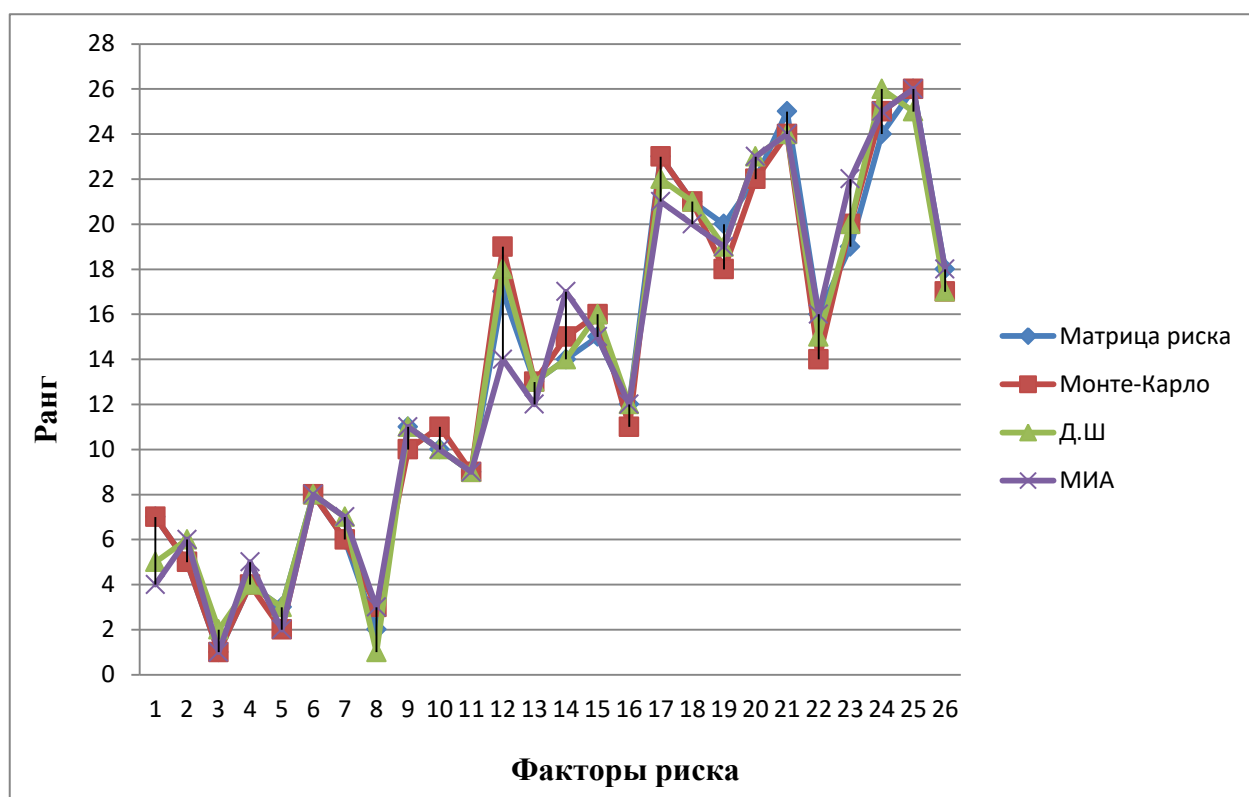


Рис. 2.9. Ранжирование факторов риска при применении изученных методов

В табл. 2.12 сравниваются преимущества четырех основных методов, которые были проанализированы для оценки факторов риска, и перспективы их использования в исследовании.

Таблица 2.12.

## Сравнение преимуществ и недостатков методов оценки факторов риска

Методы	Преимущества	Недостатки
Матрица риска	<ul style="list-style-type: none"> <li>- используется для оценки степени важности фактора риска через вероятность возникновения и степень воздействия;</li> <li>- является важным шагом метода Монте-Карло для оценки мер по предотвращению рисков или смягчению их влияния и последствий;</li> <li>- визуальный инструмент, который менеджеры проектов используют для оценки потенциального влияния рисков.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- категории матрицы рисков могут быть недостаточно конкретными для сравнения и различия уровней риска;</li> <li>- может привести к принятию неверных решений при неправильной классификации рисков;</li> <li>- сложность установления достоверности и согласованности мнений респондентов.</li> </ul>
Монте-Карло	<ul style="list-style-type: none"> <li>- простота использования, интуитивно понятный инструментарий;</li> <li>- возможность использования общедоступных программных продуктов (Excel, Math Stat, PRA и пр.);</li> <li>- использование для количественного анализа рисков, в том числе для определения уровня риска незавершенного строительства;</li> <li>- определение вероятности достижения целей проекта (стоимость, продолжительность и качество);</li> <li>- высокая степень достоверности результатов при использовании и моделировании, которое повторяется сотни или тысячи раз.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сложность сбора необходимого объема статистических данных: отсутствие необходимой информации приводит к ошибкам модели;</li> <li>- проблемы с выбором переменных функций распределения, которые используются в расчетах;</li> <li>- точность решения зависит от количества итераций, которые можно выполнить [51].</li> </ul>
МИА	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использование для сравнения степени влияния различных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- из-за инструмента попарных сравнений МИА может быть</li> </ul>



Методы	Преимущества	Недостатки
	<p>факторов риска на деятельность строительных предприятий, как одного из основных способов принятия решения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможность использования программных продуктов (Excel, Expert choice и пр.);</li> <li>- возможность расчета степени consistency с целью обеспечения достоверности мнений экспертов.</li> </ul>	<p>подвержен несоответствиям при ранжировании и оценке переменных;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычислительные требования огромны даже для небольшой задачи;</li> <li>- при количестве уровней в иерархии увеличивается количество парных сравнений, требующих гораздо больше времени и усилий.</li> </ul>
Теория Д-Ш	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использование для оценки степени важности фактора риска через вероятность и степень воздействия в качестве двух доказательств;</li> <li>- использование для выявления взаимосвязи, имеющих неопределенных показателей с окончательными результатами;</li> <li>- вероятность возникновения конфликтов между доказательствами, т.к. это может привести к ненадежным результатам.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокая степень сложности использования накладывает ограничения на применение теории;</li> <li>- сложность использования общедоступных программных продуктов (Excel, MATLAB, PRA и др.).</li> </ul>

## 2.4. Выводы по главе 2

1. В научной литературе приводится немало классификаций рисков строительных предприятий, поскольку в процессе их деятельности может возникать множество непредвиденных ситуаций. Возникает необходимость в комплексном подходе к выявлению, анализу и оценке влияния факторов риска на цели реализации строительного проекта.

2. Оценка факторов, влияющих на деятельность строительных предприятий Ирака при реализации инвестиционно-строительных проектов, проводилась с помощью различных аналитических методов.

3. Результаты применения методов моделирования (матрицы риска, метода Монте-Карло, метода иерархического анализа, теории Демпстера-Шейфера и др.) показали, что наиболее подходящими для исследования факторов риска в деятельности строительных предприятий являются: метод Монте-Карло, метод иерархического анализа, т.к. они имеют характеристики, перечисленные в табл. 2.12.

4. Для оценки факторов риска при проведении дальнейших исследований будет применяться метод Монте-Карло. Преимущества данного метода заключаются в том, что он позволяет провести количественный анализ дестабилизирующих факторов, вызывающих риски, оценить их воздействие на строительные предприятия и продолжительность реализации инвестиционного проекта до и после внедрения компенсационных мероприятий по снижению или предотвращению влияния различных факторов риска.

5. Метод иерархического анализа будет использован для сравнения степени влияния различных факторов риска на деятельность строительных предприятий, как один из основных способов принятия решения.

## Глава 3. Моделирование факторов риска

### 3.1. Ранжирование факторов риска

Существуют различные типы внутренних и внешних факторов риска. Процесс управления ими включает в себя идентификацию, теоретический анализ, анализ с помощью качественных и количественных методов, оценку, обработку, мониторинг и контроль рисков.

Следует признать, что факторы риска не всегда легко оценить, поскольку вероятность и последствия их возникновения являются сложно измеримыми. Следовательно, их необходимо оценивать либо статистически, либо с помощью других подходов [165]. Процесс управления факторами риска осуществляется с помощью операций, инструментов и методов, которые помогают руководителю проекта сводить к минимуму вероятность и последствия неблагоприятных событий на протяжении всего жизненного цикла проекта [27].

Управление факторами риска не только обеспечивает более высокий уровень осведомленности о последствиях риска, но также позволяет фокусироваться на структурированном подходе, эффективном централизованном контроле и способствует налаживанию процесса обмена информацией между участниками проекта [127]. Эффективность управления факторами риска повышается, когда процесс управления осуществляется на начальных этапах жизненного цикла проекта.

Для удобства проведения настоящего исследования факторы риска были разделены на восемь типов:

1. Организационные.
2. Технические.
3. Политические.
4. Факторы военных действий и терроризма [167,177].

5. Климатические.
6. Экономические.
7. Факторы безопасности труда.
8. Социальные.

В ходе исследования выявлены факторы, влияющие на деятельность строительных предприятий в Ираке, которые были отображены выше. Факторы риска описывались в соответствии с их влиянием на деятельность строительных предприятий. Двадцать шесть факторов были отобраны с использованием полевых исследований и научных литератур.

Метод экспертного опроса применялся с целью оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака, выделения наиболее значимых факторов и исключения несущественных факторов для подтверждения достоверности исследования по выбору и анализу данных факторов.

В целях проведения экспертного опроса была разработана анкета ( приложение А) для оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий. Суммарный показатель каждого конкретного фактора риска был получен путём суммирования фактических баллов экспертов от 1 до 25 по степени влияния фактора риска, от наименьшего до наибольшего эффекта по 25-балльной шкале (1- наименее влиятельный фактор и 25 - наиболее влиятельный фактор).

Количество экспертов, участвующих в опросе, должно быть не менее 4 [53], однако, было принято решение увеличить количество до 6, чтобы гарантировать консистентность и достоверность результатов ранжирования. В состав экспертной группы вошли 6 экспертов, в том числе руководители и специалисты строительных предприятий в Ираке [32,55,75,113].

Для оценки консистентности результатов экспертного опроса с помощью коэффициента конкордации ( $W$ ) была определена теснота связи между ранжируемыми факторами:

$$W = \frac{12 \times S}{m^2 \cdot (n^3 - n) - m \sum T_i} , \quad (8)$$

где  $S$  – суммаризация квадратов отклонений суммы рангов, от средней арифметической суммы рангов.

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 , \quad (9)$$

$$T_i = \frac{1}{12} \sum (t_i^3 - t_i) , \quad (10)$$

где  $t_i$  – количество повторяющихся элементов в оценках  $i$  одного эксперта;

$m$  – количество экспертов;

$n$  – количество ранжируемых факторов;

$\mu$  – среднее арифметическое.

Таблица 3.1 показывает вес каждого фактора риска через мнения 6 экспертов в области строительства в Ираке.

*Таблица 3.1.*

*Ранжирование влияния факторов риска*

№	Наименование факторов риска	Эксперты						∑ рангов	Вес фактора
		1	2	3	4	5	6		
1	Задержки в графике строительства	24	22	20	19	19	21	125	0.061
2	Недостаток трудовых ресурсов	18	21	23	21	20	17	120	0.059
3	Простои, связанные с незапланированными событиями (праздниками)	15	17	15	14	21	11	93	0.046

№	Наименование факторов риска	Эксперты						∑ рангов	Вес
4	Низкая квалификация рабочих кадров	13	15	17	16	13	14	88	0.043
5	Изменение количества и спецификаций проекта	5	7	6	9	3	3	33	0.016
6	Задержка в передаче участка подрядчику	4	1	8	10	7	1	31	0.015
7	Слабая координация между подрядными организациями	7	5	9	6	4	5	36	0.018
8	Нехватка или низкое качество строительных материалов	23	19	18	22	23	16	121	0.059
9	Отсутствие механизмов и технических средств	11	12	11	13	12	15	74	0.036
10	Низкое качество обслуживания механизмов и оборудования	10	6	4	7	9	2	38	0.019
11	Разница в характере земли (целевое назначение земельного участка)	3	4	7	5	8	10	37	0.018
12	Высокая температура летом (выше 50 °С)	17	13	21	20	16	23	110	0.054
13	Воздействие стихийных бедствий (землетрясения, наводнения и пожары)	16	18	13	15	14	19	95	0.047
14	Банкротство подрядчиков предприятий	6	8	10	8	5	9	46	0.023
15	Инфляция и колебания цен	19	23	19	24	17	20	122	0.060
16	Изменение обменного курса	9	2	5	4	11	8	39	0.019

№	Наименование факторов риска	Эксперты						∑ рангов	Вес
17	Задержка или неуплата финансовых взносов предприятиям	25	24	22	21	24	22	138	0.068
18	Подмена представителями власти интересов общества интересами частного характера (коррупция)	16	18	21	17	19	15	106	0.052
19	Изменения в законодательстве и правовых нормах в области строительной деятельности	2	3	1	3	6	4	19	0.009
20	Задержки с поставками материалов и оборудования из-за вооруженных конфликтов	21	20	18	23	25	18	125	0.061
21	Получение работниками травм из-за боевых действий, ведущихся рядом со строительной площадкой	22	14	12	25	18	24	115	0.057
22	Повреждение некоторых частей проекта и оборудования в результате военных столкновений	20	16	24	18	22	25	125	0.061
23	Забастовки и массовые беспорядки	14	11	16	12	15	12	80	0.039
24	Социальные проблемы между жителями региона и предприятием, реализующим проекты	1	9	2	1	2	7	22	0.011
25	Задержка результатов лабораторных исследований	8	7	3	2	1	6	27	0.013
26	Работа без защитной одежды, несоблюдение техники	12	10	14	11	10	13	70	0.034

№	Наименование факторов риска	Эксперты						∑ рангов	Вес
	безопасности при работе с оборудованием								

Для обработки консистентности результатов экспертного опроса с помощью коэффициента конкордации (W) как в формуле (13):

$$W = \frac{12 \times 45866.5}{(6)^2 \cdot (26^3 - 26) - 6 \times 4} = 0.87$$

Так как  $W > 0.5$ , то существует консистентность мнений экспертов. Значение коэффициента равно 0.87, что говорит о высокой степени согласованности мнений экспертов.

Степень согласованности также оценивается путем расчета коэффициента корреляции Пирсона с использованием приведенного ниже уравнения:

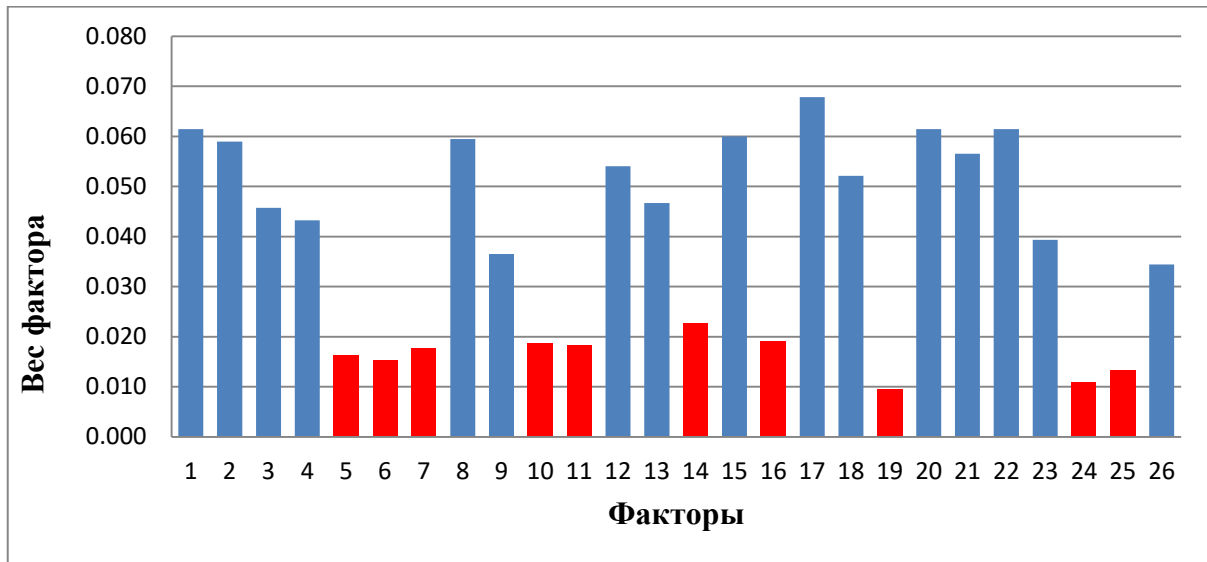
$$X_p^2 = w \times m \times (n - 1) = 0.87 \times 6 \times (26 - 1) = 130.5$$

Вычисленный коэффициент Пирсона сравнивается с табличным значением для числа степеней свободы  $n - 1 = 25$  и при заданном уровне значимости  $\alpha = 0.05$ .

Так как  $X_p^2$  расчетный 130.5 > табличного – 37.652, то  $W = 0.87$  – величина не случайная, а потому полученные результаты по степени их значимости имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях.

На рис. 3.1 показано ранжирование факторов риска с учетом их значимости в зависимости от веса, измеренного для каждого из них, по данным экспертного опроса.





*Рис. 3.1. Ранжирование значимости факторов риска*

К дальнейшему исследованию будут привлечены 16 факторов риска, имеющие большое значение с точки зрения их влияния на деятельность строительных предприятий. При этом остальные факторы, низко влияющие на деятельность строительных предприятий по мнению экспертов, не учитываются.

Результаты этого опроса можно рассматривать как основные факторы риска, влияющие на строительное производство в развивающихся странах, в том числе в Ираке, поскольку все факторы, представленные в таблице 3.1, были извлечены из прошлых исследований, полевых опросов и интервью, проведенных в различных проектах и на предприятиях. Таким образом, данные факторы будут служить руководством для исследователей, с целью экономия ресурсов и сокращения продолжительности строительства.

### **3.2. Моделирование оценки влияния факторов риска**

Алгоритм, изображенный на рис. 3.2, иллюстрирует два практических подхода исследования:

1. Определение влияния групп факторов риска на строительные предприятия, реализующие инвестиционные проекты по строительству многоэтажных домов в Ираке, с использованием модели иерархического анализа (МИА).

2. Оценка влияния факторов риска на продолжительность реализации инвестиционно-строительного проекта и анализ компенсационных мероприятий, проведенных предприятиями с целью исключения или уменьшения влияния факторов, с помощью моделирования методом Монте-Карло в программе Primavera Risk Analysis PRA.

1 итерация.

2 итерация.

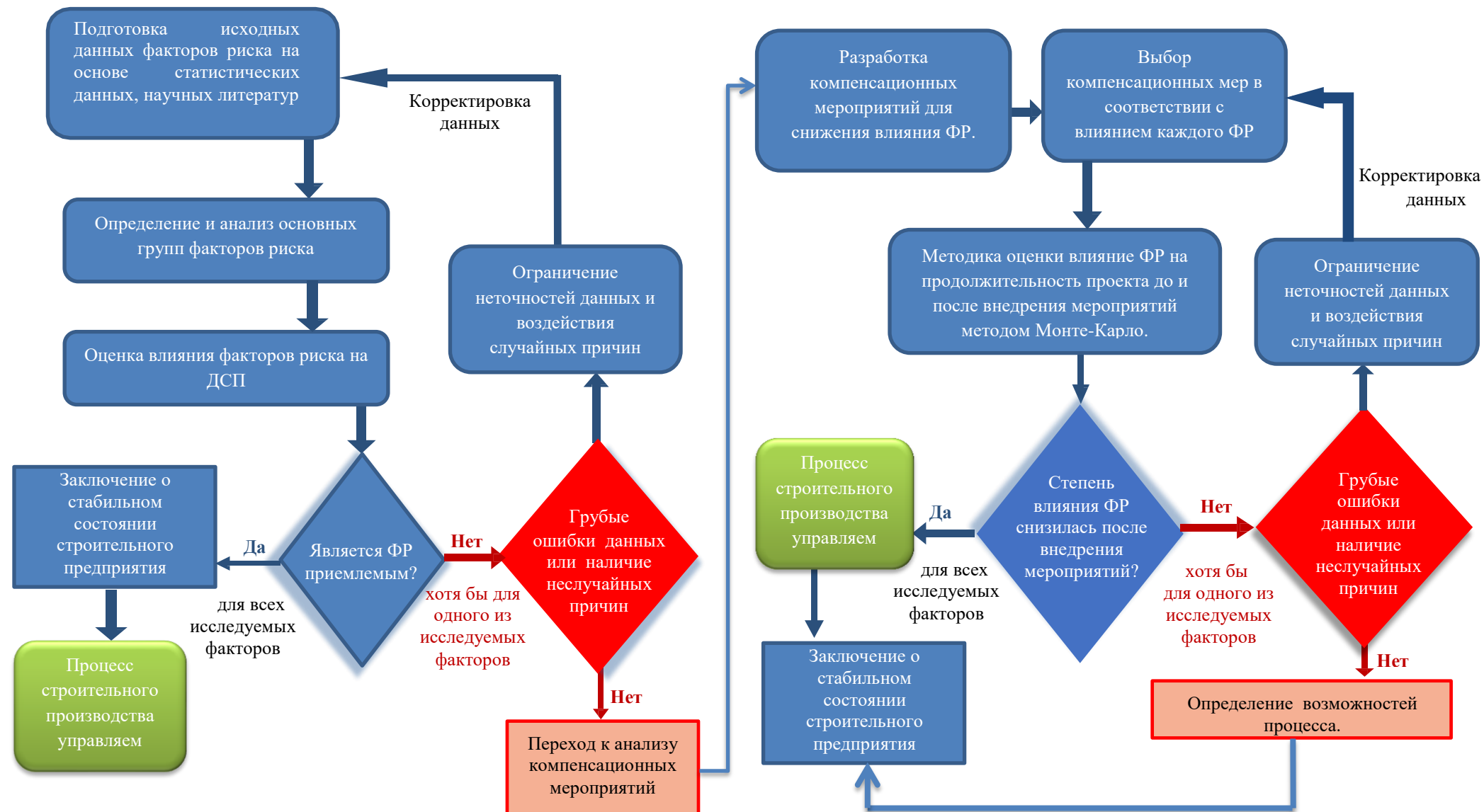


Рис. 3.2. Алгоритм практических этапов исследования

Процесс оценки влияния рисков на строительные проекты основан на анализе мнений экспертов в строительной отрасли. Эксперты определяют степень влияния рисков в ходе анкетирования. Чтобы достичь достоверности результатов экспертной оценки, необходимо выявить все возможные риски в сфере строительства многоэтажных зданий и представить наиболее полный перечень опрашиваемым специалистам [23,43,178].

В процессе настоящего исследования факторы риска были классифицированы на группы и в таком виде предоставлены экспертам для оценки их влияния. Для каждой группы факторов риска был рассчитан коэффициент приоритета с использованием блок-схемы метода иерархической модели, как показано на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Блок-схема процесса иерархического анализа[94,96]

Основная цель экспертной оценки в настоящем исследовании – определение влияния факторов риска на строительные проекты и оценка эффективности деятельности предприятий по управлению данными факторами риска. Данный метод исследования включает в себя следующие этапы [23,30,123]:

- 1) Определение количества экспертов.
- 2) Формирование анкет.
- 3) Проведение опроса участвующих экспертов.
- 4) Расчет консистентности и достоверности экспертных оценок.
- 5) Выявление общих результатов опроса.
- 6) Расчет коэффициента приоритета для всех изученных альтернатив.

Многие выдающиеся научные работы были основаны на иерархическом анализе, который применяется в различных областях, таких как планирование, выбор альтернативы, распределение ресурсов, разрешение конфликтов, оптимизация и т.д. [161].

Таким образом, метод анализа иерархий, разработанный Т. Саати[162], может быть с успехом использован для решения многих практических задач. В нашем случае иерархический анализ начинается с расположения факторов риска в иерархическом порядке, далее выполняется попарное сравнение факторов риска по одному из критериев выбора, затем из этих сравнений выделяются приоритеты и, наконец, определяются общие приоритеты.

Процесс иерархического анализа выполняется путем выявления приоритетных элементов пирамиды и составления суждений с целью получения набора общих приоритетов и проверки надежности этих суждений для принятия окончательного решения[71,161,162].

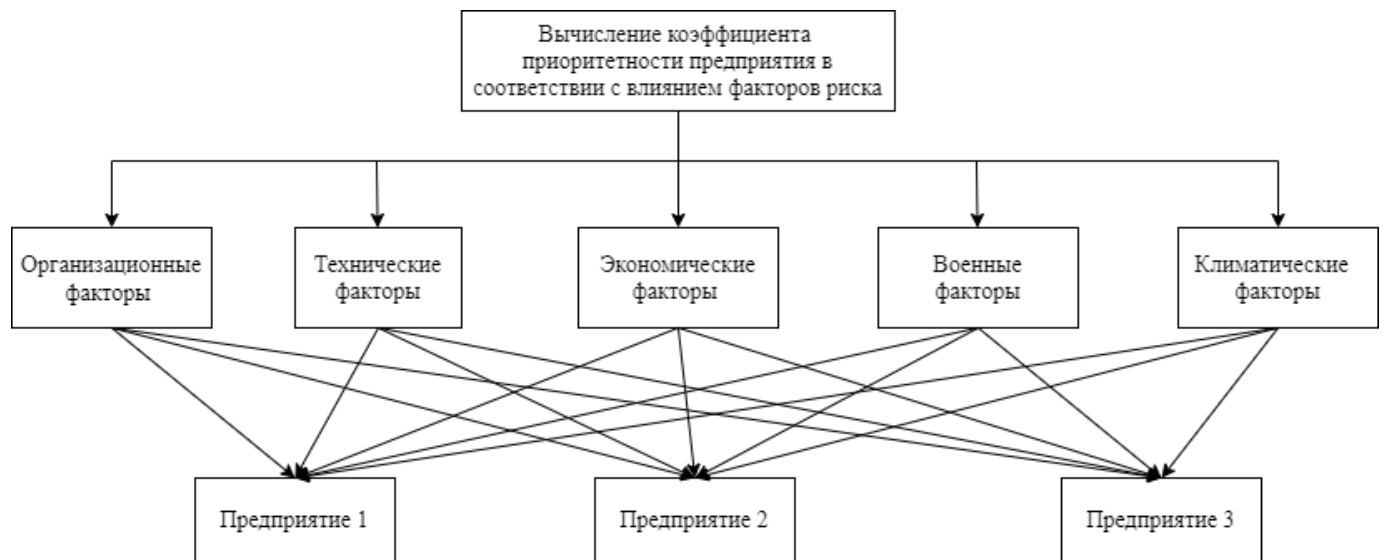
В ходе диссертационного исследования была проведена оценка влияния групп факторов риска на трех строительных предприятиях Ирака:

- ООО «С.В.Г», осуществляющее реализацию проекта строительства жилого комплекса «Джабал Амель» (Предприятие 1);

- ООО «Аль-Кафиил», осуществляющее реализацию проекта строительства жилого комплекса «Аль-фирдаус» (Предприятие 2);
- ООО «Файд Аль Аммара», осуществляющее реализацию проекта строительства жилого комплекса «Дар Аль- Салам» (Предприятие 3).

Для сравнения ряда проектов на основе влияния изученных факторов риска необходимо рассчитать относительную важность (коэффициент приоритетности) каждого проекта. Для этого используется модель иерархического анализа и проводится анкетирование профильных экспертов по следующей схеме:

1) Построение иерархической структуры модели, которая включает в себя цель процесса на первом уровне [130,180], изучаемые факторы на втором уровне и исследуемые предприятия на третьем уровне (рис. 3.4).



*Рис. 3.4. Иерархия предприятий по влиянию групп факторов риска*

2) Построение иерархической структуры групп основных факторов и их параметров, как показано на рис. 3.5.



*Рис. 3.5. Структура групп факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий Ирака*

3) После завершения анкетирования экспертами производится бинарное сравнение внутри каждой группы факторов, которое можно отобразить в виде матрицы решений [96,176,180], как в уравнении (11).

$$X = \begin{bmatrix} 1 & X_{12} & \cdot & \cdot & X_{1n} \\ X_{21} & 1 & \cdot & \cdot & X_{2n} \\ \cdot & \cdot & 1 & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

$X_{12}$  – относительная важность критерия 1 по отношению к критерию 2;

$X_{21}$  – относительная важность критерия 2 по отношению к критерию 1 (величина, обратная  $X_{12}$ ) [23,180].

Результаты сравнения записываются как числовые значения относительной важности по отношению к заданной шкале абсолютных чисел (табл. 3.2) [12,19,62,96].

Таблица 3.2.

*Вес относительной важности для попарного сравнения[162]*

Числовые значения	Выражение в словесных переменных
1	Два элемента вносят одинаковый вклад в объект (i равно j)
3	Элемент i в три раза важнее элемента j
5	Элемент i в пять раз важнее элемента j
7	Элемент i в семь раз важнее элемента j
9	Элемент i в девять раз важнее элемента j
2,4,6,8	Средние значения, использованные между предыдущими показателями веса

Поскольку сравнение проводится несколькими экспертами, для каждого сравнения между двумя факторами используется среднее геометрическое:

$$C_{г} = \sqrt[n]{x_{11} \cdot x_{12} \cdot \dots \cdot x_{1n}}, \quad (12)$$

где  $C_{г}$  - среднее геометрическое.

- 1) Использование показателей веса факторов для определения приоритетов после обеспечения консистентности.

$$\text{Приоритет}_{(\text{ряд})} = \frac{C_{г}(\text{ряд})}{\sum C_{г}(\text{все ряды матрицы})}, \quad (13)$$

- 2) С целью обеспечения точности проведенного попарного сравнения и отсутствия противоречий во мнениях экспертов проверяется соотношение консистентности.



Это делается путем вычисления значения ( $\lambda_{\max}$ ) [97,182]. Соотношение согласованности не должно превышать 0,1.

$$\lambda_{\max} = \sum \{ \text{Приоритет(ряд)} \times (\text{Сумма столбца}) \}, \quad (14)$$

$$Ck = \frac{\text{ИК}}{\text{СП}}, \quad (15)$$

$$\text{ИК} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (16)$$

где СК - соотношение согласованности;

ИК - индекс согласованности;

СП - случайный показатель, значение которого рассчитывается исходя из количества факторов (табл. 3.3).

*Таблица 3.3.*

*Случайные показатели (СП) [94,134]*

n	3	4	5	6	7	8	9	10
СП	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Как правило, если КК меньше 0,1, а суждения согласованны, то можно использовать производные показателей веса. То есть, когда КК меньше 0,1, результирующий вектор считается находящимся в пределах допустимой погрешности и поэтому может быть принят.

Приоритет каждого критерия рассчитывается путем попарных сравнений между группами факторов после сбора мнений экспертов (Приложение Б-1), участвующих в анкетировании (табл. 3.4).

Таблица 3.4.

## Попарное сравнение основных групп факторов риска

Факторы риска	Организационные	Технические	Экономические	Военные	Климатические
Организационные	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$
Технические	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}$	$X_{25}$
Экономические	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$	$X_{35}$
Военные	$X_{41}$	$X_{42}$	$X_{43}$	$X_{44}$	$X_{45}$
Климатические	$X_{51}$	$X_{52}$	$X_{53}$	$X_{54}$	$X_{55}$

Используя уравнение (17), вычисляем значение главного собственного вектора [122] для каждой группы факторов с помощью следующей матрицы:

$$M_{сг} = \begin{matrix} \sqrt[5]{X_{11} * X_{12} * \dots * X_{15}} \\ \sqrt[5]{X_{21} * X_{22} * \dots * X_{25}} \\ \sqrt[5]{X_{31} * X_{32} * \dots * X_{35}} \\ \sqrt[5]{X_{41} * X_{42} * \dots * X_{45}} \\ \sqrt[5]{X_{51} * X_{52} * \dots * X_{55}} \end{matrix} \quad (17)$$

Затем для расчета суммы среднего геометрического суммируются все строки матрицы:

$$\sum C\Gamma = \sqrt[5]{x_{11} * x_{12} * \dots * x_{14}} + \sqrt[5]{x_{21} * x_{22} * \dots * x_{24}} + \sqrt[5]{x_{31} * x_{32} * \dots * x_{34}} + \sqrt[5]{x_{41} * x_{42} * \dots * x_{44}} + \sqrt[5]{x_{51} * x_{52} * \dots * x_{55}} \quad (18)$$

Приоритет каждой групп факторов риска можно определить, разделив среднее геометрическое этого критерия на сумму среднего геометрического всех строк (уравнение 24).

$$\begin{aligned} P_{k1} &= \sqrt[5]{x_{11} * x_{12} * \dots * x_{15}} / \sum C\Gamma \\ P_{k2} &= \sqrt[5]{x_{21} * x_{22} * \dots * x_{25}} / \sum C\Gamma \\ P_{k3} &= \sqrt[5]{x_{31} * x_{32} * \dots * x_{35}} / \sum C\Gamma \\ P_{k4} &= \sqrt[5]{x_{41} * x_{42} * \dots * x_{45}} / \sum C\Gamma \\ P_{k5} &= \sqrt[5]{x_{51} * x_{52} * \dots * x_{55}} / \sum C\Gamma \end{aligned} \quad (19)$$

Далее в соответствии с влиянием групп факторов риска рассчитываются приоритеты исследуемых предприятий. Это делается с помощью матрицы попарного сравнения строительных предприятий по каждому из групп факторов риска [120] (Приложение Б-2) после проверки соотношения consistency. Для этого используется модель иерархического анализа, как показано в табл. 3.5.

Таблица 3.5.

Попарное сравнение между предприятиями по группам факторов риска

(а)

Организационные факторы	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 1	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$P_{A1} = \sqrt[3]{A_{11} * \dots * A_{13}} / \sum CA$
Предприятие 2	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$P_{A2} =$

Организационные факторы	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
				$\sqrt[3]{A_{21} * \dots * A_{23}} / \sum CA$
Предприятие 3	$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$	$\Pi_{A3} = \sqrt[3]{A_{31} * \dots * A_{33}} / \sum CA$

(б)

Технические факторы	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 1	$B_{11}$	$B_{12}$	$B_{13}$	$\Pi_{B1} = \sqrt[3]{B_{11} * \dots * B_{13}} / \sum CB$
Предприятие 2	$B_{21}$	$B_{22}$	$B_{23}$	$\Pi_{B2} = \sqrt[3]{B_{21} * \dots * B_{23}} / \sum CB$
Предприятие 3	$B_{31}$	$B_{32}$	$B_{33}$	$\Pi_{B3} = \sqrt[3]{B_{31} * \dots * B_{33}} / \sum CB$

(в)

Экономические факторы	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 1	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$\Pi_{C1} = \sqrt[3]{C_{11} * \dots * C_{13}} / \sum CC$
Предприятие 2	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$\Pi_{C2} = \sqrt[3]{C_{21} * \dots * C_{23}} / \sum CC$

Экономические факторы	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 3	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$\Pi_{C3} = \sqrt[3]{C_{31} * \dots * C_{33}} / \sum CC$

(г)

Военные факторы	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 1	$D_{11}$	$D_{12}$	$D_{13}$	$\Pi_{D1} = \sqrt[3]{D_{11} * \dots * D_{13}} / \sum CD$
Предприятие 2	$D_{21}$	$D_{22}$	$D_{23}$	$\Pi_{D2} = \sqrt[3]{D_{21} * \dots * D_{23}} / \sum CD$
Предприятие 3	$D_{31}$	$D_{32}$	$D_{33}$	$\Pi_{D3} = \sqrt[3]{D_{31} * \dots * D_{33}} / \sum CD$

(д)

Климатические факторы	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 1	$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	$\Pi_{E1} = \sqrt[3]{E_{11} * \dots * E_{13}} / \sum CE$
Предприятие 2	$E_{21}$	$E_{22}$	$E_{23}$	$\Pi_{E2} = \sqrt[3]{E_{21} * \dots * E_{23}} / \sum CE$
Предприятие 3	$E_{31}$	$E_{32}$	$E_{33}$	$\Pi_{E3} = \sqrt[3]{E_{31} * \dots * E_{33}} / \sum CE$

После получения локальных приоритетов по каждому из изученных групп факторов, а также локальных приоритетов предприятий в соответствии с влиянием

данных групп, глобальный приоритет для каждого предприятия рассчитывается следующим образом:

$$\begin{pmatrix} P_{A1} & P_{B1} & P_{C1} & P_{D1} & P_{E1} \\ P_{A2} & P_{B2} & P_{C2} & P_{D2} & P_{E2} \\ P_{A3} & P_{B3} & P_{C3} & P_{D3} & P_{E3} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} P_{K1} \\ P_{K2} \\ P_{K3} \\ P_{K4} \\ P_{K5} \end{pmatrix} \quad (20)$$

С целью определения влияния групп факторов риска на строительные предприятия с помощью методики иерархического анализа выбранные предприятия сравниваются по глобальным приоритетам (коэффициентам приоритетности) с использованием соответствующей шкалы, см. табл. 3.6.

Таблица 3.6.

*Шкала оценки коэффициента приоритетности*

Коэффициент приоритетности		Рекомендации лицам, принимающим решения
Количественный	Качественный	
0.0 – 0.25	Низкий	Неминуемого риска нет. Но необходимо рассмотреть возможные способы снижения риска. Должен проводиться мониторинг изменений, связанных с порядком прохождения проверок, оформления документации; строительными материалами, окружающей средой.
> 0.25 – 0.5	Средний	Продолжать работу нужно с осторожностью. Рекомендуется дополнительный контроль, проверка осуществляется в течение 30 дней.
> 0.5 – 0.75	Высокий	Высокий приоритет для осуществления

Коэффициент приоритетности		Рекомендации лицам, принимающим решения
Количественный	Качественный	
		корректирующих действий. Продолжать работу нужно с особой осторожностью. Необходимо учитывать важность немедленного применения дополнительных мер контроля, реализация которых должна быть осуществлена в течение 7 дней.
> 0.75 – 1.0	Катастрофический	Работа должна быть остановлена (работа запрещена), способы реагирования на риски должны быть пересмотрены.

### 3.3. Методика оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий

В ранее проведенных исследованиях на основе различных подходов проводился лишь комплексный анализ влияния факторов риска на стоимость строительного проекта и сроки его реализации [111,135,158]. В диссертации проводится исследование влияния факторов риска на график выполнения строительных работ с использованием моделирования Монте-Карло и модели критического пути. Установлено, что факторы риска, возникающие в процессе деятельности строительных предприятий, влияют на продолжительность строительного цикла и весь проект в целом. Метод Монте-Карло позволяет установить степень влияния различных действий на общую продолжительность проекта.

Поскольку факторы риска присутствуют во всех проектах, каждый инвестиционно-строительный проект необходимо анализировать на предмет их влияния. В противном случае достижение целей инвестиционно-строительного проекта будет поставлено под угрозу. Анализ рисков по методу Монте-Карло с использованием компьютерного программного обеспечения Primavera Risk Analysis (PRA) показал высокую эффективность в процессе управления рисками строительных проектов[5].

После получения данных о факторах риска, собранных с помощью анкетирования, риски были разделены на пять уровней (очень высокий, высокий, средний, низкий и очень низкий). Собранные данные были проанализированы по следующим трем показателям[152,136]:

1. Индекс вероятности (ИВ): уравнение используется для оценки или ранжирования факторов риска на основе вероятности их возникновения.

2. Индекс воздействия на продолжительность (ИВП): уравнение используется для оценки или ранжирования факторов риска на основе их влияния на продолжительность проекта, определенного участниками анкетирования.

3. Индекс воздействия на стоимость (ИВС): уравнение используется для оценки или ранжирования факторов риска на основе их влияния на стоимость проекта, определенного участниками анкетирования.

$$\text{ИВ} = \sum_{i=1}^5 (B_i \times x B_i) / K, \quad (21)$$

$$\text{ИВП} = \sum_{i=1}^5 (ВП_i \times x ВП_i) / K, \quad (22)$$

$$\text{ИВС} = \sum_{i=1}^5 (BC_i \times x BC_i) / K, \quad (23)$$

где ИВ – индекс вероятности для определенного фактора риска;



$B_i$  – константа, выражающая вес, присвоенный варианту (i) вероятности возникновения;

$x_{B_i}$  – переменная, выражающая количество ответивших, выбравших вариант (i) для вероятности вхождения;

ИВП – индекс воздействия на продолжительность;

$B_{Pi}$  – константа, выражающая вес, присвоенный варианту (i) степени воздействия на продолжительность;

$x_{B_{Pi}}$  – переменная, выражающая количество ответивших, выбравших вариант (i) для степени воздействия на продолжительность;

ИВС – индекс воздействия на стоимость;

$B_{Ci}$  – константа, выражающая вес, присвоенный варианту (i) по степени воздействия на стоимость;

$x_{B_{Ci}}$  – переменная, выражающая количество ответивших, выбравших вариант (i) для степени воздействия на стоимость;

$K$  – общее число частоты ответа.

Индексы фактора риска (ИФР) для продолжительности и стоимости можно рассчитать, используя следующие уравнения:

$$\text{ИФР}_\Pi = \text{ИВ} \times \text{ИВП} , \quad (24)$$

$$\text{ИФР}_c = \text{ИВ} \times \text{ИВС} . \quad (25)$$

Метод Монте-Карло является передовым методом интеллектуального анализа данных в управлении проектами[35]. Моделирование, проведенное с его помощью, позволяет получить ценную информацию (отчет о критическом пути каждого вида деятельности в проекте и вероятной его продолжительности) [179].

Анализ рисков с помощью моделирования по методу Монте-Карло позволяет на основе полученной информации составить рациональный график выполнения работ, идентифицировать возможные факторы риска и отслеживать их появление, а также своевременно реагировать на неблагоприятные последствия наступления рискованных событий.

В настоящей диссертационной работе было выполнено моделирование влияния факторов риска на продолжительность строительства с использованием метода Монте-Карло. В процессе такого моделирования модель проекта вычисляется много раз (итерируется), при этом входные значения (например, оценка затрат или продолжительность деятельности) выбираются случайным образом для каждой итерации из вероятностных распределений этих переменных. Гистограмма (например, общей стоимости или даты завершения проекта) рассчитывается на основе итераций [15, 69]. Анализ рисков (Oracle primavera) используется для моделирования и симуляции методом Монте-Карло (рис. 3.6).

Primavera Risk Analysis (PRA) - это программное обеспечение для управления рисками. Оно позволяет заинтересованным сторонам выявлять и количественно оценивать риски проекта, а также определять графики и бюджеты проектов, сравнивая различные варианты [152, 179]. PRA используется для проверки графиков работ и позволяет создать план их выполнения, полностью учитывающий риски. Программное обеспечение предлагает метод определения уровня уверенности в успехе проекта, а также быстрые и простые методы создания стратегий реагирования на непредвиденные обстоятельства и риски. PRA также предоставляет план управления рисками в строительной отрасли.

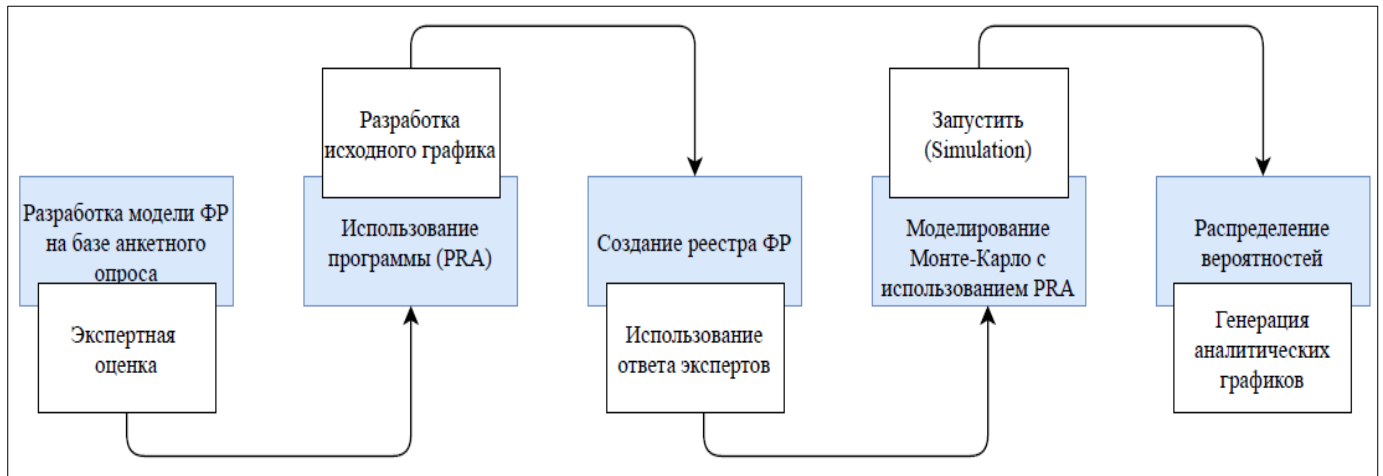


Рис. 3.6. Процессы моделирования и симуляции

Неопределенность продолжительности проекта может быть рассчитана с помощью уравнения (26):

$$\text{НП} = \sum_{i=1}^n \text{Ч}_i \times \text{В}_i \times \text{П}_i \quad (26)$$

где НП - неопределенность продолжительности проекта;

$\text{Ч}_i$  - чувствительность к влиянию фактора риска;

$\text{В}_i$  - вероятность возникновения фактора риска;

$\text{П}_i$  - запланированная продолжительность деятельности  $i$ .

Случайная продолжительность деятельности (СП) рассчитывается на основе оптимистичной (ОП) и пессимистичной (ПЕ) продолжительности деятельности:

$$\text{С}_\Pi = \text{О}_\Pi + (\text{П}_E - \text{О}_\Pi) \times \text{Ч}_c \quad (27)$$

где  $\text{Ч}_c$  - случайное число ( $1 < \text{СЧ} < 0$ ).

В Реестре рисков можно использовать инструменты, которые помогают принимать наиболее эффективные решения по смягчению последствий рисков. Оценка риска используется для присвоения риску общего рейтинга.

На определение оценки риска влияют следующие факторы:

- матрица оценки рисков проекта;
- баллы, введенные в выделенную Матрицу оценки рисков (сетка диаграммы вероятности и воздействия);
- выбранные подходы к матрице оценки рисков (наивысшее воздействие, среднее воздействие, низкое воздействие);
- вероятность риска.

Каждое воздействие риска (на продолжительность, стоимость, качество и т.д.) записывается. Матрица оценки риска содержит пороговые значения вероятности, график – пороговые значения воздействия на стоимость и любые другие определяемые пользователем пороговые значения воздействия, которые используются при расчете оценки риска. Оценка рисков — это пункт в меню «Правка», который позволяет настроить оценку рисков и их последствий[62]. Матрица рисков, которую можно найти в меню «Вид», отображает графическое представление данных рисков, как до, так и после снижения их влияния, что помогает с первого взгляда увидеть, насколько эффективны запланированные меры по снижению каждого риска.

Primavera во время анализа рисков может фиксировать наиболее вероятные (например, с вероятностью 80%) даты начала и окончания для каждого вида работ в проекте. Затем для распределения данных дат по каждой задаче можно использовать диаграмму Ганта. Ожиданиями заинтересованных сторон можно управлять с помощью P-Schedule. При этом члены проектной группы могут работать с первоначальным, более агрессивным, детерминированным графиком[146].

В соответствии с анкетой, приведенной в табл. 3.7, эксперты, участвующие в опросе, оценивают вероятность факторов риска, а также их влияние на инвестиционно-строительные проекты (приложение В).

Таблица 3.7.

*Опрос экспертов для оценки влияния факторов риска и их вероятности[95]*

Рейтинг	Степень вероятности	Степень влияния
Очень низкий	$\leq 10\%$	$\leq 5\%$
Низкий	$> 10\% - 30\%$	$> 5\% - 10\%$
Средний	$> 30\% - 50\%$	$> 10\% - 20\%$
Высокий	$> 50\% - 70\%$	$> 20\% - 40\%$
Очень высокий	$> 70\%$	$> 40\%$

Определение вероятности каждого риска является первым шагом в процессе анализа рисков, далее оценивается степень воздействия каждого выявленного риска на окончательный объем проекта (табл. 3.8).

Таблица 3.8.

*Классификация рисков по степени воздействия на проект[174]*

Риск	Цели проекта	Очень низкий (0 -10)	Низкий (> 10 - 30)	Средний (> 30 – 50)	Высокий (> 50 – 70)	Очень высокий (> 70)
	Стоимость	Увеличение стоимости не имеет значения	Увеличение стоимости <10%	Увеличение стоимости 10-20 %	Увеличение стоимости > 20 – 40%	Увеличение стоимости > 40%

<b>Риск</b>	<b>Цели проекта</b>	<b>Очень низкий (0 -10)</b>	<b>Низкий (&gt; 10 - 30)</b>	<b>Средний (&gt; 30 – 50)</b>	<b>Высокий (&gt; 50 – 70)</b>	<b>Очень высокий (&gt; 70)</b>
	<b>Продолжительность</b>	Увеличение продолжительности не имеет значения	Увеличение продолжительности <5%	Увеличение продолжительности > 5-10%	Увеличение продолжительности > 10-20%	Увеличение продолжительности > 20%
<b>Качество</b>	Качественная деградация едва заметна	Незначительное влияние на качество деятельности	Среднее влияние на качество деятельности	Высокое влияние на качество деятельности	Очевидное влияние на качество деятельности	

В приведенной выше таблице содержится информация о классификации каждого риска на основе ожидаемой степени воздействия на проект.

Чтобы получить окончательный результат, необходимы дальнейшие расчеты. Степень воздействия, материализованная в эмпирических числах, должна быть умножена на соответствующую вероятность возникновения для каждого соответствующего риска (табл. 3.9). Это даст результат, который описывает и материализует потенциал каждого риска[91].

С использованием программы PRA моделирование повторяется сотни или тысячи раз, поэтому его результат будет иметь высокую степень достоверности.

Таблица 3.9.

Матрица вероятности и влияния риска в программе PRA[96]

	≤ 5 %	> 5% - 10 %	> 10% - 20%	> 20% - 40%	> 40%
≤ 10 %	5	9	18	36	72
> 10% - 30%	4	7	14	28	56
> 30% - 50%	3	5	10	20	40
> 50% - 70%	2	3	6	12	24
> 70 %	1	1	2	4	8

### 3.4. Выводы по главе 3

1. Ранжирование факторов риска выполнялось с учетом их значимости, которая определялась на основании данных, полученных с помощью опроса экспертов. Результаты проведенного ранжирования позволили выявить основные факторы риска, влияющие на строительное производство.

2. При определении влияния групп факторов риска на строительные предприятия, реализующие инвестиционные проекты, использовался метод иерархического анализа (МИА), как один из методов количественного подхода при поиске управленческих решений при реализации инвестиционно-строительного проекта. В главе проведено исследование по сравнению влияния групп основных факторов риска (военных, экономич. МИА использовался для сравнения показателей, влияющих на деятельность участников еских, технических,

организационных и др.) на деятельность строительных предприятий Ирака с оценкой относительной важности каждой группы и взаимосвязи сформированных групп.

3. Оценка влияния факторов риска на продолжительность реализации инвестиционно-строительного проекта и анализ компенсационных мероприятий, проведенных предприятиями с целью исключения или уменьшения влияния факторов, осуществлялись с помощью моделирования методом Монте-Карло в программе Primavera Risk Analysis (PRA).

Разработанная методика представленная в главе включает в себя следующее:

- применение экспертного метода с целью ранжирования факторов риска, оказывающих влияние на деятельность строительных предприятий Ирака;

- применение модели иерархического анализа для оценки влияния групп факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака, имеющих комплексную программу управления факторами риска;

- применение метода Монте-Карло для оценки влияния ранжируемых факторов риска на продолжительность инвестиционно -строительного проекта как одного из основных показателей деятельности строительных предприятий.

4. Разработанная методика оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий подходит для применения на любом строительном предприятии, независимо от места его нахождения.

5. Анализ влияния факторов риска на график выполнения строительных работ, проведенный по методу Монте-Карло с использованием компьютерного программного обеспечения PRA, показал высокую эффективность в процессе управления рисками строительных проектов. Было установлено, что метод Монте-Карло позволяет оценить непредвиденные расходы, которые могут возникнуть в ходе реализации строительного проекта, и снизить влияние рисков на продолжительность строительства, стоимость и качество строящегося объекта.



## Глава 4. Методика реализации результатов исследований

### 4.1. Разработка компенсационных мероприятий с целью снижения или исключения влияния факторов риска

Многие здания в Ираке были разрушены из-за военных действий и террористических актов. Процесс реконструкции данных зданий осложняется большим количеством рисков и низким качеством управления ими. Вследствие этого многие проекты отличаются низкой производительностью, которая проявляется в нарушении сроков сдачи объектов в эксплуатацию, повышении себестоимости и низком качестве выпускаемой продукции [41,54,156].

Нестабильная политическая и экономическая обстановка в Ираке (военные действия, изменение цен на нефть, колебание обменных курсов валют) оказывает значительное влияние на выполнение восстановительных и строительных работ.

Практически любое строительное предприятие сталкивается с влиянием большого количества внешних и внутренних факторов. Можно сказать, что вся строительная бизнес-среда создает условия для возникновения рисков[21,103].

Таким образом, участники инвестиционно-строительного проекта осуществляют свою деятельность в условиях жесткой конкуренции и постоянно меняющейся экономической среды, кроме того, им часто приходится приспосабливаться к изменениям в законодательстве Ирака. Данные факторы повышают вероятность возникновения рисков, негативно влияющих на реализацию инвестиционно-строительных проектов и качество продукции, производимой строительным предприятием [38,55,159].

Уменьшить или ограничить влияние факторов риска на деятельность строительных предприятий возможно с помощью таких инструментов, как метод анализа иерархий (АИР) и моделирование Монте-Карло с использованием

программы PRA – одной из передовых программ, способной решать проблемы разной степени сложности [125,137].

После выявления и оценки факторов риска специалисты строительного производства могут принять необходимые решения и внедрить организационно-технологические мероприятия по сдерживанию рисков путем снижения вероятности возникновения или минимизации их воздействия [83,85,147].

Для управления рисками существует ряд мер, которые могут быть приняты в зависимости от типа фактора риска:

**1. Избегание (исключение) риска** – это его устранение или полное исключение [173,174]. Преимущество данной стратегии заключается в том, что это наиболее эффективный способ управления рисками. Но рискованная деятельность может быть очень прибыльной, тогда недостаток этой меры заключается в том, что также теряются все преимущества. Поэтому данную стратегию лучше всего использовать в крайнем случае, когда другие стратегии не привели к снижению уровня риска.

**2. Снижение (уменьшение) рисков.** Заключается в применении мероприятий, ведущих к снижению вероятности негативного исхода или сводящих к минимуму последствия риска, если он все же произойдет. Это, вероятно, наиболее распространенная стратегия, которая подходит для широкого круга различных рисков. Она позволяет продолжать деятельность, делая ее при этом менее опасной [46,174].

**3. Перенос риска** – это передача риска одной стороной другой стороне в обмен на денежное вознаграждение. Существует два варианта осуществления этой стратегии: заплатить страховой компании за управление рисками [20,70](страхование) или заплатить какой-либо другой компании за управление деятельностью, содержащей риски (аутсорсинг).

**4. Принятие риска.** В случае когда затраты на снижение риска выше, чем вероятные убытки, или когда рискованная деятельность приносит большую прибыль, лучше принять риск.

Главная цель предлагаемой методики состоит в том, чтобы согласно этапам матрицы риска и моделированию Монте-Карло [13,90,154,169,171] оценить влияние факторов риска на строительные предприятия и продолжительность реализации проекта до и после внедрения компенсационных мероприятий для снижения или исключения влияния указанных факторов (рис. 4.1).



*Рис. 4.1. Компенсационные мероприятия по снижению или ограничению влияния факторов риска[96]*

Анализ и обобщение информации, полученной в процессе изучения научных трудов, экономической и геополитической ситуации в Ираке, посещение строительных объектов и опрос специалистов в строительной сфере позволил разработать ряд мероприятий с целью уменьшения или исключения влияния факторов риска [25,26,41], см. табл. 4.1.

Таблица 4.1.

*Мероприятия для уменьшения или исключения влияния факторов риска на работу строительных предприятий в Ираке[96]*

Наименование	Основные мероприятия
Экономические мероприятия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мониторинг экономической ситуации (политика государства, инфляция, налоговая ставка).</li> <li>2. Контроль колебаний курса валют, позволяющий избежать высоких цен на материалы, оборудование и рабочую силу.</li> <li>3. Формирование в бюджете предприятия резерва на случай повышения цен.</li> </ol>
Организационные и технические мероприятия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение каналов коммуникации и передачи информации между заказчиком и подрядчиком для слаженной координации действий.</li> <li>2. Установление сроков завершения работ и санкций за их нарушение.</li> <li>3. Использование квалифицированных трудовых кадров.</li> <li>4. Использование современных механизмов и технологий для строительства многоэтажных объектов и реконструкции зданий.</li> <li>5. Запрет на использование строительной техники рабочими без соответствующей квалификации и опыта.</li> <li>6. Определение возможности отклонения от сроков сдачи проекта в результате непредвиденных обстоятельств (без существенного ущерба для качества строительной продукции).</li> <li>7. Дополнительные инвестиции в оборудование, материалы, персонал и логистические схемы. Пересмотр поставщиков оборудования и материалов.</li> </ol>
Политические и военные мероприятия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Максимальный мониторинг ситуации в регионе строительства, разработка схем и методов экстренной эвакуации сотрудников в случае военного нападения, разъяснение мер личной безопасности.</li> <li>2. Разработка маршрутов доставки рабочих и оборудования на место строительства, пролегающих вне закрытых дорог и расположения контрольно-пропускных пунктов.</li> <li>3. Создание защитного ограждения вокруг строительной площадки и организация предприятием круглосуточной охраны строительного объекта.</li> <li>4. Предотвращение протестов и политических демонстраций</li> </ol>

Наименование	Основные мероприятия
	рядом с местом строительства, т.к. они вызывают сбои в работе.
Мероприятия по управлению факторами риска (ФР)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прогнозирование возникновения ФР с целью дальнейшего управления рисками.</li> <li>2. Диагностика источников риска (диагностика ФР).</li> <li>3. Мониторинг проекта, его показателей, контроль за развитием рисков и выявление актуальных сценариев действий для компании во время возникновения каждого из возможных рисков.</li> <li>4. Составление периодических отчетов о ФР, вероятности возникновения рисков, обновление информационной базы данных по каждому инвестиционно-строительному проекту.</li> <li>5. Опеспечение управленческой команды на объекте необходимой подготовкой: техническими знаниями о методах и технологиях строительства, используемых в проектах.</li> </ol>
Мероприятия по безопасности труда	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Надлежащее планирование с учетом погодных факторов для обеспечения наиболее подходящих условий для работы.</li> <li>2. Оценка условий, в которых работают бригады площадок для обеспечения максимальной производительности.</li> <li>3. Обеспечение строительным предприятиям необходимыми средствами индивидуальной защиты рабочих в любое время.</li> <li>4. Проведение мероприятий по технике безопасности на рабочем месте и необходимости использования защитного оборудования.</li> </ol>

#### 4.2. Внедрение методики моделирования оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий

В соответствии с описанными выше этапами проведения иерархического анализа производились расчеты относительной важности (приоритета) исследуемых строительных предприятий с точки зрения влияния на них факторов риска.

Проведено попарное сравнение между основными группами фактора, и после обеспечения консистентности определена относительная важность (приоритет) (табл. 4.2).

Таблица 4.2.

*Обобщенные результаты попарного сравнения главных факторов матрицы*

<b>Факторы риска</b>	Организа ционные	Технич еские	Экономи ческие	Военные	Климат ические	Среднее геометри ческое	Приоритет ы
Организац ионные	1	2	1/2	1/2	3	1.084472	18.46
Техническ ие	1/2	1	1/3	1/3	2	0.644394	10.96
Экономич еские	2	3	1	2	4	2.168944	36.92
Военные	2	3	1/2	1	3	1.551846	26.42
Климатич	1/3	1/2	1/4	1/3	1	0.425142	7.24

Факторы риска	Организационные	Технические	Экономические	Военные	Климатические	Среднее геометрическое	Приоритеты
еские							
<b>Итого</b>	5.83	9.50	2.58	4.17	13.00		

С использованием полученных результатов и уравнения (19) было рассчитано значение ( $\lambda_{\max}$ ) для определения коэффициента consistency.

$$ИК = \frac{5.114 - 5}{5 - 1} = 0.029$$

В соответствии с таблицей 3.3, СП = 1.12 (n = 5, количество изученных групп факторов). Результаты приоритетов групп факторов показаны на рис.4.2.

$$СК = \frac{0.029}{1.12} = 0.026 < 0.1 \text{ (consistency есть).}$$

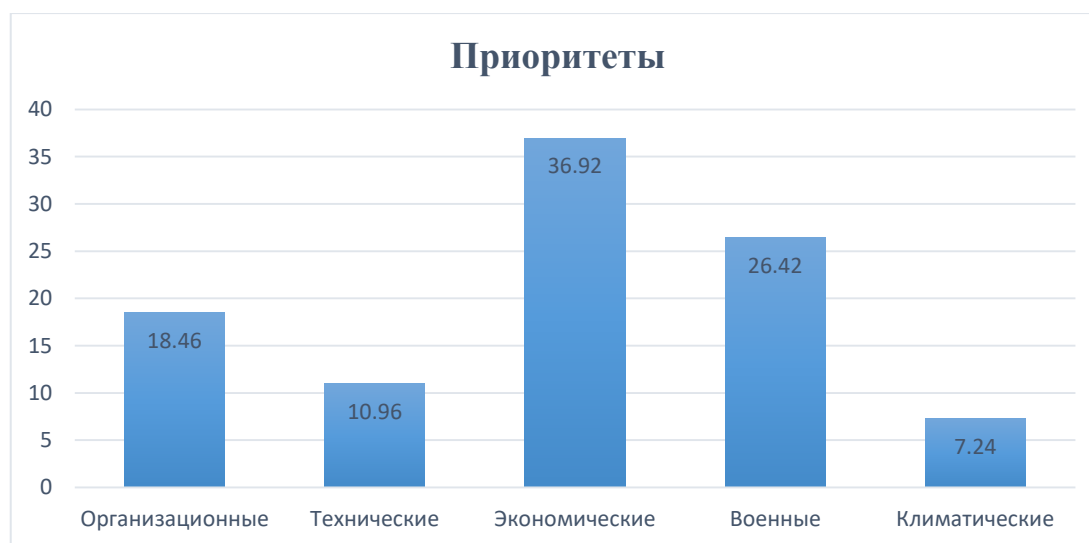


Рис. 4.2. Приоритеты (относительная важность) основных групп факторов[96]

После этого с учетом групп факторов риска рассчитываются приоритеты исследуемых предприятий. Это делается с помощью матрицы попарного сравнения предприятий по каждому из групп факторов риска и расчета приоритета данных предприятий после проверки соотношения консистентности с использованием модели иерархического анализа (табл. 4.3).

Таблица 4.3.

*Результаты анкетирования по организационным факторам*

Цель – оценка влияния факторов риска на предприятии	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	СГ $= \sqrt[n]{w_1 \cdot w_2 \cdot \dots \cdot w_n}$	Приоритет
Предприятие 1	1	3	3	2.08	$(2.08 \div 3.5)$ $= 0.59$
Предприятие 2	1/3	1	2	0.87	$(0.87 \div 3.5)$ $= 0.25$
Предприятие 3	1/3	1/2	1	0.55	$(0.55 \div 3.5)$ $= 0.16$
Итого	1.67	4.5	6	3.50	

$$\lambda_{max} = (0.59 \times 1.67) + (0.25 \times 4.5) + (0.16 \times 6) = 3.07.$$

$$ИК = \frac{3.07 - 3}{3 - 1} = 0.035.$$



В соответствии с таблицей 3.3, СП = 0.58 (n= 3, количество изученных предприятий).

$$СК = \frac{0.035}{0.58} = 0.06 < 0.1 \text{ (консистентность есть).}$$

Таким же образом рассчитывается приоритет среди изучаемых предприятий по другим факторам после проверки соотношения консистентности, как показано в табл. 4.4, 4.5, 4.6 и 4.7.

Таблица 4.4.

*Результаты анкетирования по техническим факторам*

Цель – оценка влияния факторов риска на предприятии	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 1	1	3	5	0.65
Предприятие 2	1/3	1	2	0.23
Предприятие 3	1/5	1/2	1	0.12

$\lambda_{max} = 3.004$ , ИК= 0.002, СИ= 0.58, КК = 0.003 < 0.1 (консистентность есть).

Таблица 4.5.

*Результаты анкетирования по экономическим факторам*

Цель – оценка влияния факторов риска на предприятии	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 1	1	3	5	0.64
Предприятие 2	1/3	1	3	0.27
Предприятие 3	1/5	1/3	1	0.1

$\lambda_{max} = 3.03$ , ИК= 0.015, СИ= 0.58, КК = 0.026 < 0.1 (консистентность есть).

Таблица 4.6.

*Результаты анкетирования по военным факторам*

Цель – оценка влияния факторов риска на предприятии	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 1	1	3	2	0.54
Предприятие 2	1/3	1	1/2	0.17
Предприятие 3	1/2	2	1	0.3

$\lambda_{max}= 3.01$ , ИК= 0.005, СИ= 0.58, КК = 0.008 < 0.1 (консистентность есть).

Таблица 4.7.

*Результаты анкетирования по климатическим факторам*

Цель – оценка влияния факторов риска на предприятии	Предприятие 1	Предприятие 2	Предприятие 3	Приоритет
Предприятие 1	1	2	3	0.53
Предприятие 2	1/2	1	3	0.33
Предприятие 3	1/3	1/3	1	0.14

$\lambda_{max}= 3.05$ , ИК= 0.03, СИ= 0.58, КК = 0.046 < 0.1 (консистентность есть).

После ввода необходимой информации, полученной на предыдущих этапах с целью рейтинга предприятий были рассчитаны приоритеты исследуемых предприятий. Изучаемые предприятия оцениваются при помощи шкалы коэффициента приоритетности (табл. 3.6), с точки зрения влияния на них групп факторов риска (табл. 4.8).

Таблица 4.8.

## Расчет коэффициента приоритета

0.19	0.59	+ 0.11	0.65	+ 0.37	0.64	+ 0.26	0.54	+ 0.07	0.53
	0.25		0.23		0.27		0.17		0.33
	0.16		0.12		0.1		0.3		0.14

С целью оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий ранжируются в соответствии с их общим весом (коэффициентом приоритета) следующим образом:

Коэффициент приоритета (предприятие 1) =

$$(0.19 \times 0.59) + (0.11 \times 0.65) + (0.37 \times 0.64) + (0.26 \times 0.54) + (0.07 \times 0.53) = 0.6 \text{ (высокое влияние);}$$

Коэффициент приоритета (предприятие 2) =

$$(0.19 \times 0.25) + (0.11 \times 0.23) + (0.37 \times 0.27) + (0.26 \times 0.17) + (0.07 \times 0.33) = 0.23 \text{ (низкое влияние);}$$

Коэффициент приоритета (предприятие 3)

$$=(0.19 \times 0.16) + (0.11 \times 0.12) + (0.37 \times 0.1) + (0.26 \times 0.3) + (0.07 \times 0.14) = 0.17 \text{ (низкое влияние).}$$

### **4.3. Внедрение компенсационных мероприятий с целью снижения или исключения влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий с использованием метода Монте-Карло**

В настоящем исследовании рассматриваются результаты анализа факторов, вызывающих риски, и их влияние на строительные предприятия, продолжительность реализации проекта до и после внедрения компенсационных мероприятий по смягчению последствий воздействия факторов риска на деятельность предприятий (приложение Г). Таким образом, была установлена вероятная продолжительность проекта до и после внедрения компенсационных мероприятий по снижению или предотвращению влияния факторов риска с использованием моделирования Монте-Карло и графика торнадо (для определения чувствительности графика производства работ по проекту к воздействию различных факторов).

Применение результатов исследования (оценки влияния факторов риска на продолжительность и стоимость проектов) производилось при реализации следующих инвестиционно-строительных проектов в Ираке (приложение Д):

1. Предприятие ООО «Аламако», осуществляющее деятельность по реализации строительного проекта жилого комплекса «Ворота Ирака» в центре г. Багдада, ул. Аль-Мутанна, д. 124 (Предприятие 1), см. рис. 4.3 .



*Рис. 4.3. Строительство жилого комплекса «Ворота Ирака»*

2. Предприятие ООО «С.В.Г.», осуществляющее деятельность по реализации строительного проекта жилого комплекса «Джабал Амель», г. Аль-Дивания, ул. Цивилизации, д. 122 (Предприятие 2), рис. 4.4.



*Рис. 4.4. Строительство жилого комплекса «Джабал Амель»*

**Предприятие 1.** Для корпуса № 5 жилого комплекса «Ворота Ирака», состоящего из 17 этажей, был составлен график рисков проекта с помощью программного обеспечения Primavera Risk Analysis (PRA). Запланированная и фактическая продолжительность проекта корпуса 5 показаны в таблице 4.9 (6 рабочих дней в неделю). Указанная продолжительность включает в себя строительномонтажные, подготовительные и проектные работы.

Таблица 4.9.

## Запланированная продолжительность проекта 5-го корпуса

<b>Корпус 5</b>				
<b>Этаж</b>	<b>Запланированная продолжительность</b>	<b>Дата начала</b>	<b>Дата окончания</b>	<b>Причины задержки</b>
<b>Подвал</b>	65	20/05/2020	03/08/2020	1. Высокие температуры летом более 50 °С. 2. Низкая квалификация рабочих кадров.
<b>1-й этаж</b>	30	04/08/2020	07/09/2020	1. Задержка поступления на объект материалов, оборудования и рабочих из-за военных действий и пробок. 2. Высокие температуры летом более 50 °С.
<b>2-й этаж</b>	25	01/09/2020	29/09/2020	-
<b>3-й этаж</b>	20	23/09/2020	15/10/2020	1. Задержка или неуплата финансовых взносов для предприятий.
<b>4-й этаж</b>	20	09/10/2020	31/10/2020	1. Задержка поступления на объект материалов, оборудования и рабочих из-за военных действий

<b>Корпус 5</b>				
<b>Этаж</b>	<b>Запланированная продолжительность</b>	<b>Дата начала</b>	<b>Дата окончания</b>	<b>Причины задержки</b>
				и пробок. 2. Забастовки и массовые беспорядки; 3. Задержки в графике строительства.
<b>5-й этаж</b>	22	26/10/2020	19/11/2021	1. Задержки в графике строительства; 2. Недостаток трудовых ресурсов.
<b>6-й этаж</b>	22	13/11/2020	08/12/2021	1. Низкая квалификация рабочих кадров.
<b>7-й этаж</b>	23	02/12/2021	28/12/2021	-
<b>8-й этаж</b>	23	22/12/2021	16/01/2021	1. Задержка или неуплата финансовых взносов для предприятий.
<b>9-й этаж</b>	23	11/01/2021	05/02/2021	1. Задержка или неуплата финансовых взносов для предприятий. 2. Задержки в графике строительства.

После анализа неопределенности для выявления возможных рисков и их связи с деятельностью предприятия создавался Реестр рисков (рис. 4.5). В реестр были занесены наиболее вероятные риски для анализируемого строительного объекта, определенные в ходе его посещения и на основании опроса специалистов в строительной сфере.

Risk Register  
File Edit View Tools Reports Help

Qualitative Quantitative

Risk			Pre-Mitigation (Data Date = 22/...			Mitigation		Post-mitigation		
ID	T/O	Title	Probability	Schedule	Score	Response	Title	Probability	Schedule	Score
R1	T	Задержка или неуплата финансовых взносов для предприятий	H	VH	36	Reduce		M	M	10
R2	T	Высокие температуры летом более 50 °C	H	H	28	Avoid		H	H	28
R3	T	Задержки в графике строительства	H	VH	36	Reduce		M	H	20
R4	T	Задержка поступления на объект материалов, оборудования и рабочих из-за военных действий и пробок	H	VH	36	Avoid		M	H	20
R5	T	Недостаток трудовых ресурсов	H	H	28	Reduce		M	L	5
R6	T	Забастовки и массовые беспорядки	H	H	28	Avoid		M	L	5
R7	T	Низкая квалификация рабочих кадров	H	H	28	Transfer		M	H	20

Risk Details User Defined Mitigation Waterfall Chart Notes Risk History

ID: R7 Title: Низкая квалификация рабочих кадров RBS: ...

Cause: Description: Effect:

Threat / Opportunity: Manageability

Threat: Owner: Status: Exposure (Entered): \$0 Start Date: 22/02/23 End Date: 03/11/23

Pre-mitigated position: Probability: H (50% to 70%) Score: 28 Schedule: H (20 to 40) Cost: VH (\$600,000 or higher) Overall Impact: H

Post-mitigated position: Probability: M (30% to 50%) Score: 20 Schedule: H (20 to 40) Cost: VH (\$600,000 or higher) Overall Impact: H

Quantified Risk  Show in Quantitative

Рис. 4.5. Реестр рисков (Предприятие 1)

После проведения 1000 итераций с помощью PRA был осуществлен анализ чувствительности с использованием графика торнадо. Он позволил установить, какие риски имеют наибольшее потенциальное влияние на проект. На рис. 4.6 видно, что фактор R1 (задержка или неуплата финансовых взносов для предприятий) оказывает наибольшее потенциальное влияние на общую продолжительность работ по проекту.



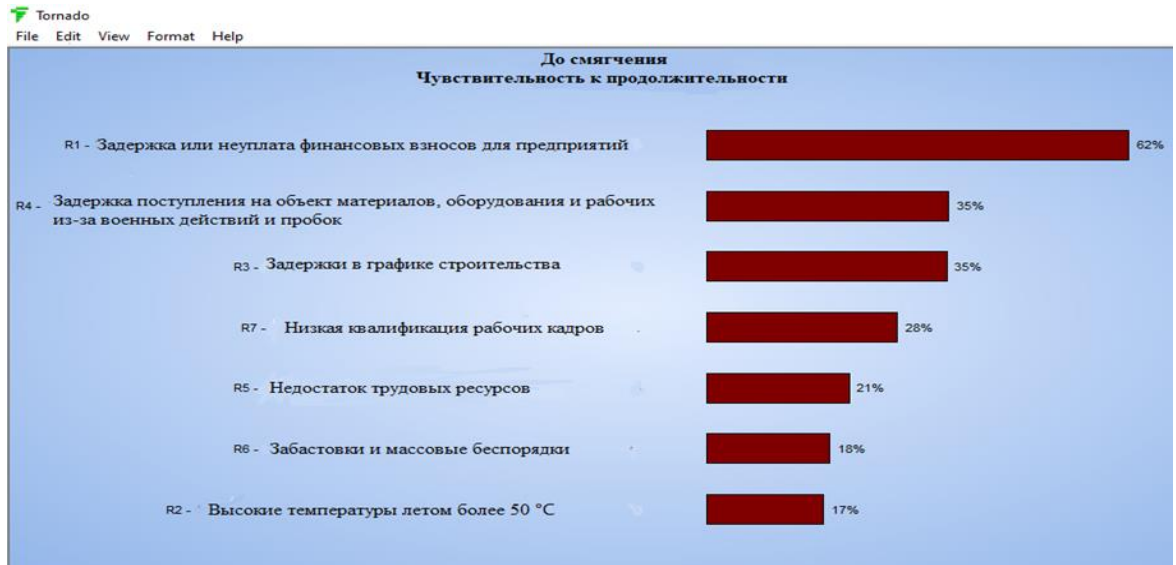


Рис. 4.6. График чувствительности торнадо

Далее выполнялось моделирование Монте-Карло исходного графика выполнения работ по проекту (рис. 4.7), и составлялись вероятные графики выполнения работ до и после внедрения компенсационных мероприятий по снижению или предотвращению факторов риска.

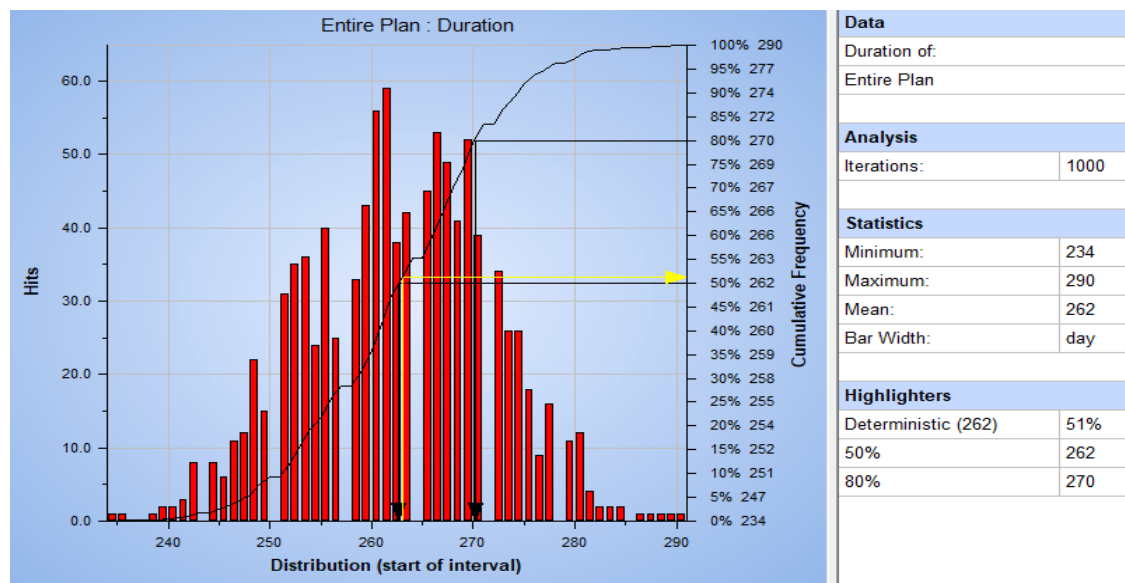
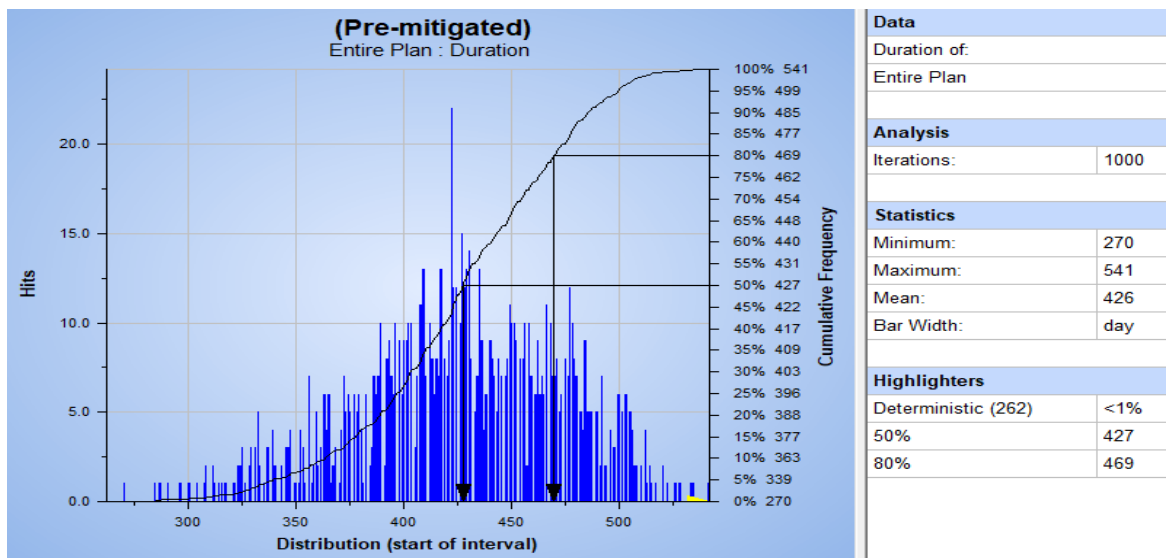


Рис. 4.7. Первоначальный график продолжительности работ по проекту

На рис. 4.7 представлена гистограмма кумулятивного распределения всех видов работ по проекту в соответствии с исходным графиком продолжительности работ. С вероятностью 50% все работы проекта могут быть завершены 05.02.2021 г. (262 дня). С вероятностью 80% проект может быть завершен 13.02.2021 г. (270 дней).

На рис. 4.8 представлена гистограмма кумулятивного распределения всех работ по проекту до внедрения мероприятий по уменьшению или ограничению влияния рисков. С вероятностью 50% все работы по проекту могут быть завершены 20.07.2021 г. (427 дней). С вероятностью 80% все работы по проекту могут быть завершены 31.08.2021 г. (469 дней).



*Рис. 4.8. Гистограмма продолжительности работ по проекту до внедрения мероприятий по уменьшению или ограничению влияния рисков*

На рис. 4.9 представлена гистограмма кумулятивного распределения всех видов работ по проекту после внедрения мероприятий по уменьшению или ограничению влияния рисков. С вероятностью 50% все работы по проекту могут быть завершены 13.04.2021 г. (329 дней). С вероятностью 80% все работы по проекту могут быть завершены 08.05.2021 г. (354 дня).

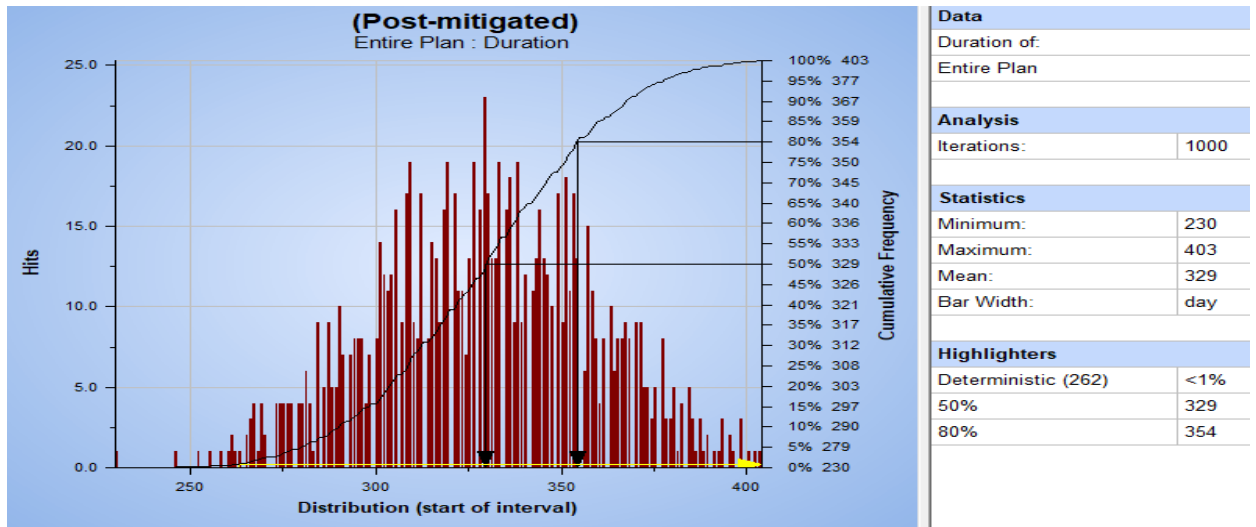


Рис. 4.9. Гистограмма продолжительности работ по проекту после внедрения мероприятий по уменьшению или ограничению влияния рисков

На рис. 4.10 показано сравнение графиков вероятной продолжительности проекта, изображенных на рис. 4.7, 4.8 и 4.9.

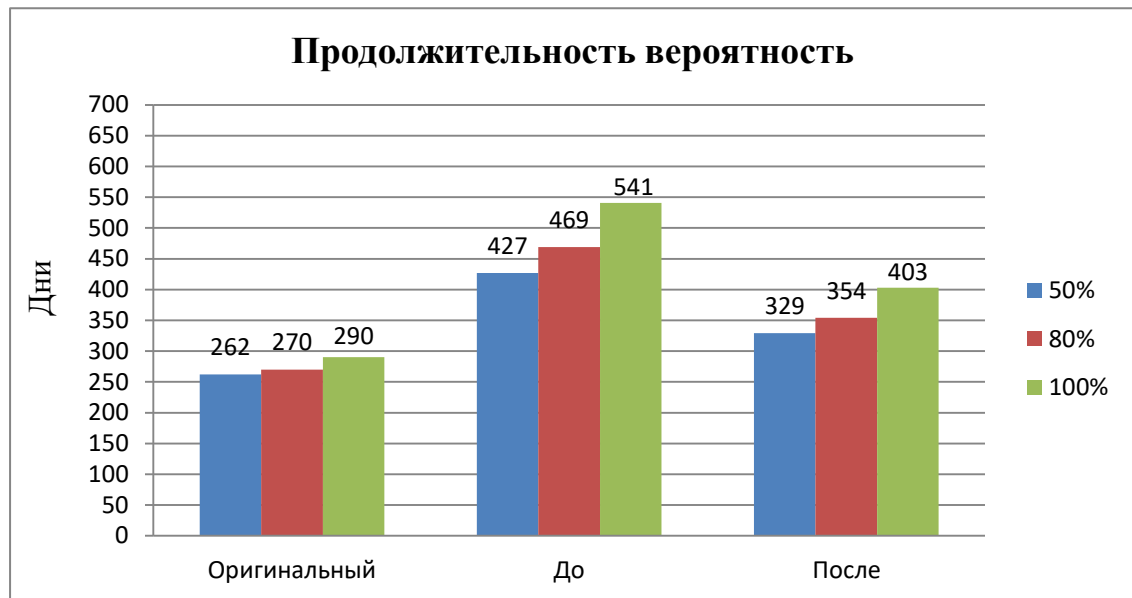
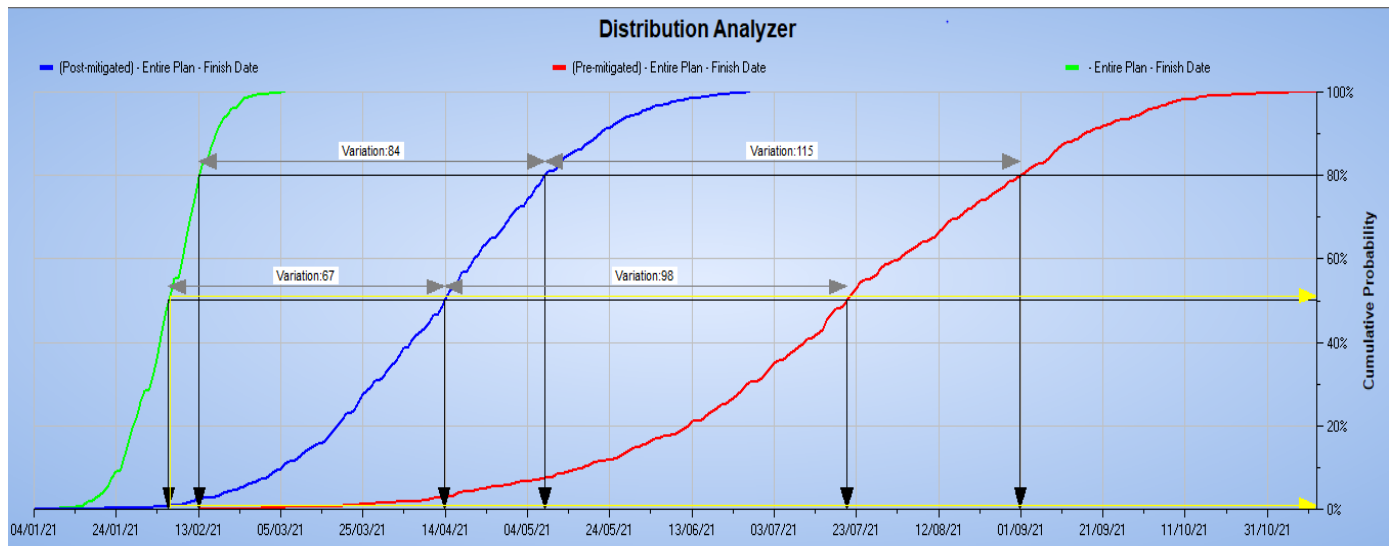


Рис. 4.10. Сравнение графиков продолжительности проекта

На рис. 4.11 показана зависимость продолжительности проекта от влияния факторов риска и применения компенсационных мероприятий по смягчению влияния рисков.



*Рис. 4.11. Вариации продолжительности проекта при влиянии рисков и после внедрения КМ*

Установлено, что после внедрения КМ по смягчению влияния рисков продолжительность проекта с вероятностью 50% сократится на 98 дней и с вероятностью 80% - на 115 дней.

**Предприятие 2.** Для корпуса № 2 жилого комплекса «Джабал Амель», состоящего из 10 этажей по аналогии с предыдущим проектом был составлен график рисков проекта с помощью программного обеспечения PRA. Запланированная и фактическая продолжительность проекта корпуса 5 показаны в таблице 4.10 (6 рабочих дней в неделю). Указанная продолжительность включает в себя строительно-монтажные, подготовительные и проектные работы.

Таблица 4.10.

## Запланированная продолжительность проекта 2-го корпуса

<b>Корпус 2</b>				
<b>Этаж</b>	<b>Запланированная продолжительность</b>	<b>Дата начала</b>	<b>Дата окончания</b>	<b>Причины задержки</b>
<b>1-й этаж</b>	80	23/02/2021	26/05/2021	1. Недостаток трудовых ресурсов. 2. Низкая квалификация рабочих кадров.
<b>2-й этаж</b>	38	28/05/2021	10/07/2021	1. Задержки в графике строительства. 2. Получение работниками травм из-за несоблюдения техники безопасности или в результате военных действий.
<b>3-й этаж</b>	30	05/07/2021	07/08/2021	1. Высокие температуры летом более 50 °С.
<b>4-й этаж</b>	30	02/08/2021	04/09/2021	1. Высокие температуры летом более 50 °С. 2. Простои, связанные с незапланированными событиями (праздниками).

<b>Корпус 2</b>				
<b>Этаж</b>	<b>Запланированная продолжительность</b>	<b>Дата начала</b>	<b>Дата окончания</b>	<b>Причины задержки</b>
<b>5-й этаж</b>	30	30/08/2021	02/10/2021	1. Отсутствие механизмов и технических средств. 2. Низкая квалификация рабочих кадров.
<b>6-й этаж</b>	32	27/09/2021	02/11/2021	1. Недостаток трудовых ресурсов. 2. Простой, связанные с незапланированными событиями (праздниками).
<b>7-й этаж</b>	32	27/10/2021	02/12/2021	1. Низкая квалификация рабочих кадров. 2. Задержка или неуплата финансовых взносов для предприятий.
<b>8-й этаж</b>	32	26/11/2021	01/01/2022	1. Задержка или неуплата финансовых взносов для предприятий. 2. Задержки в графике строительства.

В Реестр рисков были занесены наиболее вероятные риски для анализируемого строительного объекта, определенные в ходе его посещения и на основании опроса специалистов в строительной сфере (рис. 4.12).

The screenshot shows the Risk Register application. The main window displays a table of risks with columns for ID, T/O, Title, Pre-Mitigation (Probability, Schedule, Score), Mitigation (Response, Title), and Post-mitigation (Probability, Schedule, Score). Below the table, the 'Risk Details' panel is open for risk ID 8, showing its title, cause, description, effect, and various attributes like RBS, Threat/Opportunity, Manageability, Owner, Status, Exposure, Start Date, and End Date. It also shows pre-mitigated and post-mitigated positions with their respective scores and overall impact.

Risk ID	T/O	Title	Pre-Mitigation (Data Date = 23/...			Mitigation		Post-mitigation		
			Probability	Schedule	Score	Response	Title	Probability	Schedule	Score
1	T	Задержки в графике строительства	VH	VH	72	Transfer		VH	VH	72
2	T	Высокие температуры летом более 50 °C	VH	H	36	Avoid		H	M	14
3	T	Задержка или неуплата финансовых взносов для предприятий	H	H	28	Reduce		M	L	9
4	T	Недостаток трудовых ресурсов	H	H	28	Reduce		H	H	28
5	T	Низкая квалификация рабочих кадров	H	M	14	Transfer		M	M	10
6	T	Простои, связанные с незапланированными событиями (праздниками)	H	H	28	Accept		H	H	28
7	T	Получение работниками травм из-за несоблюдения техники безопасности или в результате военных действий	H	VH	36	Avoid		H	H	28
8	T	Отсутствие механизмов и технических средств	H	M	14	Reduce		M	M	10

Рис. 4.12. Реестр рисков (Предприятие 2)

После проведения 1000 итераций с помощью PRA был осуществлен анализ чувствительности с использованием графика торнадо. Он позволил установить, что параметр  $R_5$  (низкая квалификация рабочих кадров) оказывает наибольшее потенциальное влияние на общую продолжительность работ по проекту (рис. 4.13).



Рис. 4.13. График чувствительности торнадо

Далее выполнялось моделирование Монте-Карло исходного графика выполнения работ по проекту (рис. 4.14), и составлялись вероятные графики выполнения работ до и после внедрения компенсационных мероприятий по снижению или исключению факторов риска.

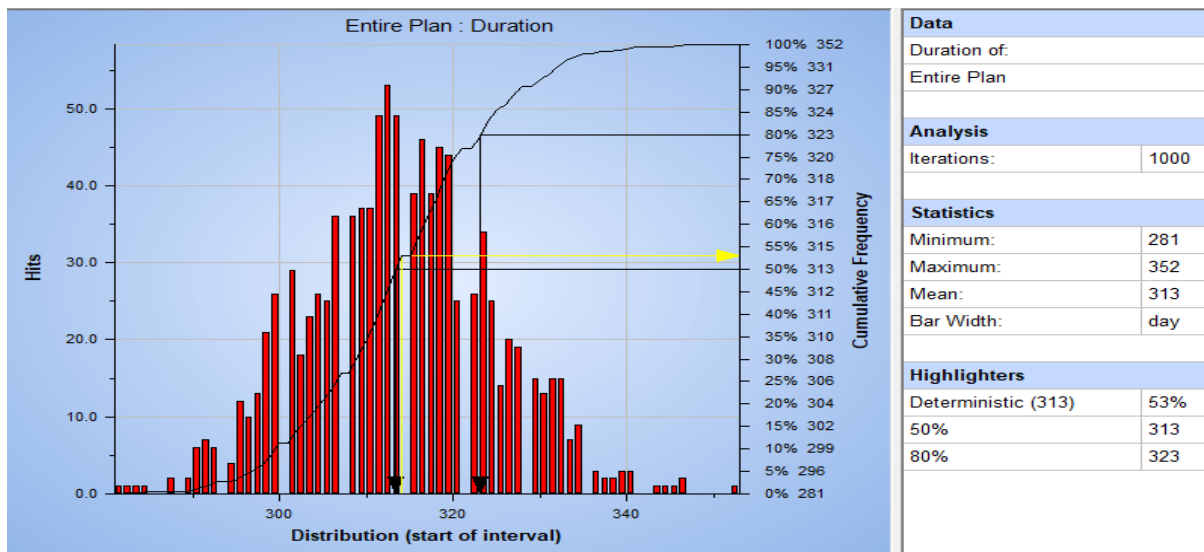
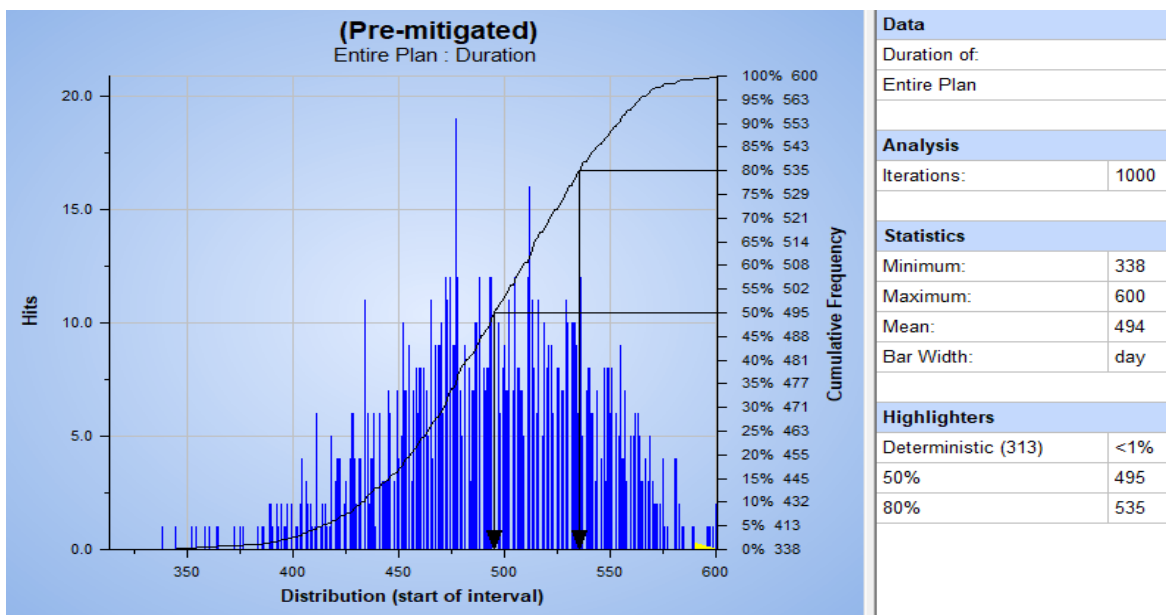


Рис. 4.14. Первоначальный график продолжительности работ по проекту



На рис. 4.14 представлена гистограмма кумулятивного распределения всех видов работ по проекту в соответствии с исходным графиком продолжительности работ. С вероятностью 50% все работы проекта могут быть завершены 01.01.2022 г. (313 дней). С вероятностью 80% проект может быть завершён 13.01.2022 г. (323 дня).

На рис. 4.15 представлена гистограмма кумулятивного распределения всех работ по проекту до внедрения мероприятий по уменьшению или ограничению влияния рисков. С вероятностью 50% все работы по проекту могут быть завершены 02.07.2022 г. (495 дней). С вероятностью 80% все работы по проекту могут быть завершены 11.08.2022 г. (535 дней).



*Рис. 4.15. Гистограмма продолжительности работ по проекту до внедрения мероприятий по уменьшению или ограничению влияния рисков*

На рис. 4.16 представлена гистограмма кумулятивного распределения всех видов работ по проекту после внедрения мероприятий по уменьшению или ограничению влияния рисков. С вероятностью 50% все работы по проекту могут

быть завершены 19.05.2022 г. (451 день). С вероятностью 80% все работы по проекту могут быть завершены 17.06.2022 г. (480 дней).

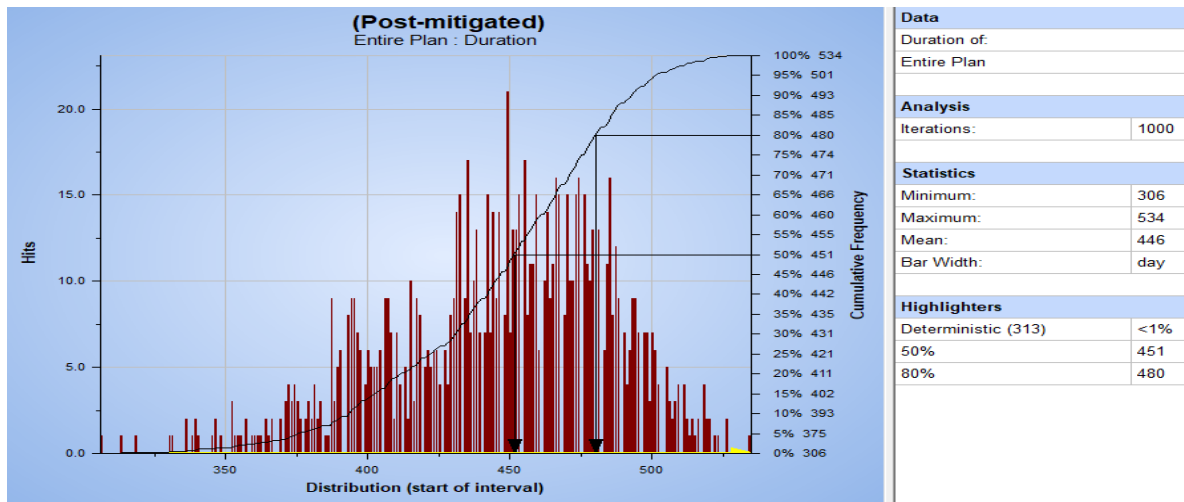


Рис. 4.16. Гистограмма продолжительности работ по проекту после внедрения мероприятий по уменьшению или ограничению влияния рисков

На рис. 4.17 показано сравнение графиков вероятной продолжительности проекта, изображенных на рис. 4.14, 4.15 и 4.16.

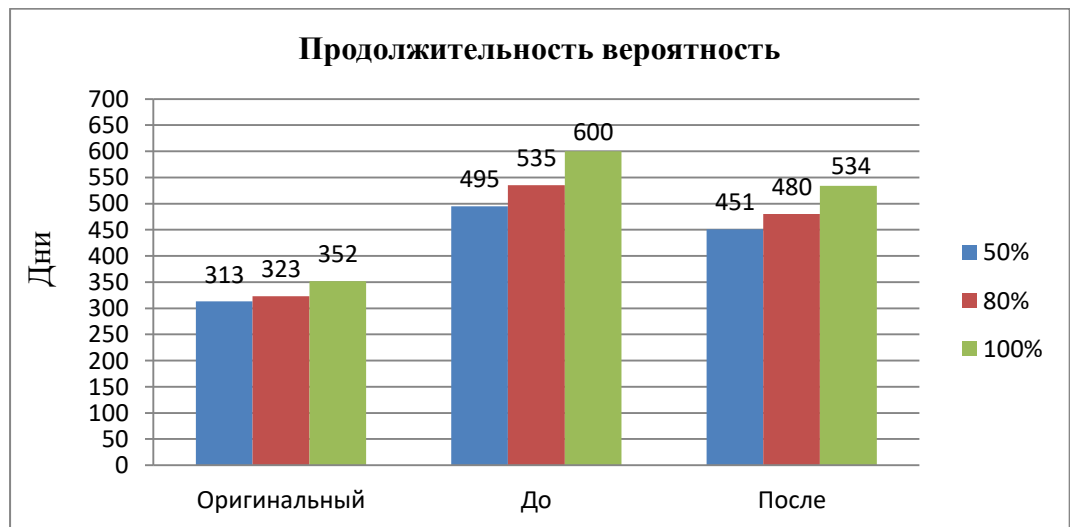
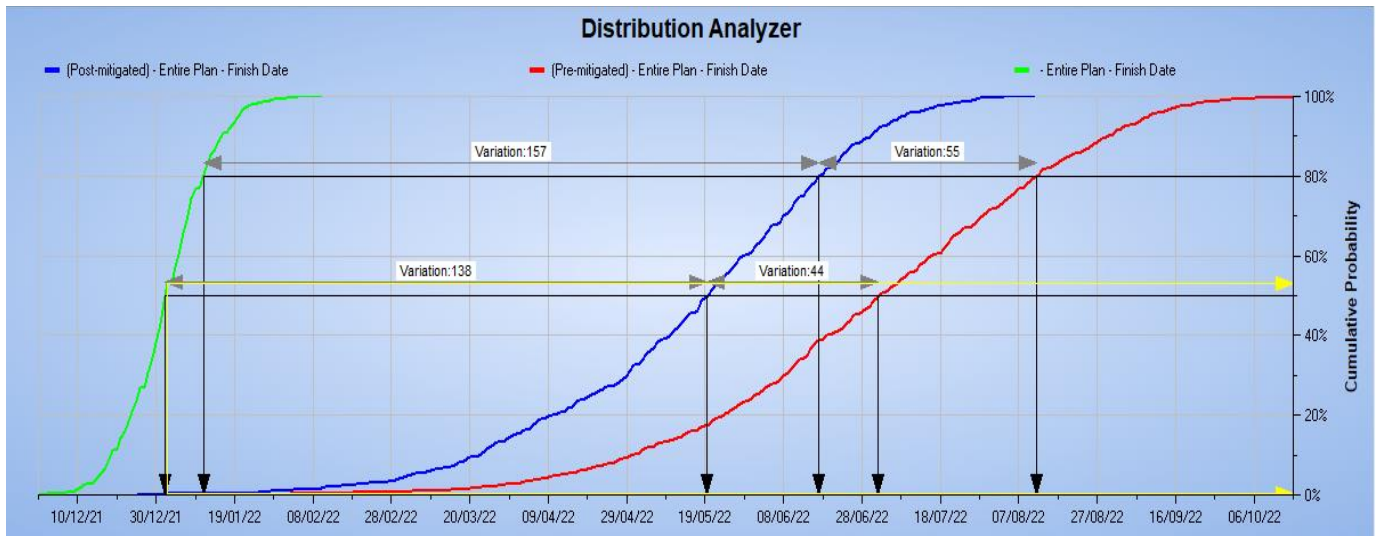


Рис. 4.17. Сравнение графиков продолжительности проекта

На рис. 4.18 показана зависимость продолжительности проекта от влияния факторов риска и применения компенсационных мероприятий по смягчению влияния рисков.



*Рис. 4.18. Вариации продолжительности проекта при влиянии рисков и после внедрения компенсационных мероприятий*

Установлено, что после внедрения компенсационных мероприятий по смягчению влияния рисков продолжительность проекта с вероятностью 50% сократится на 44 дней и с вероятностью 80% на 55 дней.

#### 4.4. Выводы по главе 4

1. Анализ информации, полученной в процессе исследования, позволил разработать ряд компенсационных мероприятий с целью уменьшения или исключения влияния факторов риска.

Результаты проведенных исследований были проверены при строительстве многоэтажных объектов в Ираке.

2. По мнению экспертов, при строительстве многоэтажных объектов в Ираке наиболее вероятно возникновение экономических (финансовых) факторов риска, на

втором месте - политические и военные факторы риска, на третьем - организационные, технические и климатические факторы.

3. Моделирование с применением метода Монте-Карло доказало свою эффективность при оценке различных факторов риска посредством создания матрицы рисков в программе PRA.

Предложенная методика позволяет оценить влияние факторов риска на продолжительность инвестиционно-строительного проекта и разработать необходимые компенсационные мероприятия, обеспечивающие снижение этого влияния.

4. В процессе применения разработанной методики проводилась идентификация большого количества факторов, оказывающих негативное влияние на реализацию инвестиционно-строительных проектов; учитывалось мнение экспертов; осуществлялась всесторонняя оценка негативных факторов и их влияния на деятельность строительных предприятий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование влияния факторов риска на результаты деятельности строительных предприятий Ирака подтвердило актуальность выбранной научной проблемы и выявило необходимость изучения экономических (финансовых), военных, организационных, технических, климатических и др. групп факторов.

В диссертационной работе на основе проведенных теоретических, статистических и практических исследований решена научная задача оценки факторов риска на этапе строительства. Данный этап жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта наиболее подвержен воздействию рисков.

После рассмотрения классификаций факторов риска изучены аналитические методы, позволяющие графически отобразить факторы, влияющие на деятельность строительных предприятий. Определено, что для достижения целей настоящего исследования наиболее предпочтительным является использование методов Монте-Карло и иерархического анализа.

Далее предложена модель оценки влияния групп факторов риска на деятельность строительных предприятий при реализации инвестиционно-строительных проектов в Ираке и других странах. Установлено, что модель иерархического анализа может быть использована при принятии управленческих решений в строительных организациях. В ходе такого анализа осуществляется сбор мнений экспертов (лиц, принимающих решения). Полученные результаты обрабатываются и объединяются в матрицу решений.

Разработанная методика с использованием метода Монте-Карло апробирована и внедрена в деятельность строительных предприятий Ирака.

Разработанная методика соискателем включает в себя следующее:-

- Определение и анализ факторов риска, присутствующих в строительном производстве России и Ирака.

- Классификация факторов риска и их влияние на технико-экономические показатели инвестиционно-строительного проекта (стоимость, продолжительность и качество).
- Анализ методов оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий и выбор подходящего метода для исследования.
- Применение метода экспертного опроса с целью ранжирования факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий Ирака.
- Применение модели иерархического анализа для оценки влияния групп факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака, имеющих комплексную программу управления факторами риска.
- Разработка компенсационных мероприятий с целью снижения или исключения влияния факторов риска на результаты деятельности строительных предприятий.
- Применение метода Монте -Карло для оценки влияния ранжируемых факторов риска на продолжительность инвестиционно-строительного проекта.

На основе анализа мнений экспертов установлено, что при строительстве многоэтажных объектов в Ираке наиболее вероятно возникновение экономических (финансовых) факторов риска, за ними следуют политические и военные факторы риска, далее - организационные, технические и климатические.

Результаты внедрения проведенных исследований подтверждены следующими строительными предприятиями Ирака:

А) Строительная организация «Аламко», осуществляющая деятельность по реализации строительства жилого комплекса «Ворота Ирака» в центре г. Багдада, хорошо справилась с возникновением факторов риска и их влиянием. Она также произвела учет экономических и геополитических факторов, находящихся вне ее контроля, в соответствии с данными экспертного опроса.

Результаты показали, что с вероятностью 80% первоначальная продолжительность инвестиционно-строительного проекта составляет 270 дней, после возникновения рисков и их дифференцированного влияния продолжительность значительно увеличивается – до 469 дней. Внедрение компенсационных мероприятий по уменьшению и (или) исключению влияния факторов риска позволило сократить продолжительность реализации инвестиционно-строительного проекта до 354 дней.

Б) Строительная организация «С.В.С», осуществляющая деятельность по реализации инвестиционно-строительного проекта «Джабал Амель», ранее не имела надлежащего опыта управления факторами риска.

Результаты исследования показали, что с вероятностью 80% первоначальная продолжительность реализации инвестиционно-строительного проекта составляет 323 дня, после возникновения факторов риска продолжительность увеличивается до 535 дней. Внедрение компенсационных мероприятий по уменьшению и (или) исключению влияния факторов риска позволило сократить продолжительность проекта до 480 дней.

Таким образом, установлено, что внедрение разработанных компенсационных мероприятий способно повысить эффективность строительного производства в условиях возникновения экономических, организационных, технических, климатических и военных факторов риска.

Предложенные компенсационные мероприятия позволили снизить или исключить влияние факторов риска на деятельность строительных предприятий и сократить продолжительность строительства.

Результаты проведенного исследования можно использовать для качественной и количественной оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий Ирака и других стран.

Необходимо продолжать работу над развитием статистических и математических методов количественной и качественной оценки, таких как Монте-Карло, метод иерархического анализа, теория Демпстера-Шафера, метод матрицы рисков и т.д., и использовать результаты проведенного исследования при обучении бакалавров, специалистов и магистров в строительных ВУЗах Ирака.

По результатам исследования влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий в Ираке разработаны следующие рекомендации:

- регулярное проведение обучения ответственных работников строительных предприятий Ирака способам моделирования с применением метода Монте-Карло с целью повышения технико-экономических показателей при реализации инвестиционно-строительных проектов;

- проведение дальнейших исследований по управлению рисками на всех этапах жизненного цикла объекта строительства.

Направлениями для дальнейших исследований являются:

- математическое обоснование факторов риска во внешней и внутренней средах и комплексное влияние этих факторов на деятельность строительных предприятий;

- учет характера факторов риска в зависимости от видов строительства (промышленное, гражданское, социальное);

- разработка нормативных параметров факторов риска в зависимости от экономического, технического, производственного воздействия;

- разработка методики определения экономического эффекта от сокращения влияния факторов риска (по группам) на деятельность строительных предприятий.



## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ФР – Факторы риска

ДСП – Деятельность строительных предприятий

ИСП – Инвестиционно-строительные проекты

СМР – Строительно-монтажные работы

ОТР – Организационно-технологические решения

ОТН – Организационно-технологическая надежность

ВВП – Валовой внутренний продукт

КМ – Компенсационные мероприятия

ДШ – Демпстер – Шафер

МИА – Метод иерархического анализа

ММК – Метод Монте-Карло

ИВ – Индекс вероятности

ИВП – Индекс воздействия на продолжительность

ИВС – Индекс воздействия на стоимость

PRA – Primavera risk analysis

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ в ред. 08.12.2020 № 477-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения 02.02.2021).
2. ГОСТ 26883-86 (СТ СЭВ 5127-85) «Внешние воздействующие факторы. Термины и определения» (утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.04.86 г. № 1142) [Электронный ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/Data1/9/9368/index.htm> (дата обращения: 02.02.2021).
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» // СПС Консультант Плюс.
4. ГОСТ Р 50779.42-99 (ИСО 8258-91) «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта» (принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 15.04.1999 г. № 127) [Электронный ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294819/4294819315.htm> (дата обращения: 02.02.2021).
5. Абдулаева З.И., Недосекин А.О. Стратегический анализ инновационных рисков. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2013. – С. 150.
6. Абрамов И. Л. Аналитический инструментарий анализа устойчивости строительных предприятий // Строительное производство. – 2019. – № 2. – С. 9-12.
7. Абрамов И. Л. Устойчивость производственной системы в вероятностных условиях строительного производства: дис. ... докт. техн. наук: 05.02.22 /Абрамов Иван Львович; МГСУ. – Москва, 2021. — 313с.
8. Абрамов И. Л., Аль-Заиди З. А. Идентификация и оценка рискообразующих факторов при планировании производственной деятельности строительного

- предприятия // Components of Scientific and Technological Progress. – 2020. – №7(49) . – С. 25 - 29.
9. Абрамов И. Л., Аль-Заиди З. А. Идентификация и оценка факторов риска, влияющих на строительство многоэтажных зданий в Ираке. Вторая национальная конференция «Актуальные проблемы строительной отрасли и образования». – 2021. – С. 821-827.
10. Абрамов И. Л., Аль-Заиди З. А. К. Влияние технических рисков на эффективное функционирование строительных предприятий // Вестник Евразийской науки. – 2020. – №1(12).
11. Абрамов И. Л., Аль-Заиди З. А. К. Формирование модели оценки рискообразующих факторов, влияющих на устойчивое функционирование строительных предприятий // Components of Scientific and Technological Progress. – 2020. – №7(49) . – С. 15-24.
12. Абрамов И. Л., Аль-Заиди З. А. Оценка деятельности строительных компаний Ирака в условиях дестабилизирующих факторов и возникновения рисков // Строительное производство. – 2021. – № 4. – С.16 - 23. DOI: 10.54950/26585340\_2021\_4\_3\_16.
13. Абрамов И. Л., Аль-Заиди З. А. Прогнозирование устойчивости строительных предприятий в условиях неопределенности // Components of Scientific and Technological Progress. – 2020. – №8(50) . – С. 5 - 9.
14. Абрамов И.Л., Герасимов Р.А. Исследование деятельности строительных предприятий в условиях рисков и неопределенностей // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2019. Материалы IX Международной молодежной научной конференции. – Курск, 2019. – С. 12-15.
15. Абрамов И.Л., Сараева Д.С. Исследование системотехнических принципов организации строительного производства в условиях рисков и неопределенности // Наука и бизнес: пути развития. - 2018. - № 11 (89). - С. 16-21.

16. Аль-Заиди З. А. К. Исследование эффективного функционирования строительных предприятий в условиях рисков // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 1(103) . – С. 18 - 23.
17. Айвазян С.А., Степанов В.С., Козлова М.И. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований) // Прикладная эконометрика. - 2006. - № 1. - С. 18-84.
18. Асаул А. Н. Риски в деятельности строительной организации // Экономические проблемы и организационные решения по совершенствованию инвестиционно-строительной деятельности: Сб. научн.тр. – Вып. 2. Т.1. – СПбГАСУ. – С. 8-12.
19. Балдин К.В., Воробьёв С.Н. Управление рисками: учебное пособие. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 512 с.
20. Балдин К.В., Голов Р.С., Передеряев И.И. Управление рисками в инновационно-инвестиционной деятельности предприятия: учебное пособие. – М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – 418 с.
21. Березнева А. С., Пальчикова С. И. Предприятие как имущественный комплекс // Нравственные императивы в праве, образовании, науке и культуре. – 2019. – С. 72 - 76.
22. Бредихин В. В., Бредихина Н. В., Баев Г. А., Иванов А. А. Анализ взаимосвязей инвестиционно-строительных потоков с учетом рисков. – 2021, БСТ: Бюллетень строительной техники. – (1) . – С. 53-55.
23. Воронков И. Е. Оценка надежности участников инвестиционно-строительных проектов как элементов организационной структуры: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.22 / Воронков Иван Евгеньевич; МГСУ. – Москва, 2018. – 212 с.
24. Ганцева Е. А., Каладзе В. А. Статистический подход разрешения неопределённости экспертных суждений на основе теории случайных множеств //

ВЕСТНИК ВГУ, Серия: системный анализ и информационные технологии. – 2015. – № 2. С. – 82-88.

25. Гинзбург А. В., Жавнеров П. В. Влияние мероприятий по повышению организационно-технологической надежности на функционирование строительной организации и планирование строительства // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 3. – С. 94-96.

26. Горбунов В.Н., Дмитриева Т.Н., Большакова С.М. Особенности качественного анализа рисков строительного предприятия // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 10 [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/10/39516> (дата обращения: 21.02.2021).

27. Грабовый П. Г., Березка В. В. Управление организационно-технологическими (операционными) рисками российских подрядчиков при сооружении АЭС за рубежом // Недвижимость: экономика, управление. – 2019. – №.3. – С. 6-16.

28. Грабовый П. Г., Старовойтов А. С. Проблемы индивидуального жилищного строительства в России и возможные пути их решения // Недвижимость: экономика, управление. – 2019. – №.1. – С. 94-103.

29. Григорьев В. В., Мазур В. О. Пути повышения финансовой устойчивости строительных компаний в современных условиях // Экономика строительства. – 2018. – № 6 (54) . – С. 37- 44.

30. Гусаков А.А. Системотехника строительства. - М.: АСВ, 2004.

31. Гусельников Д. В. Повышение экономического потенциала строительного предприятия: дис. ... канд. экон. наук:08.00.05/ Гусельников Дмитрий Владимирович; ТГАСУ. – Тюмень, 2015. — 130 с.

32. Демидов Л. П. Исследования по применению метода экспертных оценок при анализе потенциала строительной площадки // Технология и организация строительного производства. – 2014. – № 1. – С. 51-53.

33. Доронкина Л. Н. Управление инвестиционными рисками в строительстве: Автореф. дис. ... докт. техн. Наук: 08.00.05/ Доронкина, Людмила Николаевна . – М., 2007. – 42 с.
34. Захаров С. В. Риски в организации строительства: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.22 / Захаров Сергей Владимирович; МГСУ. – Москва, 2006. – 174 с.
35. Зеленцов Л. Б., Шогенов, М. С., Пирко Д. В. Прогнозирование временных и стоимостных параметров при управлении инвестиционностроительными проектами. Строительное производство, 2020. – 3. С. 41- 45.
36. Зубарева Л. В. Основы мотивации продвижения персонала в современных производственных системах / Л. В. Зубарева, И. В. Роговец // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – № 3(39). С. 51.
37. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. Свод правил от 31.12.2020 N 333.1325800.2020.СП 333.1325800.2020.Сс.11 <https://docs.cntd.ru/document/573514520>.
38. Казарян Р.Р. Моделирование организационно-технологической надежности при оптимизации обслуживающих подсистем строительного производства: автореф. ...д-ра техн. наук. – М., ЦНИИОМТП, 2004.
39. Каталог публикаций: Федеральная служба государственной статистики / Строительство в России, приложение к сборнику (Индекс производительности труда в экономике Российской Федерации). 2020г. [http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138716432453](http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138716432453).
40. Киевский Л. В. Рекомендации по подготовке строительного производства / Л.В. Киевский, Шахпаронов В.В. и др.// ЦНИИОМТП. - М.: Стройиздат. - 1986. - 40 с.

41. Киевский Л.В. Организационные методы ускорения строительства (моделирование инвестиционного процесса) / Л.В. Киевский. // Экономика строительства. - М., 1991. - №4. - С. 50-54.
42. Киевский Л.В. От организации строительства к организации инвестиционных процессов в строительстве / Л.В. Киевский // «Развитие города»: Сборник научных трудов 2006-2014 гг. / Под ред. проф. Л.В. Киевского. СВР-АРГУС. - М., 2014. - С. 205-221.
43. Король Е. А., Синенко С. А. Особенности технологии и механизации возведения многоэтажных зданий // Вестник МГСУ. – 2012. – С. 170-174.
44. Костюкова С. Н. Прогнозирование эффективности деятельности строительных организаций на основе новых аналитических инструментов // Моделирование в менеджменте как основа исследования экономических проблем модернизации. – 2017. – С. 132-143.
45. Кошелев В. А. Источники рисков в строительстве // Вестник евразийской науки. – 2015. – Том 7. – № 1. – С. 1- 13.
46. Куликова Е. Ю., Виноградова О. В. Риски как причина снижения промышленной безопасности при строительстве подземных сооружений // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 7. – С. 146–154. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-7-0-146-154.
47. Лapidус А. А., Воробьев А. С. Идентификация и анализ технических рисков при строительстве малоэтажных жилых зданий // Строительное производство. – 2021. – № 2. – С. 2-7.
48. Лapidус А. А. Анализ факторов риска в строительной отрасли / А. А. Лapidус, О. Д. Чапидзе // Русский инженер. – 2020. – № 2 (67). – С. 45–48.
49. Лapidус А. А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта // Вестник МГСУ. – 2014. – № 1. – С. 175–180.

50. Лapidус А. А., Абрамов И. Л. Устойчивость организационно- производственных систем в условиях рисков и неопределенности строительного производства // Перспективы науки. – 2018. – № 6. – С. 8-11.
51. Лapidус А. А., Абрамов И. Л., Аль-Заиди З. А. Исследование методов для оценки рисков в условиях неопределенности планирования строительным производством // Components of Scientific and Technological Progress. – 2020. –№11(53) . – С. 13-18.
52. Лapidус А. А., Абрамов И. Л., Аль-Заиди З. А. Применение BIM-технологий для контроля и оценки строительных рисков // Системотехника строительства - Киберфизические строительные системы: МГСУ. – 2019. – С. 312-325.
53. Лapidус А. А., Загорская А. В. Применение методов экспертной оценки в научном исследовании. Необходимое количество экспертов // Строительное производство. – 2020. – №3. – С. 21-33.
54. Морозенко А. А. Определение информационного индекса гибкости строительных организаций // Интернет-вестник ВолгГАСУ. – 2012. – № 3(23) . – С. 33.
55. Морозенко А. А. Особенности жизненного цикла и этапы разработки инвестиционно-строительного проекта // Вестник МГСУ. – 2013. – № 6. – С. 223-228.
56. Морозенко А. А., Воронков И. Е. Повышение эффективности организационно-технологических решений при строительстве АЭС на основе современного российского и зарубежного опыта // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 10. – С. 74-79.
57. Морозенко А. А., Красовский Д. В. Управление инвестиционно-строительными проектами на основе матрицы ключевых событий// Вестник МГСУ. – 2016. – № 11. – С. 105-113.



58. Некрасова М. В., Калошина С. В. Риски подрядных строительных организаций // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2016. – Том: 2 . – С. 259-265.
59. Олейник П. П. Научно-технический прогресс в строительном производстве: монография – Москва: АСВ, 2019. – 442 с.
60. Олейник П. П. Организация строительного производства: монография / П. П. Олейник. – Москва: Издательство АСВ, 2010. – 576 с.
61. Олейник П. П., Шатрова А. И. Инновационные методы организации строительства // Технология и организация строительного производства. – 2016. – № 1. – С. 18-20.
62. Пищалкина И. Ю., Терешко Е. К., Сулоева С. Б. Количественная оценка рисков инвестиционных проектов с применением цифровых технологий // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2021. – Т. 14. – № 3. – С. 125-137. DOI:10.18721/ЖЕ.14310.
63. Попов М. А. Классификация объектов на многоспектральных / гиперспектральных аэрокосмических изображениях на основе теории свидетельств Демпстера-Шейфера / М. А. Попов, М. В. Топольницкий // Математические машины и системы. – 2014. – № 1. – С. 58-69.
64. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 г. N20 "Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства".
65. Приветкина А. М. Риски при реализации инновационно-инвестиционных проектов в строительстве / А. М. Приветкина. Текст: непосредственный // Вопросы экономики и управления. 2017. № 1 (8). С. 22-25.
66. Процюк Е. Н. Методологические аспекты оценки экономической устойчивости предприятия // Региональная экономика. – 2007. – № 1. – С. 101–104.

67. Пушенко С. Л., Углова Е. В., Стасева Е. В., Турянская Е. И., Стасев А. И. Анализ риска влияния условий и безопасности труда в дорожном строительстве на основе материалов специальной оценки // Вестник волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура. – 2019. – № 2(75) . – С. 162-170.
68. Р 2.2.1766-03. 2.2 «Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» // СПС Кодекс.2003.
69. Сафарян Г.Б. Надежность производственно-логистических процессов при организации строительства жилых зданий. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.22 / Сафарян Геворг Борисович; МГСУ. – Москва, 2019. – 162 с.
70. Соколов М. Ю., Маслова С. В. Управление рисками в проектах государственно-частного партнерства // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. – 2013(4) . – С. 100-124.
71. Соловьева И. А., Герасимова М. В., Мусина Д. Р. Формирование многокритериальной модели оценки эффективности системы обучения и развития организации // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Том 9. № 2. <http://naukovedenie.ru/PDF/73EVN217.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
72. Страхова Н. А., Кармазин С. А. Характеристика наиболее используемых методов анализа рисков // Интернет-журнал «Науковедение». – 2013. – №3. – С. 1- 7.
73. Строительство в России // Статистический сборник. Росстат. - 2022 – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/14458>.
74. Топчий Д. В., Юргайтис А. Ю., Первова Е., Дернов Р. В. Эффективность применения алгоритмизации при разработке ППР для снижения уровня травматизма на строительной площадке при капитальном строительстве,

реконструкции и перепрофилировании // Вестник гражданских инженеров. –2019. – №3(74) . – С. 94-98.

75. Требования, предъявляемые к экспертам. Права и обязанности экспертов [Электронный ресурс]. // URL: <https://webkonspect.com/room=profile&id=4828&labelid=59334> (дата обращения: 12.08.2020).

76. Трегуб И. В. Динамика потребительского поведения на российском рынке информационно-коммуникационных технологий // Управленческие науки в современной России. – 2014. – Т. 2. № 2. – С. 42-46.

77. Усенко А. В. Эффективность инвестиционных проектов в строительстве: сущность и оценка // экономика и социум: современные модели развития. – 2017. – № 16. – С. 26-36.

78. Ушенин Д. В. Системно-комплексное применение инновационных технологий в строительстве. Дни студенческой науки: сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. М.: НИУ МГСУ. – 2018. – С. 1290-1292.

79. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации//[www.gks.ru/folder/14458](http://www.gks.ru/folder/14458).

80. Филатова С. В. Проблемы травматизма и охраны труда в строительстве // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии : материалы III Международной науч.-практ. конф. с научной школой для молодежи. ТвТГУ. – 2017. – С. 91-94.

81. Шабанова Д. Н. Принятие эколого-ориентированных управленческих решений в нефтегазовых компаниях на основе причинно-следственной модели / Д. Н. Шабанова // Молодая нефть: сб. статей. Всерос. молодежной науч.-техн. конф. нефтегазовой отрасли. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т. 2015. – 351с.

82. Шакир З. Н. Управление рисками проекта на этапе строительства в Ираке // Инновации и инвестиции. – 2020. – № 3. – С. 97-99.

83. Шатрова А. И. Организационно-технологические решения для повышения эффективности стратегического планирования строительного производства // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 12 (90) . – С. 29-32.
84. Шелайкина А. Н. Методический инструментарий количественной оценки степени риска инвестиционно-строительных проектов. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 8. – С. 200-208.
85. Шелевой Д. Г. Формирование механизма управления рисками строительных предприятий: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05/ Шелевой Денис Геннадьевич; ГОУ ВПО. – Хабаровск, 2010. – 133 с.
86. Ширшиков Б. Ф. Организация, планирование и управление строительством: Учебное пособие/ Б. Ф. Ширшиков. – Москва, АСВ. – 2012. – 528 с.
87. Шлопаков А. В. Факторы риска в строительных организациях России // Журнал «научный аспект» – 2013. – № 1. – С. 160-167.
88. Штеле Е. А., Гусева М. А., Руди Л. А. Методика оценки эффективности инвестиционных проектов с учетом рисков // Вестник СибАДИ. – 2016. – № 6(52). – С. 135-140.
89. Юдина А. Ф. Технологические процессы в строительстве: Учебное пособие / А. Ф. Юдина, В. В. Верстов, Г. М Бадьин. – Москва: Издательский центр «Академия». – 2013. – 304 с.
90. Aarathi P., Chitra J., Poomozhi J. S. Risk and its impacts on time and cost in construction projects // Journal of project management. 2020. No 5(4). Pp. 245–254. Doi: 10.5267/j.jpm.2020.6.002.
91. Abdolreza Y. C. Proposing a new methodology based on fuzzy logic for tunnelling risk assessment // Journal of Civil Engineering and Management. 2014. Vol. 20(1). Pp. 82–94. Doi: 10.3846/13923730.2013.843583.

92. Abdul Nabi M., EL-Adaway I. H. Understanding the key risks affecting cost and schedule performance of modular construction projects. *Journal of management in engineering*, 2021, 37.4: 04021023.
93. Abramov I. L. Systemic integrated and dynamic approach as a basis to ensure sustainable operation of a construction company // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 463 (2018) 032038. Doi:10.1088/1757-899X/463/3/032038.
94. Abramov I. L., Al-Zaidi Z. A. K. The impact of risk factors of construction production on the results of activities of construction organizations in Iraq // *AIP Conference Proceedings* 2559, 060015 (2022). <https://doi.org/10.1063/5.009903>.
95. Abramov I. L., Al-Zaidi Z. A. K. The level of influence of human and external risks on a construction company's sustainability // *IOP Conf. Ser: Mater. Sci. Eng.* 753 042043. (2020).
96. Abramov, I.; AlZaidi, Z.A.K. Evaluation of the Effective Functioning of Construction Enterprises in the Conditions of Occurrence of Diverse Risk Factors. *Buildings* 2023, 13, 995. <https://doi.org/10.3390/buildings13040995>.
97. Adel A., Raed J. Use the Analytical Hierarchy Process AHP Method to Determine the Appropriate Locations for the OMWW Distribution // *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series*. 2019. Vol. (11) No. (1). ISSN: 2663-4279.
98. Ahmed Z. J. Assessment risk in construction projects in Iraq using copras-swara combined method // *Journal of southwest Jiaotong university*. 2019. Vol. 54. No. 4. Pp.1-13.
99. Al Abadi A. M. The application of Dempster–Shafer theory of evidence for assessing groundwater vulnerability at Galal Badra basin, Wasit governorate, east of Iraq // *Appl Water Sci*. 2017. Vol. 7. No. 4. Pp. 1725–1740. Doi: 10.1007/s13201-015-0342-7.

100. Al Hasani M. Understanding Risk and Uncertainty in Project Management // European Journal of Economics, Law and Politics. 2018. 5(1). Pp. 30-40. Doi: 10.19044 / elp.v5no1a3.
101. Al Hourani H. Risk Analysis of Construction Projects in Syria // Al-Baath Magazine. 2017. Vol. 93 (8). Pp.55-80.
102. Al karawi S. N. Challenges facing construction contracts in Iraq // Journal of engineering and sustainable development. 2018. Vol. 22. No. 4. Pp.192-201. DOI: 10.31272/jeasd.2018.4.14.
103. Al Khayat A. Critical success criteria for mass house building projects in developing countries, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2019, 75352. Pp. 77.
104. Al Mhdawi M. K. Risk management of construction projects under extreme conditions: A case study of Iraq. Ph.D thesis/ Mohammed Khalid Slmman Al-Mhdawi: University of Southampton. 2022. 251p.
105. Al Obaidi M. B. Financial sustainability assessment in Iraq for the period 2015-2021 // Social Science Journal. 2022. Vol. 13(1). Pp 755-767.
106. Al Saadi N. The role of foreign investment in the Iraqi economy // Journal of International Relations and Development. 2021. 9(1304-7310):1304-7175. Pp 1-22.
107. Allahi F., Lucia C., Marco M. A stochastic risk analysis through Monte Carlo simulation applied to the construction phase of a 600-mw gas turbine plant //Proceedings of the int. conference on modeling and applied simulation: Barcelona, Spain. 2017. Pp. 136-143.
108. Amoudi., Hamada., Naif. Risk management during the construction phase for construction projects in Syria // Journal of Engineering Sciences Damascus University. 2012. Vol28. No. 1. Pp. 129-150.
109. Andrew F. The Consequences of Forced State Failure in Iraq // Political Science Quarterly. 2013. Vol. 128(1). Pp. 67-95.

110. Arati C., Ashish W. Risk Management in High-Rise Building Construction // IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development|.2015. Vol. 3. Issue 06, ISSN (online): 2321-0613. Pp. 601-602.
111. Assaf S. A., Al-Hejji S. Causes of delay in large construction projects // International journal of project management. 2006. Vol. 24. No. 4. Pp. 349-357. Doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.010.
112. Bao J. H., Dong X. Z. Promoting and implementing urban sustainability in China: An integration of sustainable initiatives at different urban scales // Habitat International.2018. Vol.28. Pp.83-93. Doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.10.001.
113. Basari I. Estimation Risk of High-Rise Building on Contractor // IPTEK, Journal of Engineering. 2017. Vol. 3. No. 2 (eISSN: 2337-8557). Pp.29-34.
114. Basiri M. E., Aghaee N. G. Exploiting reviewers' comment histories for sentiment analysis // Journal of Information Science. 2014. Vol. 40. Pp. 313-328. Doi: 10.1177/0165551514522734.
115. Behnam N. Seven basic tools of quality control: the appropriate techniques for solving quality problems in the organizations. 2017. No.77941. Pp. 1-10. Doi.org/10.2139/ssrn.2955721.
116. Central Statistical Organization in Iraq. Building and construction contracting statistics in the public sector [Electronic resource]. 2022. P.6. <https://cosit.gov.iq/ar/constr-stat/building-contract>.
117. Central Statistical Organization in Iraq. Estimated population of Iraq for the period (2015-2030) [Electronic resource].2022. <https://cosit.gov.iq/ar/62-arabic-cat/indicators/174-population-2>.
118. Desmond A., Martin J. Application of evidence theory to construction projects // International Journal of the Constructed Environment. 2014. Vol. 4. Pp. 25-34. DOI: 10.18848/2154-8587/CGP/v04i04/37430.

119. Edmunds K Z., Zenonas T. Multi-criteria risk assessment of a construction project // Information technology and quantitative management (ITQMn). 2013.17. Pp. 129-133. DOI: 10.1016/j.procs.2013.05.018.
120. Eskander R. F. Risk assessment influencing factors for Arabian construction projects using analytic hierarchy process // Alexandria engineering journal. 2018. Vol. 57(4). Pp. 4207- 4218. Doi.org/10.1016/j.aej.2018.10.018.
121. Florez L., Cortissoz J. C. Defining a mathematical function for labor productivity in masonry construction: A case study // Procedia Engineering. 2016. Vol. 164. Pp. 42-48. doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.590.
122. Forteza F. J., Albert S., Gomez J. M. Construction sites risk assessment tool // Safety Science. 2016. Vol 89. Pp. 338-354. Doi.org/10.1016/j.ssci.2016.07.012.
123. Gavit S, Pitroda J, Makwana A H. Risk Management in High Rise Construction Projects in Surat City // International Journal of Technical Innovation in Modern Engineering & Science (IJTIMES). 2019. Vol.5. Pp. 160-167.
124. Georgios K. K. Schedule delay risk analysis in construction projects with a simulation-based expert system // Buildings. 2020, 10(8), 134; doi: 10.3390/building10080134.
125. Ghanim B. Causes of Delay in Public Construction Projects in Iraq // Jordan Journal of Civil Engineering. 2015. Vol9. No. 2. Pp. 149-162.
126. Ghanim B. Factors affecting performance of construction projects in unstable political and economic situations // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Vol. 12. No. 19. Pp. 5384-5395.
127. Goepel K. D. Implementing the Analytic Hierarchy Process as a Standard Method for Multi-Criteria Decision Making in Corporate Enterprises – A New AHP Excel Template with Multiple Inputs // Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process. 2013. Pp. 1-10.



128. Goh C., Abdul Rahman H. The Identification and Management of Major Risks in the Malaysian Construction Industry // *Journal of Construction in Developing Countries*. 2013. 18(1). Pp. 19-32.
129. Hanish V., Neha V. A Study on Risk Assessment and Safety Management in the Construction of High-Rise Buildings // *International Journal of Engineering Development and Research*. 2017. Vol. 5, Issue 1| ISSN: 2321-9939.2017. Pp. 168-172.
130. Hanna G., Mohamad S. H. Foreign direct investment in post-conflict counties, the case of Iraq's oil and electricity sectors // *International journal of energy economies and policy*. 2014. Vol. 4(2). Pp. 137-148.
131. Hatefi S. M., Tamošaitien E J. An Integrated Fuzzy DEMATEL-Fuzzy ANP Model for Evaluating Construction Projects by Considering Interrelationships among Risk Factors // *Journal of Civil Engineering and Management*. 2019. Vol 25(2). Pp. 114-131. DOI: 10.3846/jcem.2019.8280.
132. Hatefi S.M., Basiri M.E., Tamošaitienė J. An evidential model for environmental risk assessment in projects using Dempster–Shafer theory of evidence // *Sustainability*. 2019. Vol. 11(22), 6329. DOI: 10.3390/su11226329.
133. Hatim A. R., Mohammed k. Prioritizing of Risk Factors by using Failure Mode and Effect Analysis in the Iraqi Construction Industry // *Eng. & Tech. Journal*. 2016. Vol.34, Part (A). No. 7. Pp. 1369-1382.
134. Hong X. L., Al-Hussein M., Zhen L. Z. Risk identification and assessment of modular construction utilizing fuzzy analytic hierarchy process (AHP) and simulation // *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2013. 40(12). Pp. 1184-1195. DOI: 10.1139/cjce-2013-0013.
135. Hulett D. T. Integrated Cost and Schedule using Monte Carlo Simulation of a CPM Model – 12419 // *WM2012 Conference*. 2012: Phoenix, Arizona, USA.

136. Hurjui L. Investment projects: general presentation, definition, classification, characteristics the stages // J. Sci. University of Economics and Public Administration. 2008. No. 8.
137. Issa U. H., Hassona F. A., EL Sawah H. M. Risk Identification and Assessment for the Egyptian Water Projects // Economic and Management of water in Arab world and Africa, 1st International conference: Assuit University, Egypt. 2009. Pp. 18-19.
138. Joanna T. Using the Grey-TOPSIS Method to Assess the Functioning of the Occupational Risk Management // MATEC Web of Conferences 290, 12027 (2019). Doi.org/10.1051/matecconf /201929012027.
139. Kapustina N. V., Rachkovskaya A. N., Majakovskij D. I., Gantseva L.V. External Risk Factors Influence on the Financial Stability of Construction Companies //Journal of Reviews on Global Economics. 2018. Vol. 7. Pp.726-730.
140. Karminsky A. M., Burekhin R. N. Comparative analysis of methods for forecasting bankruptcies of Russian construction companies // Business Informatics. 2019. Vol. 13 (3). Pp 52-66. DOI: 10.17323/1998-0663.2019.3.52.66.
141. Kathiravan R., Kumar S. Assessment of labour Risk in High-Rise Building // International Journal of Engineering Research and General Science. 2014. Vol. 2, Issue 3. Pp. 76-84.
142. Kazaryan R. R., Lyovin, B. A., Chulkov V. O. "Infographics of anthropotechnical management, Infographic modelling in the mental activity philosophy." 2016.
143. Kazaryan R. R., Pogodin D., Shatrova A. Aspects of scheduling processes and results of the reorganization of projects in high-rise construction objects // E3S Web of Conferences. 2019. Art. Num. 04002. Vol. 97. Pp.1-9.
144. Khaleel T. A., Flayeh M. A. Evaluation of risk factors affecting the implementation time for residential complex projects in Iraq // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 671 012002 (2020). DOI 10.1088/1757-899X/671/1/012002.

145. Kim B. G., Shakir Z N., Nasrulloeva R A. Risk factors affecting the implementation of construction projects in Iraq // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 786 012015 (2020). DOI 10.1088/1757-899X/786/1/012015.
146. Kiran M S. Risk assessment and analysis using primavera // Journal of Modern Developments in Civil Engineering Architecture & Construction Management. 2017.Vol 1(1). Pp. 49-54.
147. Lapidus A. A. Influence of the construction risks on the cost and duration of a project // Buildings. 2022. 12(4):484. Pp.1-19. Doi.org/10.3390/buildings 12040484.
148. Lapidus A. A., Abramov I. L., Al-Zaidi Z A K. Assessment of the impact of destabilizing factors on implementation of investment and construction projects // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 951 012028 (2020).
149. Lapidus A. A., Abramov I. L. Systemic Integrated Method For Assessing Factors Affecting Construction Timelines // Matec Web of Conferences 193 05033 (2018). Pp. 1-7.
150. Larionov A., Nezhnikova E., Smirnova E. Risk Assessment Models to Improve Environmental Safety in the Field of the Economy and Organization of Construction: A Case Study of Russia // Sustainability. 2021. 13(24):13539. <https://doi.org/10.3390/su132413539>.
151. Leenu P., Annie S. X. A study on Risk Identification and Assessment In Construction of High rise Building // IJARIIIE. 2018. Vol. 4(1). Pp. 661- 664.
152. Mohamed A. A. Risk analysis related to costing and scheduling of construction projects // Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia (2018).
153. Nagham H. N. Risk analysis of projects accordance with the professional project management system: a case- study Mansur construction contracting company here // journal of Economics and Administrative Sciences. 2017. Vol. 23 (96). Pp. 82-101.

154. Narayana G. Analysis of risk management in residential building using primavera web software // IJARIE. 2017. Vol. 3(4). Pp. 2351- 2359.
155. Osadchaya N. A., Murzin A. D., Torgayan E. E. Assessment of Risks of Investment and Construction Activities: Russian Practice // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2017. Vol. 8. No 2. Pp. 529-544. DOI: 10.14505/jarle.v8.2(24).24.
156. Patel U. I., Pitroda J. R. Risk analysis and mitigation techniques in high rise buildings: a review. 2021. Vol. 16. № 1(60). Pp.152-164.
157. Raid S. A., Nooran K. Y. Statistical Evaluation for claims and disputes in construction contracts // Wasit Journal of Engineering Science. 2017. Vol.5. No. 2. Pp. 80-96. DOI: <https://doi.org/10.31185/ejuow.Vol5.Iss2.61>.
158. Rajendra M., Aher C. M. Risk Analysis in Construction Scheduling // International journal of advance research, Ideas and innovation in technology. 2016. Vol. 2 (6). Pp 1-10.
159. Rana A. M. Factors triggering reworking on construction projects / Rana A. Maya, Mariam Dabbag, Bassam Hassan // Tishreen university journal for research and scientific studies. 2014. Vol. 36. No. 2. Pp. 259-276.
160. Rasheed E. K. Valuation the Impact of Risks on the Goals and the Safety of Construction Projects in Iraq // Journal of Engineering. 2015. Vol. 21. No 4. Pp. 1-19.
161. Saaty T. L. Decision making with the analytic hierarchy process // Int. J. Services Sciences. 2008. 1(1).
162. Saaty T. L., Vargas L.G. The seven pillars of the analytic hierarchy process, in Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process // Springer. 2012.Vol.175. P. 23-40. Doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6\_2.
163. Sadeghi N., Fayek A. R., Pedrycz W. Fuzzy monte carlo simulation and risk assessment in construction // Computer-aided civil and infrastructure engineering. 2010. Vol. 25. No.4. Pp. 238-251. DOI: 10.1111/j.1467-8667.2009.00632.x.

164. Sakthiniveditha V., Pradeep T. A Study on Risk Assessment in the Construction of High-Rise Buildings // International Journal of Science and Engineering Research (IJOSER). 2015. Vol. 3(2).
165. Saleh A. A., Usama H. I. Evaluation of risk factors affecting time and cost of construction projects in Yemen // International journal of management (IJM). 2013. Vol. 4(5). Pp. 168-178.
166. Sanaa M., Abbas M. Developing a Computer Program to Solve the Implementation Problems of Public Investment Projects in Iraq // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 901,012029 (2020).Vol. 901. Doi:10.1088/1757-899X/901/1/012029.
167. Schreiber A. K., Abramov I L., Al-Zaidi Z. A. Assessment of risk-forming factors of construction production in conditions of uncertainty // E3S Web of Conferences 258, 09052 (2021). Doi.org/10.1051/e3sconf/202125809052.
168. Schreiber A.K., Abramov I. L., Al-Zaidi Z. A. Study of the impact of military factors and security threats on construction projects in Baghdad // E3S Web of Conferences 258, 09066.(2021). Doi.org/10.1051/e3sconf/202125809066.
169. Semenova T., Al Dirawi A. Economic Development of the Iraqi Gas Sector in Conjunction with the Oil Industry // Energies. 2022. Vol. 15(7). Doi.org/10.3390/en15072306.
170. Sinenko S. A. The implementation of BIM in construction projects // E3S Web of Conferences 164, 08002(2020). Vol.164. Doi.org/10.1051/e3sconf/202016408002.
171. Smith N., Merna T., Jobling P. Management Risk: In Construction Projects// Construction Research Congress, ASCE, 2005.
172. Sohail, M., Cavill V. Corruption in construction projects WEDC, Loughborough University, Leicestershire, LE11 3TU, UK. 2006. <https://hdl.handle.net/2134/3966>.
173. Tareq A. K., Mohanad A. F. Evaluation of risk factors affecting the implementation time for residential complex projects in Iraq // IOP Conf. Ser: Mater. Sci. Eng. 671 012002 (2020). DOI 10.1088/1757-899X/671/1/012002.

174. Tarig A. K., Mohammedy O. A. Risk Management Simulator Using Monte Carlo Technique. Ph.D thesis/ Osama Ahmed Hassan Mohammedy: University Of Khartoum.2017.67P.
175. Vlasenko M. Assessment of influence of external factors on financial stability of construction companies // Journal of Corporate Finance Research. 2020. Vol. 14(3). Pp. 51-62. DOI: <https://doi.org/10.17323/j.jcfr.2073-0438.14.3.2020.51-62>.
176. Voronkov I. Evaluation and improvement of the reliability of organizational structures of ICP by the method of hierarchy analysis // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. V. 365. I.6. 062035. Doi:10.1088/1757-899X/365/6/062035.
177. Wadhah A. H., Samiaah M. H. The Impact of Terrorism on Construction Industry in Iraq // Wasit Journal of Engineering Science. 2015. Vol.3. No.2 .Pp. 69-84.
178. Wenzhe T., David M. Y. Risk Management in the Chinese Construction Industry // Journal of Construction Engineering and Management. 2007.Vol. 133(12). Pp. 944-956.
179. Yogeswari K., Moinuddin H. Exploration in risk management in primavera risk analysis for Construction project. 2021. Vol. 2. No. 4. Doi.org/10.52267/IJASER.2021.2405.
180. Zhang, X., Shifeng H. Safety assessment in road construction work system based on group AHP-PCA // Hindawi, Mathematical Problems in Engineering. 2020. Doi.org/10.1155/2020/6210569.
181. Zhaoni K., Jianping Z., Chao Li. Risk assessment of plan schedule by Monte Carlo simulation // International Conference on information technology and management innovation (Icitmi 2015). 2015. Pp. 509-513.
182. Zhou J. L., Xu Q.Q., Zhang X.Y. Water resources and sustainability assessment based on group AHP-PCA method: a case study in the Jinsha River Basin // Water. 2018. 10(12).Pp. 1880. Doi.org/10.3390/w10121880.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Анкетный опрос экспертной оценки

№	Наименование факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий	Оценки экспертов (1-25)	Примечания
1	Задержки в графике строительства		Здравствуйте, прошу вас проранжировать перечень факторов риска, влияющих деятельность строительных предприятий В Ираке (где 1 - влияние фактора риска менее значимо; 25 - влияние фактора риска более значимо)
2	Нехватка трудовых ресурсов		
3	Простои, связанные с незапланированными событиями ( праздниками)		
4	Низкая квалификация рабочих кадров		
5	Изменение количества и спецификаций проекта		
6	Задержка в передаче участка подрядчику		
7	Слабая координация между заказчиком и подрядчиком		
8	Нехватка или низкое качество строительных материалов		
9	Отсутствие механизмов и технических средств		
10	Низкое качество обслуживания механизмов и оборудования		
11	Разница в характере земли (целевое назначение земельного участка)		
12	Высокая температура летом (выше 50 °С)		
13	Воздействие стихийных бедствий (землетрясения, наводнения и пожары)		
14	Банкротство подрядчиков предприятий		

№	Наименование факторов риска, влияющих на деятельность строительных предприятий	Оценки экспертов (1-25)	Примечания
15	Инфляция и колебания цен		
16	Изменение обменного курса		
17	Задержка или неуплата финансовых взносов предприятиям		
18	Подмена представителями власти интересов общества интересами частного характера (коррупция)		
19	Изменения в законодательстве и правовых нормах в области строительной деятельности		
20	Задержки с поставками материалов и оборудования из-за вооруженных конфликтов		
21	Получение работниками травм из-за боевых действий, ведущихся рядом со строительной площадкой		
22	Повреждение некоторых частей проекта и оборудования в результате военных столкновений		
23	Забастовки и массовые беспорядки		
24	Социальные проблемы между жителями региона и предприятием, реализующим проекты		
25	Задержка результатов лабораторных исследований		
26	Работа без защитной одежды, несоблюдение техники безопасности при работе с оборудованием		



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**Анкетный опрос об оценке влияния факторов риска на строительные предприятия с использованием иерархического анализа**

- Для каждой таблицы надо выбрать, какой фактор является более эффективным, чем другой, а затем выбрать уровень эффективности через его нумерацию, отметив оценку.

### 1. Матрицы попарного сравнения между группами факторов риска

<b>Организационные факторы</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>Технические факторы</b>
<b>Организационные факторы</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>Экономические факторы</b>
<b>Организационные факторы</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>Военные факторы</b>
<b>Организационные факторы</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>Климатические факторы</b>
<b>Технические факторы</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>Экономические факторы</b>
<b>Технические факторы</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>Военные факторы</b>
<b>Технические факторы</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>Климатические факторы</b>
<b>Экономические факторы</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>Военные факторы</b>
<b>Экономические факторы</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>Климатические факторы</b>

<b>Военные факторы</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Климатические факторы</b>
------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------------------------

**2. Матрицы попарного сравнения между предприятиями в соответствии с влиянием групп факторов риска**

<b>Предприятие1</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Предприятие2</b>
<b>Предприятие1</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Предприятие3</b>
<b>Предприятие2</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Предприятие3</b>

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

**Анкетный опрос об оценке влияния факторов риска на продолжительность проекта с использованием метода Монте-Карло(Степень вероятности/ влияния)**

№	Факторы риска	1 Очень низкий	2 Низкий	3 Средний	4 Высокий	5 Очень высокий
1	Задержки в графике строительства					
2	Нехватка трудовых ресурсов					
3	Простои, связанные с незапланированными событиями ( праздниками)					
4	Низкая квалификация рабочих кадров					
5	Нехватка или низкое качество строительных материалов					
6	Отсутствие механизмов и технических средств					
7	Высокая температура летом (выше 50 °С)					
8	Воздействие стихийных бедствий (землетрясения, наводнения и пожары)					
9	Инфляция и колебания цен					
10	Задержка или неуплата финансовых взносов					

№	Факторы риска	1 Очень низкий	2 Низкий	3 Средний	4 Высокий	5 Очень высокий
	предприятиям					
11	Подмена представителями власти интересов общества интересами частного характера (коррупция)					
12	Задержки с поставками материалов и оборудования из-за вооруженных конфликтов					
13	Получение работниками травм из-за боевых действий, ведущихся рядом со строительной площадкой					
14	Повреждение некоторых частей проекта и оборудования в результате военных столкновений					
15	Забастовки и массовые беспорядки					
16	Работа без защитной одежды, несоблюдение техники безопасности при работе с оборудованием					

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Акт о внедрении результатов диссертационной работы

АИК ДПМ  
115563, Москва  
ул. Шипиловская, 28А  
тел.: +7 495 782 80 66  
e-mail: info@dpm.global



#### Акт

#### об использовании результатов диссертационной работы

**Аль-Заиди Зайд Али**

на тему

**«Исследование влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий»**

Результаты диссертационной работы Аль-Заиди Зайд Али, в которой рассмотрены некоторые вопросы развития управления факторами риска при реализации инвестиционно-строительного проекта, были широко апробированы в нашей организации.

Основными элементами научной новизны работы являются разработанные:

- компенсационные мероприятия для снижения или исключения влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий;
- модель оценки влияния факторов риска на показатели деятельности строительных предприятий;
- методика оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий до и после внедрения компенсационных мероприятий.

Каждый из перечисленных элементов направлен на решение конкретных задач строительного производства и заслуживает особого внимания.

Использование новой информации о влиянии различных факторов риска и характере изменения функционирования строительных предприятий в условиях неопределенности позволили повысить уровень управления рисками в организации.

С помощью методики, разработанной Аль - Заиди Зайд Али Кадхим в диссертационном исследовании, удалось уменьшить влияние факторов риска на процесс строительного производства. Внедрение компенсационных мероприятий, направленных на снижение или предотвращение рисков, позволило сократить продолжительность строительства.

АИК ДЛМ  
115563, Москва  
ул. Шипиловская, 28А  
тел.: +7 495 782 80 66  
e-mail: info@dpm.global



Модель и методика оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий до и после внедрения компенсационных мероприятий в целях осуществления эффективного управления строительным производством отражены в производственных отчётах, а основные выводы и рекомендации диссертационной работы используются в практической деятельности организации.

Генеральный директор  
Рязанов В.Е.



05 июня 2023 года

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### 1. Акт о внедрении результатов диссертационной работы

**AL-MOAMAL CO.**  
For General Ltd. Contracts  
Its Capital two milliards of ID

**شركة المؤمل**  
للمقاولات العامة المحدودة  
رأسماليها مليوني دينار

---

No: 39  
Date: 24/1/2023

Act

**About the implementation of the results of the dissertation work.**

We hereby confirm that the results of the dissertation research of Al.Zaidi Zaid Ali Kadhim. On the topic "Study of the impact of risk factors on the activities of construction enterprises", they are relevant, of practical interest and were used in the company's activities.

The developed model, methods for assessing the impact of risk factors on the activities of a construction company and compensatory measures to reduce or eliminate the influence of factors, made it possible to improve the performance of the company's production activities.

The proposed method is easy to understand and easy to apply in practice. This makes it possible to increase the efficiency of a construction company at the lowest cost, to complete the work plan in a timely manner, to maintain a system-dynamic management structure, and its own and comparative stability under conditions of uncertainty.

We note that the studied scientific problem is of great industrial importance for construction companies in Iraq and the construction industry as a whole.

**Copy of it:**  
Save file

*Handwritten signature*

**المهندس الاستشاري**  
**عمران حسن محمد ركني**  
Consulting engineer  
Omran Hassan Mohammed  
Managing Director  
24/1/2023

---

العنوان : الديوانية - شارع الأطباء - بناية اتحاد العمال  
Address :-Doctors Diwaniyah St. Laborers Union Building  
E-MAIL: [almoamalco@yahoo.com](mailto:almoamalco@yahoo.com) mobile :00964-(0)7801026866 -00964-(0)7812811466  
[engomran70@yahoo.com](mailto:engomran70@yahoo.com)

## 2. Перевод акта о внедрении результатов диссертационной работы

### Акт

#### О внедрении результатов диссертационной работы

Настоящим подтверждаем что результаты диссертационного исследования Аль-Заиди Зайд Али Кадхим на тему **«Исследование влияния факторов риска на деятельность строительных предприятий»** актуальны, представляют практический интерес и были использованы в деятельности компании.

Разработанные модель, методики оценки влияния факторов риска на деятельность строительных предприятия и компенсационные мероприятия для снижения или исключения влияния фаторов, позволили улучшить показатели производственной деятельности компании.

Предложенный метод прост для понимания и легко применим на практике.

Это позволяет с наименьшими затратами повысить эффективность деятельности строительного предприятия, своевременно выполнить план производства работ, сохранить системно-динамическую структуру управления.

Отмечаем что исследованная научная проблема имеет важные производственные значение для строительных предприятий и строительной отрасли в целом.

Инженер-консультант  
Аль-Рикаби Имран Хассан  
управляющий директор