

На правах рукописи

Клёвина Мария Васильевна

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ
ЗАТРАТ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы
в экономике

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Самара – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» на кафедре менеджмента и организации производства.

Научный руководитель:

доктор экономических наук, профессор **Иванов Дмитрий Юрьевич**.

Официальные оппоненты:

Шинкевич Алексей Иванович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой логистики и управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»;

Яшин Сергей Николаевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента и государственного управления Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Воронежский государственный технический университет**», г. Воронеж.

Защита диссертации состоится 18 декабря 2024 г., в 12⁰⁰ часов, на заседании диссертационного совета 24.2.379.06, созданного на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», по адресу: 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» и на сайте https://ssau.ru/resources/dis_protection/klyovina

Автореферат разослан «__» _____ 2024 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

В.Ю. Анисимова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Организации любой отрасли экономики сталкиваются в своей работе с рисковыми ситуациями. Технический прогресс, внедрение в производственную деятельность новых инновационных разработок и технологий требует от предприятий уделять особое внимание управлению рисками. Заблаговременное предотвращение наступления подобных ситуаций позволяет избежать последствий, способных повлиять на производственный процесс, как отдельных подразделений, так и всего предприятия в целом, тем самым уменьшив ущерб. Необходимость комплексного подхода к способам снижения и предотвращения рискованных ситуаций становится особенно актуальна в период кризисных явлений.

Несмотря на большое количество исследований, связанных с разработками моделей, механизмов, направленных на управление промышленными рисками и рисками в техногенной сфере, наступление рискованной ситуации приводит к большим затратам на ликвидацию последствий и в целом влияет на деятельность предприятия. Отсюда следует необходимость развития моделей, позволяющих в дальнейшем снижать вероятность возникновения рискованных событий, а также оптимизировать структуру затрат на систему управления рисками.

Стоит отметить, что в исследованиях, посвящённых рискам промышленных предприятий, не в полной мере рассматриваются различные законы распределения случайных величин. В качественных методах управления рисками упущены некоторые риски и не выявлен весь перечень проблем, а также существующие механизмы в большинстве не рассчитаны на применение к нескольким рискованным событиям, наступившим одновременно. Для количественных методов свойственно прогнозирование размера ожидаемого ущерба, но не учитываются экспертные оценки при рассмотрении рискованных событий.

В современных условиях развития российской экономики актуальность оптимизации затрат на систему управления рисками обусловлена наличием ряда факторов, таких как: экономическая неопределённость, повышение конкурентоспособности, технологические инновации, а также цифровизация производственной деятельности. Промышленные предприятия выделяют направление затрат, связанное с управлением рисками, в качестве одного из стратегических, так как оно позволяет обеспечить предприятию эффективное функционирование и развитие в долгосрочной перспективе.

Таким образом, с учетом вышеизложенного тема работы представляется актуальной.

Степень разработанности научной проблемы. Теоретическими основами анализа и оценки промышленных рисков и издержек на их предотвращение послужили труды учёных: О.В. Абрамов, Г.М. Галиева, И.В. Демкин, Р.М. Качалов, М.В. Кравцова, М.О. Кузнецова, А.Ю. Подчуфаров, С.В. Слабинский, Ю.А. Слепцова, С.Б. Сулоева и др.

Методический инструментальный анализ и оценки методов оптимизации затрат на снижение ущерба от промышленных рисков представлен в работах:

К.Т. Ауезова, А.Г. Бадалова, А.М. Батьковский, Д.А. Безмельницын, В.Н. Богатилов, Ж.М. Булакбай, А.Ю. Гришенцев, Д.А. Заколдаев, В.А. Занора, В.М. Картвелишвили, П.В. Кравчук, В.Г. Ларионов, Н.Н. Нурмухаметов, Е.П. Ростова, С.Б. Сулоева, В.В. Титов и др.

Вопросы реализации модели результативного управления на основе оптимизации затрат от промышленных рисков исследованы в работах: А.В. Жигунова, В.И. Куватов, И.В. Логинова, Е.П. Ростова, А.А. Цуканов, О.А. Шендалева и др.

Несмотря на существенную изученность вопросов диссертационного исследования, ряд проблем управления затратами на снижение промышленных рисков исследован недостаточно полно: не учтено наступление нескольких рисков событий одновременно, рассмотрены вопросы страхования и предупредительных мероприятий отдельно в разных направлениях, окружающая среда не проанализирована как возможный объект риска, что и формирует актуальность, цели и задачи данного диссертационного исследования.

Цель: заключается в разработке и обосновании экономико-математических моделей оптимизации затрат промышленного предприятия, направленных на предупредительные мероприятия по предотвращению или минимизации вероятности наступления ущерба от промышленных рисков.

Достижение поставленной цели обуславливается решением следующих **задач:**

1) дополнить и уточнить теоретические основы анализа и оценки промышленных рисков, а именно: провести системную классификацию видов рисков промышленных предприятий с одновременным учётом внешних и внутренних факторов влияния в разрезе процессов деятельности предприятия;

2) осуществить экономико-математическую формализацию задачи принятия решений по минимизации затрат промышленного предприятия на систему управления рисками;

3) предложить методику оптимизации структуры затрат в системе управления рисками предприятия;

4) разработать экономико-математическую модель минимизации затрат предприятия на этапе принятия решения о ликвидации ущерба при наступлении рисков событий;

5) сформировать механизм управления промышленными рисками предприятия, позволяющий на этапе планирования оптимизировать затраты на их предупреждение и страхование, а на этапе оценки результатов минимизировать затраты на ликвидацию ущерба в случае, если рисков события произошли.

Объектом исследования являются промышленные предприятия, деятельность которых сопровождается промышленными и техногенными рисками.

Предметом диссертационного исследования выступают организационно-экономические отношения, возникающие в процессе анализа рисков события и

оценки ущерба от его наступления, а также оптимизации затрат на предупредительные мероприятия на промышленных предприятиях.

Теоретической и методологической основой исследования служат труды отечественных и зарубежных специалистов в области управления рисками промышленных предприятий. Для решения поставленных задач в исследовании использовались: экономико-математическое моделирование, эконометрические методы, методы статистического анализа, а также прочие общенаучные методы: логические методы, системный анализ, метод экспертных оценок, сравнительный метод и пр.

Информационной базой исследования стали Федеральные законы Российской Федерации, официальные документы Правительства Российской Федерации, законодательные и нормативные акты Российской Федерации, Министерства экономического развития Российской Федерации, официальные данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Государственные доклады «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», научные и производственно-экономические издания, электронные базы данных и web-ресурсы, связанные с темой исследования, а также отчетные данные АО «Самарская кабельная компания».

Соответствие содержания диссертационного исследования паспорту научной специальности. Область исследования по содержанию, объекту и предмету соответствует п. 4. «Разработка и развитие математических и компьютерных моделей и инструментов анализа и оптимизации процессов принятия решений в экономических системах» направлений исследования паспорта научной специальности 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике.

Обоснованность и достоверность полученных результатов исследования подтверждены анализом трудов отечественных и зарубежных учёных в сфере управления рисками промышленных предприятий, применением в ходе исследования методов и моделей идентификации и оценки промышленных рисков и непротиворечивостью полученных автором результатов и данных, а также их соответствием теоретическим и методическим исследованиям в сфере разработки моделей оптимизации затрат на снижение ущерба от возникновения рисков событий на промышленных предприятиях.

Научная новизна полученных результатов заключается в дополнении теоретических положений, методических подходов и практических рекомендаций по разработке и развитию моделей оптимизации затрат на снижение промышленных рисков на предприятиях.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем:

1. Уточнены и дополнены теоретические основы анализа и оценки промышленных рисков, а именно: проведена системная классификация видов рисков промышленных предприятий с одновременным учётом внешних и внутренних факторов влияния в разрезе процессов деятельности предприятия,

позволяющая более эффективно оценивать влияние эндогенных и экзогенных факторов возникновения риска в конкретных видах деятельности промышленных предприятий.

2. Осуществлена экономико-математическая формализация задачи принятия решений по минимизации затрат промышленного предприятия на систему управления рисками, в отличие от существующих направленная на оптимизацию распределения затрат на управление рисками и снижение ущерба от их возникновения.

3. Предложена методика оптимизации структуры затрат в системе управления рисками предприятия, позволяющая в отличие от существующих определить оптимальный размер затрат на предупредительные мероприятия по снижению величины возможного ущерба и вероятности наступления рисков событий, а также определить оптимальное значение страховых взносов в случае страхования рисков событий.

4. Разработана экономико-математическая модель минимизации затрат предприятия на этапе принятия решения о ликвидации ущерба при наступлении рисков событий, в отличие от существующих позволяющая осуществлять выбор сторонних организаций в случае их привлечения по критериям минимизации сроков, стоимости выполнения работ и отклонения от плановых объёмов производства продукции.

5. На основе разработанных экономико-математических моделей сформирован комплексный механизм управления промышленными рисками предприятия, позволяющий на этапе планирования оптимизировать затраты на их предупреждение и страхование, а на этапе оценки результатов минимизировать затраты на ликвидацию ущерба в случае, если рисков события произошли.

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии теории и инструментария управления затратами на снижение ущерба от промышленных рисков, основанной на исследовании научно-методических подходов к предмету исследования и направленности на постановку задачи оптимизации развития промышленных предприятий с учетом факторов промышленных рисков.

Теоретические и методические результаты исследования доведены до уровня их практического использования и могут применяться в дальнейших исследованиях на промышленных предприятиях.

Практическая значимость исследования заключается в применении предлагаемых моделей и методов управления затратами на снижение ущерба от промышленных рисков предприятиями при формировании программы развития, с учётом оптимизации распределения издержек на управление рисками и снижение ущерба от их возникновения. Предложения автора по управлению затратами на снижение ущерба от промышленных рисков внедрены на промышленном предприятии АО «Самарская кабельная компания».

Апробация работы. Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы докладывались на международных и всероссийских

научно-практических конференциях и семинарах, в том числе: Всероссийская молодёжная научная конференция с международным участием, посвящённая 35-летию со дня первого полёта МТКС «Энергия-Буран» (Самара, 2023 г.); XVI Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы экономики современных промышленных комплексов. Финансирование и кредитование в экономике России: методологические и практические аспекты» (Самара, 2023 г.); XIV Всероссийская научно-практическая конференция «Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов. Актуальные проблемы и перспективы менеджмента организаций в России» (Самара, 2022 г.); Всероссийская молодежная научная конференция с международным участием «XVII Королёвские чтения» (Самара, 2023 г.); Всероссийская научно-практическая конференция «Антропогенная трансформация геопространства: меняющийся мир – штрихи к портрету» (Волгоград, 2023 г.); IV Международная научно-практическая конференция «Ключевые позиции и точки развития экономики и промышленности: наука и практика» (Липецк, 2024 г.); VI Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей «Актуальные проблемы техносферной безопасности» (Ульяновск, 2024 г.).

Публикации. Автором по теме исследования опубликовано 14 научных работ общим объемом 8,32 п.л. (личный вклад – 5,9 п.л.), в том числе 3 статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации включают введение, три главы, заключение, список литературы из 89 наименований. Диссертация содержит 124 страницы текста, включая 42 таблицы, 18 рисунков.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Уточнены и дополнены теоретические основы анализа и оценки промышленных рисков, а именно: проведена системная классификация видов рисков промышленных предприятий с одновременным учётом внешних и внутренних факторов влияния в разрезе процессов деятельности предприятия, позволяющая более эффективно оценивать влияние эндогенных и экзогенных факторов возникновения риска в конкретных видах деятельности промышленных предприятий.

Управление рисками промышленных предприятий основано на взаимосвязи оценки ущерба от возникновения рисков событий и затрат на его минимизацию. Производство является сферой с повышенной степенью риска, поэтому промышленные риски выделяются в качестве отдельных видов риска.

Исследование различных подходов к управлению рисками позволило выявить виды промышленных рисков, факторы, способствующие возникновению рисков ситуаций, а также места возникновения каждого из рисков на производстве (таблица 1).

Таблица 1 – Виды рисков промышленных предприятий и факторы влияния на них с учётом процессов предприятия

Тип деятельности предприятия / Факторы, влияющие на риск	Основная производственная деятельность	Вспомогательная деятельность	Обеспечивающая деятельность	Управленческая деятельность	Логистика
Внешние					
политические	АР, РСИС, КР, РИО	АР, РСИС, КР, РИО	АР, РСИС, КР, РИО	РСИС, КР, РОСТ	РСИС, КР
социально-экономические	АР, РСИС, КР, РИО	РПО, АР, РУС, АРВС, РСИС, КР, РИО	АР, РУС, РСОС, РСИС, КР, РИО	РСИС, КР, РОСТ, РОП	РСИС, КР, РССП
экологические	ТР, АР	АР	АР		
научно-технические	ТР, АР, РСИС, КР, РИО	РПО, АР, РПВЭС, РУС, АРВС, РСИС, ТРР, КР, РИО	АР, РПВЭС, РУС, РСОС, РСИС, КР, РИО	РСИС, КР	РСИС, КР
Внутренние					
операционные	ТР, АР, РСИС, КР, РИО	РПО, АР, РПВЭС, РУС, АРВС, РСИС, ТРР, КР, РИО	АР, РПВЭС, РУС, РСОС, РСИС, КР, РИО	РСИС, КР	РСИС, КР, РССП
административно-управленческие	АР, РСИС	АР, РУС, РСИС	АР, РУС, РСИС	РСИС, РОСТ, РОП	РСИС
кадровые	АР, РСИС, КР	РПО, АР, РСИС, КР	АР, РСИС, КР	РСИС, КР	РСИС, КР
ресурсные	ТР, АР, РСИС, РИО	АР, РПВЭС, РУС, АРВС, РСИС, ТРР, РИО	АР, РПВЭС, РУС, РСОС, РСИС, РИО	РСИС	РСИС, РССП
Виды риска:					
ТР – Технологический риск. РПО – Риск поломки оборудования. АР – Аварийные риски. РПВЭС – Риск перебоев в водо- и электро-снабжении. РУС – Риск увеличения сроков переналадки. АРВС – Аварийные риски вспомогательных систем. РСОС – Риск сбоев в обеспечивающих службах.			РСИС – Риск сбоев в работе информационных систем. ТРР – Транспортный риск. КР – Кадровые риски. РССП – Риск смещения сроков поставок (отказа). РОСТ – Риск отклонения от стратегических целей. РОП – Риск ошибочного прогноза деятельности предприятия. РИО – Риск износа оборудования.		

Проведена системная классификация видов рисков промышленных предприятий с одновременным учётом внешних и внутренних факторов влияния в разрезе процессов деятельности предприятия. Позволяет более эффективно оценивать влияние эндогенных и экзогенных факторов возникновения риска в конкретных видах деятельности промышленных предприятий.

2. Осуществлена экономико-математическая формализация задачи принятия решений по минимизации затрат промышленного предприятия на систему управления рисками.

Рассмотрим промышленное предприятие, выпускающее несколько видов продукции. Пусть целевая функция в задаче принятия решения руководством представляет из себя максимизацию прибыли, получаемой в результате деятельности предприятия:

$$Pr = B - C_R - C \rightarrow \max, \quad (1)$$

где Pr – прибыль промышленного предприятия; B – выручка; C_R – величина затрат на управление рисками; C – прочие производственные и непроизводственные затраты, включающие в себя затраты на ликвидацию ущерба по факту наступления рисков событий.

В данной работе основное внимание направлено на оптимизацию затрат на систему управления рисками, которые включают в себя затраты на страхование рисков событий C^{cmp} и затраты на их предупреждение C^{nped} . Предположим, что имеет место « m » рисков событий, из которых « k » рисков страхуется, а остальные предупреждаются. Обозначим через j номер риска. Тогда

$$C_R = C^{cmp} + C^{nped} = \sum_{j=1}^k C_j^{cmp} + \sum_{j=k+1}^m C_j^{nped}. \quad (2)$$

Руководство имеет фонд $\Phi \leq C_R$, который может быть направлен на управление рисками предприятия.

В случае наступления рисков событий каждое из них характеризуется величиной причинённого ущерба U_j , а также в случае страхования конкретного риска выплатами страхового возмещения от страховой компании K_j .

В случае наступления страхуемого рисков события страховая компания на основе информации о максимальном ущербе и вероятности наступления ρ_j выплачивает в качестве страховой выплаты следующее:

$$K = \sum_{j=1}^k \rho_j V_j. \quad (3)$$

Цель предупредительных мероприятий заключается в предотвращении некоторых рисков событий или смягчении тяжести последствий, если их наступление неизбежно. При таком подходе размер ожидаемого ущерба может быть ниже, чем при страховании рисков событий.

Несмотря на то, что предприятие предварительно провело ряд предупредительных мероприятий для $m-k$ рисков, при наступлении рисков события существует вероятность возникновения ущерба для данных объектов. С увеличением затрат на предупредительные мероприятия вероятность возникновения ущерба снижается, тем самым снижается и размер ожидаемого ущерба. Одним из вариантов функциональной зависимости, позволяющей описывать данную взаимосвязь, является функция вида:

$$U_j = \rho_j^* \frac{A_j}{(1 + C_j^{nped})}. \quad (4)$$

Тогда прибыль предприятия можно записать следующим образом:

$$Pr = \sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{j=1}^k C_j^{cmp} - \sum_{j=k+1}^m C_j^{nped} - \sum_{j=k+1}^m \rho_j U_j + \sum_{j=1}^k K_j - C \rightarrow \max \quad (5)$$

или

$$Pr = \sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{j=1}^k \delta_j V_j - \sum_{j=k+1}^m \left[C_j^{nped} + \frac{\rho_j^* A_j}{(1 + C_j^{nped})} \right] + \sum_{j=1}^k \rho_j V_j - C \rightarrow \max, \quad (6)$$

где q_i – готовая продукция i -го вида, ($i=1 \dots n$), n – количество видов продукции; p_i – цена реализации каждого вида продукции; δ_j – страховые тарифы; V_j – страховые суммы; ρ_j – вероятности наступления рисков событий; ρ_j^* – вероятность наступления j -го рисков события после проведения предупредительных мероприятий; C_j^{cmp} – затраты на страхование риска; C_j^{nped} – затраты на предупреждение риска; Φ – фонд, содержащий максимальный размер затрат на управление рисками; k – количество рисков, которые предприятие страхует; $m-k$ – количество рисков, которые предупреждает; A_j – некий параметр функции зависимости размера ущерба от затрат на предупредительные мероприятия, определяемый на основе статистики или экспертным путём.

Далее определяются ограничения, которые накладываются на целевую функцию (6). Ранее отмечено, что у предприятия существует фонд, содержащий максимальный размер затрат на управление рисками Φ^{max} . Количество ресурсов предприятия достаточно, что выпускать объём продукции, не превышающий максимально возможный объём Q_i^{max} . Соответственно, при прочих равных условиях максимально возможный размер выручки предприятия составляет $\sum Q_i^{max} p_i$. При взаимодействии со страховой компанией предприятие устанавливает ограничение на максимально возможную сумму страхования рисков V_j^{max} , которая не должна превышать фонд на систему управления рисками.

Таким образом, экономико-математическая формализация задачи принятия решений по минимизации затрат промышленного предприятия на систему управления рисками в общем виде имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} Pr = \sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{j=1}^k \delta_j V_j - \sum_{j=k+1}^m \left[C_j^{nped} + \frac{\rho_j^* A_j}{(1 + C_j^{nped})} \right] + \sum_{j=1}^k \rho_j V_j - C \rightarrow \max, \\ 0 < \sum_{j=1}^k C_j^{cmp} + \sum_{j=k+1}^m C_j^{nped} \leq \Phi. \end{array} \right. \quad (7)$$

3. Предложена методика оптимизации структуры затрат в системе управления рисками предприятия, позволяющая в отличие от существующих определить оптимальный размер затрат на предупредительные мероприятия по снижению величины возможного ущерба и вероятности наступления рисков событий, а также определить оптимальное значение страховых взносов в случае страхования рисков событий.

Для разработанной экономико-математической модели (7) с учётом того, что затраты на страхование j -го риска равны $C_j^{cmp} = \delta_j V_j$, можно записать:

$$\begin{cases} Pr = \sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{j=1}^k C_j^{cmp} - \sum_{j=k+1}^m \left[C_j^{nped} + \frac{\rho_j^* A_j}{(1 + C_j^{nped})} \right] + \sum_{j=1}^k \frac{C_j^{cmp}}{\delta_j} \rho_j - C \rightarrow \max, \\ 0 < \sum_{j=1}^k C_j^{cmp} + \sum_{j=k+1}^m C_j^{nped} \leq \Phi. \end{cases} \quad (8)$$

Для нахождения оптимальных значений управляющих параметров в целевой функции, а именно C_j^{cmp} и C_j^{nped} , можно использовать методику определения экстремумов функции нескольких переменных на основе метода Лагранжа.

Тогда получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial C_j^{nped}} = -1 + \frac{\rho_j^* A_j}{(1 + C_j^{nped})^2} + \lambda = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial C_j^{cmp}} = -1 + \frac{p_i}{\delta_j} + \lambda = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = \sum_{j=1}^k C_j^{cmp} + \sum_{j=k+1}^m C_j^{nped} - \Phi = 0. \end{cases} \quad (9)$$

где λ – множитель Лагранжа.

В результате решения данной системы уравнений определим выражение для затрат на предупредительные мероприятия по j -му риску, а именно:

$$C_j^{nped} = \sqrt{\frac{\rho_j^*}{\rho_j} \delta_j A_j} - 1. \quad (10)$$

Таким образом, получено аналитическое выражение затрат на предупредительные мероприятия, которые зависят от вероятности наступления рисков события, параметра, характеризующего зависимость размера ущерба от затрат на предупредительные мероприятия, а также страхового тарифа. При условии неотрицательных затрат на предупредительные мероприятия (10) следует, что:

$$\frac{\rho_j^*}{\rho_j} \geq \frac{1}{\delta_j A_j}. \quad (11)$$

Следовательно, именно для рисков событий, вероятность наступления которых, а также страховой тариф удовлетворяет соотношению (11), следует

вести речь об их предотвращении, остальные рисковые события необходимо страховать.

Из третьего уравнения системы (11) легко записать, что:

$$\sum_{j=1}^k C_j^{cmp} = \Phi - \sum_{j=k+1}^m \left(\sqrt{\frac{\rho_j^*}{\rho_j}} \delta_j A_j - 1 \right). \quad (12)$$

Получено аналитическое выражение для суммарных затрат на страхование рисков.

В случае, когда рисковое событие одновременно предупреждается и страхуется:

$$C_j^{cmp} = \delta_j (V_j - U_j), \quad (13)$$

тогда с учётом выражения (10) и того, что $U_j = \rho_j^* \frac{A_j}{(1 + C_j^{пред})}$, получаем:

$$C_j^{cmp} = \delta_j \sqrt{\frac{\rho_j \rho_j^* A_j}{\delta_j}}, j = \overline{k+1, m}. \quad (14)$$

Таким образом, выражения (10), (14) позволяют определить оптимальный размер затрат на предупреждение рискового события и его страхование.

4. Разработана экономико-математическая модель минимизации затрат предприятия на этапе планирования ликвидации ущерба при наступлении рисковых событий, в отличие от существующих позволяющая осуществлять выбор сторонних организаций в случае их привлечения по критериям минимизации сроков и стоимости выполнения работ.

Разработанная система управления рисками позволяет снизить вероятность наступления рисковых событий, оптимизировать затраты, однако полностью исключить внештатные ситуации невозможно, поэтому далее рассмотрим механизм системы управления рисками в случае, когда событие уже наступило и необходимо минимизировать затраты на устранение ущерба, возникшего в результате рискового события. Рассматриваются варианты ликвидации последствий собственными силами предприятия или силами сторонних организаций, которые руководство может привлекать для проведения работ по устранению ущерба.

Рассмотрим взаимодействие предприятия и компании по ремонту оборудования с точки зрения предлагаемого механизма системы управления рисками промышленного предприятия, направленного на минимизацию ущерба с учётом привлечения сторонних организаций для ликвидации последствий ущерба.

На практике, как правило, руководство предприятия может рассматривать несколько предложений, поступивших от сторонних организаций. Каждое предложение характеризуется стоимостью выполнения работ и сроком их выполнения. Обозначим C_k – величину затрат, необходимых для устранения

ущерба k -подрядчиком; t_k – срок выполнения работ k -подрядчиком. При этом необходимо учитывать, что во время выполнения данных работ предприятие может быть вынуждено снизить объёмы производства продукции на величину Δq_i .

Таким образом, помимо затрат на ликвидацию ущерба, предприятие несёт убытки в виде недополученной прибыли $\Delta \Pi = \sum_{i=1}^n p_i(q_i - \Delta q_i)$, например, из-за простоя находящегося в ремонте оборудования.

Предположим, имеется N сторонних организаций, которые могут выполнить работы по устранению ущерба. Обозначим C_{N+1} и t_{N+1} – стоимость работ и сроки их выполнения силами самого предприятия. Тогда целевую функцию предприятия, представляющую собой минимизацию всех затрат на ликвидацию ущерба от j -го рискового события и недополученной прибыли, можно записать следующим образом:

$$C_j^* = \sum_{k=1}^{N+1} x_k (C_k + \Delta \Pi p(\Delta q_i(t_k))) \rightarrow \min. \quad (15)$$

где x_k – переменная, принимающая значение «1», в случае выбора подрядчика, «0» – в противном случае. Значение $k=N+1$, соответствует случаю, когда предприятие способно своими силами ликвидировать ущерб с меньшими суммарными потерями, чем в случае привлечения подрядчика.

Таким образом, экономико-математическая модель по выбору сторонней организации для выполнения работ по ликвидации ущерба в случае наступления рискованных событий имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_j^* = \sum_{k=1}^{N+1} x_k (C_k + \Delta \Pi p(\Delta q_i(t_k))) \rightarrow \min, \\ x_k \in E, \\ x_k \in \{0,1\}, k = 1, \dots, N+1, \\ \sum_{k=1}^{N+1} x_k = 1. \end{array} \right. \quad (16)$$

При этом размер прибыли предприятия составит:

$$\Pi p(C_j^*) = \sum_{i=1}^n \rho_i(q_i - \Delta q_i) + \sum_{j=1}^k \rho_j V_j - C_j^* \rightarrow \min. \quad (17)$$

Таким образом, разработанная модель минимизации затрат на устранение ущерба от произошедших рискованных событий (16) позволяет в конечном итоге увеличить общую прибыль предприятия.

5. На основе разработанных экономико-математических моделей сформирован комплексный механизм управления промышленными рисками предприятия, позволяющий на этапе планирования оптимизировать затраты на их предупреждение и страхование, а на этапе оценки результатов минимизировать затраты на ликвидацию ущерба в случае, если рискованные события произошли.

На основе разработанных экономико-математических моделей сформирован комплексный механизм, позволяющий руководству промышленного предприятия планировать и реализовывать мероприятия по управлению рисками. Далее приведём блок-схему реализации данного механизма (рисунок 1).

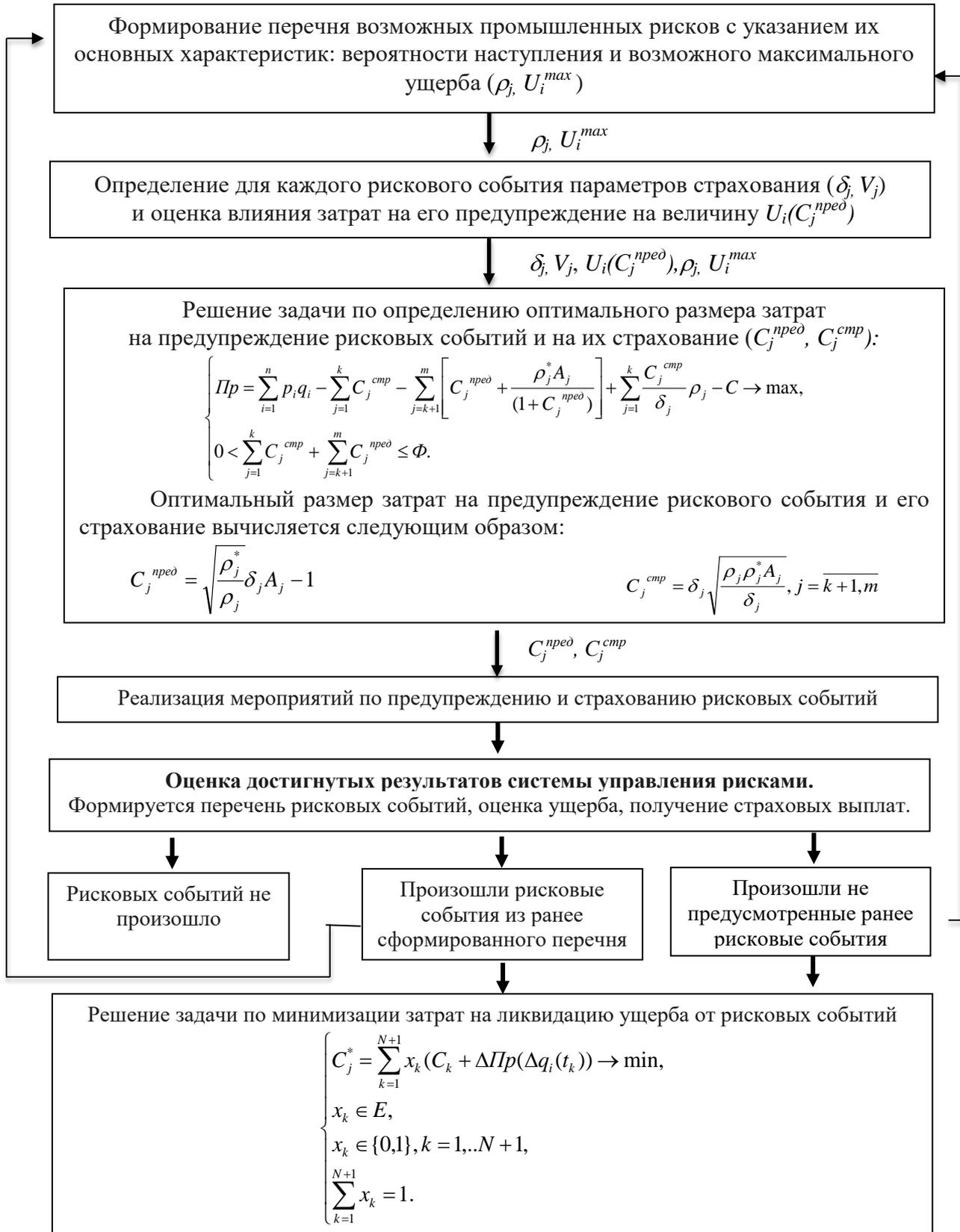


Рисунок 1 – Блок-схема комплексного механизма управления рисками предприятия

Данный механизм позволяет руководству предприятия планировать, реализовывать и оценивать результаты работы по управлению промышленными рисками, оптимизировать структуру затрат на предупреждение и страхование рисков, минимизировать затраты на устранение ущерба от возникновения рисков событий, что, в свою очередь, положительно влияет на прибыль предприятия.

Анализируя полученную блок-схему, можно сделать вывод о том, что механизм включает укрупнённо следующие этапы: планирование, оценка и контроль. Рассмотрим составляющие каждого из них.

Комплексный механизм апробирован на АО «СКК». Результат этапа планирования для каждого рискованного события из перечня представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Результат перераспределения затрат на мероприятия для рискованного события АО «СКК»

№	Наименование объекта	Размер затрат на предупредительные мероприятия, тыс. руб.		Размер затрат на страхование, тыс. руб.		Ущерб (компенсация), тыс. руб.		Максимальный ожидаемый ущерб, тыс. руб.
		Существующие	Оптимальные	Существующие	Оптимальные	Существующие (среднее значение за 5 лет)	Оптимальные	
1	Сотрудники	6009,1	7472,9	7584,6	6194,9	773,2	221,7	78099,6
1.1	Получение микротравмы	0,0	1463,8	1389,7	0,00	18,9	75,6	9250,8
1.2	Утрата трудоспособности до 21 дня	0,0	0,0	2196,0	2196,0	56,0	62,0	20140,0
1.3	Утрата трудоспособности свыше 21 дня	0,0	0,0	3998,9	3998,9	73,7	46,2	36250,1
1.4	Получение профзаболевания	6009,1	6009,1	0,0	0,00	624,5	37,8	12458,6
2	Оборудование	6440,9	7670,9	1631,0	0,00	695,5	523,8	122383,5
2.1	Поломка волочильного оборудования	858,9	858,9	0,0	0,00	108,4	137,8	9875,0
2.2	Поломка крутильного оборудования	1428,5	1428,5	0,0	0,00	121,1	96,8	7340,8
2.3	Поломка алюминиевого прессы	3182,8	3182,8	0,0	0,00	235,5	55,4	98236,9
2.4	Поломка промышленных холодильных установок	0,0	1223,0	1631,0	0,00	110,0	107,4	3178,4

Окончание таблицы 2

2.5	Поломка компрессоров	970,6	970,6	0,00	0,00	120,4	126,6	3752,3
3	Готовая продукция	0,0	4154,2	311,8	5580120,2			
4	Окружающая среда	202,0	621,7	900,4	351,5	1260,6	799,0	12486,4
4.1	Превышение допустимого размера выбросов загрязняющих веществ в атмосферу	0,0	263,3	206,5	0,0	308,4	174,8	2272,3
4.2	Превышение размера предельно допустимой концентрации опасных для здоровья веществ в цехах	0,0	0,0	218,8	218,8	215,98	190,7	2478,7
4.3	Превышение допустимого размера выбросов загрязняющих веществ при сбросе условно чистой воды	0,0	0,0	342,3	0,0	358,03	140,4	3925,0
4.4	Превышение допустимого размера выбросов загрязняющих веществ при хозяйственном сбросе	202,0	202,0	0,00	0,00	213,0	198,0	2572,8
4.5	Нарушение правил ликвидации отходов 4 класса опасности	0,0	156,3	132,7	132,7	165,1	95,2	1237,7
5	Доставка (логистика)	0,0		19212,22		175,52		8347,72
	Итого	12652,1	15765,5	33482,4	29912,8	3216,5	2031,8	5801437,3
	Экономический эффект	3113,4		-3569,6		-1184,7		5798220,8

Рассматривается случай, когда наступили рисковые события (таблица 2, события 2.4 и 2.5), связанные с выходом из строя вспомогательного оборудования, а именно «Поломка промышленных холодильных установок» и «Поломка компрессоров».

Далее представим сводную таблицу 3 с учётом информации о стоимости ликвидации последствий, которая учитывает размер затрат на ликвидацию,

срок ликвидации в случае возникновения рискового события, а также недополученную прибыль из-за простоя. Представлены два варианта: если ремонтно-восстановительные работы осуществляются силами предприятия и силами сторонней организации. Рассмотрена стоимость ликвидации для всех рисковых событий из перечня, кроме «Сотрудников», так как для них помощь в связи с травматизмом оказывает представитель медицинской организации на территории предприятия или приглашаются специалисты из медицинских учреждений. И в том, и в другом случае для предприятия это будет взаимодействие со сторонней организацией.

Таблица 3 – Результат применения комплексного механизма для рисковых событий АО «СКК»

№	Наименование объекта	Вероятность наступления рискового события	Действие	Размер затрат на предупредительные мероприятия/страхование, тыс. руб.	Стоимость ликвидации последствий с учётом простоя, тыс. рублей	
					СП	ССО
1	Сотрудники					
1.1	Получение микротравмы	0,12	предупреждает	1463,8	-	782
1.2	Утрата трудоспособности до 21 дня	0,09	страхует	2195,98	-	3571
1.3	Утрата трудоспособности свыше 21 дня	0,06	страхует	3998,88	-	5821
1.4	Получение профзаболевания	0,65	предупреждает	6009,1	-	4921
2	Оборудование					
2.1	Поломка волочильного оборудования	0,13	предупреждает	858,91	1734	1156
2.2	Поломка крутильного оборудования	0,15	предупреждает	1428,54	1963	1352
2.3	Поломка алюминиевого пресса	0,6	предупреждает	3182,83	3759	2972
2.4	Поломка промышленных холодильных установок	0,5	предупреждает	1252,55	3496	1907
2.5	Поломка компрессоров	0,07	предупреждает	830,66	2879	1752
3	Готовая продукция	0,13	страхует	4154,22	6208	5852
4	Окружающая среда					
4.1	Превышение допустимого размера выбросов загрязняющих веществ в атмосферу	0,65	предупреждает	263,28	880	642

Окончание таблицы 3

4.2	Превышение размера предельно допустимой концентрации опасных для здоровья веществ в цехах	0,2	страхует	218,8	465	385
4.3	Превышение допустимого размера выбросов загрязняющих веществ при сбросе условно чистой воды	0,7	страхует	342,32	692	571
4.4	Превышение допустимого размера выбросов загрязняющих веществ при хозфекальном сбросе	0,45	предупреждает	202,04	450	328
4.5	Нарушение правил ликвидации отходов 4 класса опасности	0,35	предупреждает	156,34	394	357
5	Доставка (логистика)	0,03	страхует	19212,22	11983	9473

Рассчитаем экономический эффект с точки зрения анализа изменения прибыли при реализации комплексного механизма. Результат представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты применения комплексного механизма по управлению рисками АО «СКК» (анализ прибыли)

Наименование показателя	Значение до оптимизации затрат в системе УР, тыс. рублей	Значение после реализации комплексного механизма, тыс. рублей	Экономический эффект, тыс. рублей
Затраты на систему УР	46134,46	45678,29	456,17
Прибыль	385039,00	390534,99	5495,99

Таким образом, в результате применения разработанного комплексного механизма оптимизации затрат в системе управления рисками предприятие получило положительный экономический эффект, заключающийся в увеличении прибыли на 5495,99 тыс. рублей.

III. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В диссертационной работе уточнены и дополнены теоретические основы анализа и оценки промышленных рисков, предложена классификация видов рисков промышленных предприятий с учётом экзогенных и эндогенных факторов. Предложен механизм определения оптимальной структуры затрат на систему управления рисками на этапе планирования, включающей затраты на

предупредительные мероприятия и на страхование. Разработана модель принятия решений по минимизации затрат на ликвидацию ущерба при возникновении рисков событий с возможностью привлечения сторонних организаций. Сформулирован и апробирован комплексный механизм управления рисками предприятия, включающий этап планирования затрат на систему управление рисками и этап оценки ущерба и минимизации затрат на его ликвидацию в случае наступления рисков событий.

IV. НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Научные статьи в изданиях, содержащихся в перечне ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определенном ВАК РФ

1. Клёвина, М.В. Сравнительный анализ материального ущерба от возникновения рисков событий на промышленных предприятиях и затрат на предупредительные мероприятия (на примере регионов ПФО) / М.В. Клёвина // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2022. – Т. 13. – № 2. – С. 41–50 (1,25 п.л./ 0,6 п.л.).

2. Клёвина, М.В. Моделирование системы управления рисками промышленного предприятия / Д.Ю. Иванов, Е.П. Ростова, М.В. Клёвина // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. – 2023. – Т. 18. – № 3. – С. 247–257 (1,3 п.л. / 0,8 п.л.).

3. Клёвина, М.В. Страховая компания в системе управления рисками производства / Д.Ю. Иванов, Е.П. Ростова, М.В. Клёвина // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2023. – Т. 14. – № 3. – С. 167–176 (1,25 п.л. / 0,8 п.л.).

Научные статьи в других изданиях РФ

4. Клёвина, М.В. Обзор теоретических основ научно-методических подходов анализа и оценки промышленных рисков / М.В. Клёвина // VIII Международная научно-практическая конференция «Воспроизводственный потенциал региона: проблемы измерения потенциала и конкурентоспособности». – Уфа, 2022. – С. 193–199 (0,44 п.л.).

5. Клёвина, М.В. Модель статистического анализа основных показателей оценки промышленных рисков в условиях неопределённости (на примере ПФО) / Д.Ю. Иванов, М.В. Клёвина // XIV Всероссийская научно-практическая конференция «Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов. Актуальные проблемы и перспективы менеджмента организаций в России». – Самара, 2022. – С. 12–21 (0,63 п.л. / 0,33 п.л.).

6. Клёвина, М.В. Модели и методы управления рисками промышленных предприятий в области устойчивого развития // Научный семинар студентов и аспирантов института экономики и управления «Управление организационно-экономическими системами». – 2022. – Вып. 22. – С. 236-241. (0,32 п.л.).

7. Клёвина, М.В. Разработка стратегии управления рисками промышленных предприятий в области устойчивого развития // Вестник

молодых ученых и специалистов Самарского университета. – 2022. – № 1 (20). – С. 174-179. (0,75 п.л.).

8. Клёвина, М.В. Сравнительный анализ методов управления рисками промышленных предприятий // Вестник молодых ученых и специалистов Самарского университета. – 2023. – № 1 (22). – С. 122-127. (0,37 п.л.).

9. Клёвина, М.В. Методика расчёта риск-аппетита промышленного предприятия / М.В. Клёвина // Антропогенная трансформация геопространства: меняющийся мир – штрихи к портрету: материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 11–12 декабря 2023 г. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2023. – С. 152–157 (0,25 п.л.).

10. Клёвина, М.В. Предприятие в системе управления рисками производства / Д.Ю. Иванов, М.В. Клёвина // Всероссийская молодёжная научная конференция с международным участием, посвящённая 35-летию со дня первого полёта МТКС «Энергия-Буран». – Самара, 2023. – Т. 1. – С. 477–478 (0,10 п.л. / 0,05 п.л.).

11. Клёвина, М.В. Модель статистического анализа затрат промышленного предприятия на мероприятия по охране окружающей среды (на примере ПАО «Тольяттиазот») / Д.Ю. Иванов, М.В. Клёвина // XVI Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы экономики современных промышленных комплексов. Финансирование и кредитование в экономике России: методологические и практические аспекты». – Самара, 2023. – С. 19–28 (0,63 п.л. / 0,34 п.л.).

12. Клёвина, М.В. Взаимосвязь процесса управления рисками и производительности труда промышленных предприятий // Научный семинар студентов и аспирантов института экономики и управления «Управление организационно-экономическими системами». – 2023. – Вып. 23. – С. 203-207. (0,31 п.л.).

13. Клёвина, М.В. Исследование показателей окружающей среды в системе управления рисками промышленного предприятия / М.В. Клёвина // Ключевые позиции и точки развития экономики и промышленности: наука и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции. – Липецк, 2024. – С. 93–99 (0,37 п.л.).

14. Клёвина, М.В. Охрана труда как элемент системы управления рисками предприятий / М.В. Клёвина // Актуальные проблемы техносферной безопасности: VI Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей (Россия, г. Ульяновск, 20–24 мая 2024 г.): сборник научных трудов [Электронный ресурс]. – Ульяновск: УлГТУ, 2024. – С. 395–397 (0,17 п.л.).