

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт **неразрушающего контроля**
Направление подготовки **20.03.01 – Техносферная безопасность**
Кафедра **экологии и безопасности жизнедеятельности**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка рисков чрезвычайных ситуаций на угледобывающем предприятии

УДК 622.8-047.43:622.333.012

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Никонова Елена Демьяновна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулина Ю.И.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романцов И.И	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко С.В.	Д.Х.Н.		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
Универсальные компетенции	
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателя, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ С.В. Романенко
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1E31	Никоновой Елене Демьяновне

Тема работы:

Оценка рисков чрезвычайных ситуаций на угледобывающем предприятии

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Угледобывающий разрез, расположенный в Кемеровской области. Объем добычи – 150000 т бурого угля в год. Третий класс опасности опасных производственных объектов. Угольный склад 40000 т угля. Режим работы – непрерывный. Наибольшая рабочая смена – 30 человек, общая численность – 110 работников.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Аналитический обзор литературных источников с целью установления состояния безопасности угольной промышленности в России и мире. Составление вероятностной схемы развития ЧС, выявление факторов, приводящих к реализации ЧС. Оценка вероятности наступления событий методом экспертных оценок. Разработка рекомендаций, направленных на снижение риска возникновения ЧС.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина Анна Николаевна	к.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Никонова Елена Демьяновна		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Уровень образования Бакалавриат
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Составление и утверждение технического задания на тему оценка рисков ЧС на угледобывающем предприятии	5
	Выдача задания на тему	5
	Постановка цели и задач	10
	Проведение литературного обзора по теме оценка риска на опасных производственных объектах	16
	Выявление опасных факторов для рассматриваемого предприятия и составление вероятностной схемы развития чрезвычайной ситуации	16
	Проведение анализа вероятности возникновения ЧС экспертным методом	16
	Обработка и анализ полученных данных и разработка рекомендаций по снижению риска возникновения ЧС	16
	Составление расчетно-пояснительной записки	16

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко С.В.	Д.Х.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Никоновой Елене Демьяновне

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя - 26300 руб. Оклад инженера - 17000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценочная карта конкурентных технических решений*
2. *График Гантта*
3. *Расчет бюджета затрат НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Никонова Елена Демьяновна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Никоновой Елене Демьяновне

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	20.03.01 – Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	Рабочее место – рабочая зона персонала, занятого в технологическом процессе ведения горных разработок.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	1.1. Анализ выявленных вредных производственных факторов (повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень вибрации и шума, экстремальные температуры, напряженность труда, тяжесть труда) 1.2. Анализ выявленных опасных производственных факторов (механический фактор, электрический ток)
2. Экологическая безопасность:	Анализ воздействия рассматриваемого предприятия на атмосферу, гидросферу и литосферу. Разработка решений по обеспечению экологической безопасности.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Безопасность в чрезвычайных ситуациях рассматривается в основной части ВКР.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Специальные правовые нормы трудового законодательства

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Никонова Елена Демьяновна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 89 страниц, 10 рисунков, 31 таблица, 42 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: оценка риска, чрезвычайные ситуации, угледобывающая промышленность, метод экспертных оценок

Объектом исследования является угледобывающий разрез Кемеровской области

Цель работы – выявление и оценка основных факторов, приводящих к реализации ЧС, и риски их возникновения.

В процессе исследования проводились обзор литературных источников по данной проблеме, составление опросных листов и опрос экспертов, обработка полученных данных с помощью инструментов статистики, анализ частоты и риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

В результате исследования получены значения риска возникновения ЧС на рассматриваемом объекте, предложены меры по снижению риска ЧС.

Область применения: оценка рисков ЧС на опасных производственных объектах.

Экономическая эффективность/значимость работы: бюджет работы составляет 157475,21 рубля.

В будущем планируется проведение математического моделирования процесса самовозгорания угля и зон действия поражающих факторов пожара.

Список сокращений

НКПР – нижний концентрационный предел распространения пламени;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ОС – окружающая среда;

НРС – наибольшая работающая смена;

ИТР – инженерно-технические работники;

АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия;

ТО – техническое обслуживание;

СЗЗ – санитарно-защитная зона;

ПДК_{мр} – предельно допустимая концентрация (максимально разовая);

ПДК_{сс} – предельно допустимая концентрация (среднесуточная);

ПДК_{рз} – предельно допустимая концентрация (воздуха рабочей зоны);

АХОВ – аварийно химически опасные вещества;

МВСК – минимальное взрывоопасное содержание кислорода;

ЛВЖ – легко воспламеняющаяся жидкость;

ТВС – топливно-воздушная смесь;

ЖД – железная дорога;

ОПО – опасный производственный объект;

ПБ ОПО – паспорт безопасности опасного производственного объекта.

Содержание

Введение.....	12
1 Обзор литературы	13
1.1 Характеристика угледобывающей промышленности	13
1.2 Риск. Законодательное обоснование проведения оценки риска	18
.2 Объект и методы исследования.....	21
2.1 Описание объекта	22
2.2 Данные о природно-климатических условиях в районе расположения объекта.....	23
2.3 Методы исследования	24
3 Практическая часть	26
3.1 Основные причины и факторы реализации чрезвычайных ситуаций на угледобывающем объекте	26
3.2 Выбор и обоснование метода оценки риска, его преимущества	30
3.3 Моделирование типовых сценариев развития чрезвычайной ситуации	32
4 Результаты и анализ оценки риска ЧС	40
4.1 Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС.....	40
4.2 Оценка риска ЧС	48
4.3 Рекомендации по снижению риска возгорания угля.....	51
4.3.1 Предотвращение самовозгорания угля на территории горного отвода предприятия.....	52
4.3.2 Предотвращение возгорания угля на складе.....	52
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	54
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	54
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	54
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	55
5.2 Планирование научно-исследовательской работы.....	57
5.2.1 Структура работы в рамках научного исследования	57
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	58

5.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	61
5.2.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	65
5.2.4.1	Расчет затрат на сырье и материалы НТИ.....	65
5.2.4.2	Основная заработная плата исполнителей темы	66
5.2.4.3	Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	68
5.2.4.4	Отчисления на социальные нужды	68
5.2.4.5	Накладные расходы	69
5.2.4.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	69
6	Социальная ответственность	71
6.1	Производственная безопасность объекта.....	72
6.1.1	Анализ вредных и опасных факторов производственной среды....	72
6.2	Экологическая безопасность	76
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	78
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	79
6.4.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	79
	Заключение	80
	Список публикаций студента	82
	Список использованных источников.....	83
	Приложение А	88

Введение

В настоящее время каждая крупная производственная компания сталкивается с различного рода рисками в ходе своего функционирования. Это могут быть потери, связанные с коммерческой, производственной, управленческой и другими видами деятельности предприятия. Предприятия угольной отрасли не являются исключениями в этом вопросе. Своевременное и качественное проведение оценки рисков ЧС позволяет принять меры, по исключению и минимизации факторов, приводящих к возникновению чрезвычайных ситуаций.

Объектом исследования является предприятие по открытой добыче бурого угля, расположенное на территории Кемеровской области.

Цель работы – выявление основных факторов, приводящих к реализации ЧС, и оценка рисков их возникновения.

Задачи работы:

- провести анализ литературных источников о состоянии безопасности угольной промышленности в России и мире;
- выявить основные факторы реализации ЧС и предложить вероятностную схему развития ЧС для рассматриваемого объекта;
- оценить вероятность и риск реализации различных видов ЧС на угледобывающем предприятии;
- разработать рекомендации по снижению вероятности реализации ЧС.

1 Обзор литературы

1.1 Характеристика угледобывающей промышленности

Начало использования каменного угля в качестве топлива для обогрева жилищ относится ко Франции 1095 года. Спустя 100 лет, в 1198 году, в Германии начали вести угледобычу. В России промышленное освоение угольных месторождений произошло значительно позже, во времена Петра I, в 1668 году, когда был обнаружен каменный уголь на берегах реки Донц. Первое упоминание об обнаружении угля на территории Кузбасса встречается в дневнике Д.Г.Мессершмидта от 28 апреля 1721 года[1].

В настоящее время угольная промышленность представляет собой большой пласт экономики России. Согласно ежегодному докладу статистических данных мировой энергетики British Petroleum, на территории Российской Федерации расположены 17,6% всех мировых запасов угля, это второй по величине результат после США, на территории которых расположены 26,6% мировых запасов[2].

На территории Кемеровской области сосредоточено порядка 138 угольных предприятий [3]. На долю Кузбасса приходится более 60% от общего объема добываемого в России угля. В связи с вышесказанным, учитывая большую плотность распределения угольных предприятий на территории региона, вопрос безопасного функционирования данных предприятий является первоочередным.

Причинами возникновения ЧС в угольной отрасли могут быть различные факторы, в зависимости от способа добычи угля. Разработки угольных месторождений ведутся открытым и подземным способами. Открытые угольные работы ведутся на разрезах, а закрытые – на шахтах. Основным способом добычи на 2015 год в Кузбассе является открытый способ

(на его долю приходится около 64% от объема всего добываемого угля). Остальные 36% добываются подземным способом[4].

При ведении открытых горных разработок существует риск возникновения таких факторов, приводящих к реализации ЧС:

- возгорание отвалов и угольных складов;
- падение техники с уступов и отвалов;
- обвалы горных выработок и бортов;
- незапланированные взрывы при ведении буровзрывных работ;
- явления природного характера: землетрясения, наводнения, ливневые и грозные явления и т.д.

При добыче угля подземным способом причинами возникновения ЧС могут являться взрывы смеси метана и воздуха; взрывы пылевоздушной смеси; водные прорывы; обрушения и обвалы; остановка вентиляционной установки; экзогенные и эндогенные пожары, а также различные природные явления.

На территории Кемеровской области регулярно происходят ЧС, связанные с функционированием угольных предприятий. Не смотря на постоянную модернизацию используемого оборудования и процессов, труд работников угольной промышленности по-прежнему непрерывно связан с опасностями.

Наиболее опасным способом ведения горных разработок является именно ведение подземной добычи угля. Крупнейшая авария, повлекшая смерть 1549 горняков, произошла 26 апреля 1942 года в Китае на угольной шахте «Хонкэйко». Причиной данной аварии стал взрыв газа, но большинство рабочих умерли не из-за взрыва, а из-за отравления окисью углерода из-за неисправно работающей вентиляции[5].

Таблица 1.1 – 10 крупнейших аварий в угольной промышленности в России[6]

Дата	Место	Погибшие	Причины
19 марта 2007	Шахта «Ульяновская», Новокузнецк	110	Взрыв метана и угольной пыли

Продолжение таблицы 1.1

8-9 мая 2010	Шахта «Распадская», Междуреченск	91	Взрыв метана
2 декабря 1997	Шахта «Зыряновская», Новокузнецк	67	Взрыв метана и угольной пыли
10 апреля 2004	Шахта «Тайжина», Осинники	47	Взрыв метана
24 мая 2007	Шахта «Юбилейная», Новокузнецк	39	Короткое замыкание, вывод из строя датчиков концентрации метана
25 февраля 2016	Шахта «Северная», Воркута	10 (26 пропали без вести)	Взрыв метана
18 января 1998	Шахта «Центральная», Воркута	27	Взрыв метана и угольной пыли
7 октября 1993	Шахта «Центральная», Копейск	25	Возгорание угольной пыли на конвейере
1 декабря 1992	Шахта имени Шевякова, Междуреченск	25	Взрыв метана и угольной пыли
9 февраля 2005	Шахта «Есаульская», Новокузнецк	25	Взрыв метана

Анализ и выявление причин, повлекших за собой возникновение ЧС на шахтах, показывает, что одними из основных причин, приводящих к реализации ЧС, являются взрывы метана, обрушение кровли и нарушение норм охраны труда.

В связи с высокой развитостью угольной промышленности, и необходимостью обеспечения безопасного функционирования предприятий угледобывающего профиля, своевременное проведение анализа и оценки рисков ЧС на территории Кемеровской области необходимо. Это позволит вовремя принять необходимые превентивные меры в области обеспечения промышленной безопасности и повысить уровень безопасности труда.

Согласно приказу МЧС №506, ОПО обязаны разрабатывать паспорт безопасности опасного производственного объекта (ПБ ОПО) для определения показателей степени риска возникновения ЧС для персонала ОПО, а также для населения, проживающего вблизи объекта. В ПБ ОПО производится определение возможности возникновения ЧС на ОПО, а также возможные последствия возникновения ЧС как на самом объекте, так и на соседнем. Грамотное составление ПБ ОПО позволяет провести оценку состояния работ по предупреждению ЧС и разработать план мероприятий, направленных на снижение риска и уменьшение последствий возникновения ЧС на объекте[7].

Согласно приказу МЧС РФ №105, рассчитываемые показатели степени риска чрезвычайных ситуаций техногенного характера должны уточняться организациями, эксплуатирующими потенциально опасные объекты, не реже одного раза в пять лет. В тех случаях, когда происходит изменение технологии, проводятся реконструкции, происходит увеличение численности производственного персонала или возникают другие изменения производственного процесса, уточнение показателей риска должно производиться чаще[8].

Обеспечение своевременного проведения оценки рисков на предприятиях угольной промышленности позволяет принять превентивные меры в области промышленной безопасности и обеспечить безопасное функционирование угольных предприятий. Согласно докладу Сибирского управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Кемеровская область, Алтайский край, Республика Алтай, Новосибирская, Омская, Томская области), за 12 месяцев 2016 года в угольной отрасли было допущено 175 несчастных случаев, из которых 12 оказались смертельными. Согласно полученным данным в ходе проведенных Ростехнадзором с 22 августа по 27 октября 2016 года проверок угледобывающих предприятий Кемеровской области, было выявлено 610 нарушений требований промышленной безопасности, связанных с несоблюдением технической документации, отклонением от согласованных

программ развития горных работ, нахождением горных выработок в пыле-взрывоопасном состоянии. При этом на территории Кемеровской области, Алтайского Края, Республики Алтай, Новосибирской, Омской и Томской области на долю угольной промышленности приходится большая часть аварий. В таблице 1.2 представлены данные Сибирского управления Ростехнадзора о количестве несчастных случаев в угольной промышленности, числе пострадавших и сравнение с аналогичным периодом предыдущих лет[9].

Таблица 1.2- данные о несчастных случаях в угольной промышленности за период 2013-2016 гг.

Год	2013	2014	2015	2016
Допущено несчастных случаев в угольной отрасли, всего	294	222	188	175
В том числе смертельных случаев	30	19	14	12
Доля несчастных случаев в угольной промышленности от общего количества несчастных случаев, %	90	81	82	88
Доля смертельных случаев в угольной промышленности от общего количества смертельных случаев, %	71	56	54	67

Следует отметить, что на угольную промышленность приходится значительная доля произошедших несчастных случаев, что свидетельствует о повышенной опасности предприятий угольной промышленности.

Таблица 1.3 – данные о количестве аварий в угольной промышленности за период 2013 – 2016 гг.

Год	2013	2014	2015	2016
Допущено аварий	21	23	20	19
Допущено аварий по углю	9	7	7	6
Доля аварий в угольной промышленности от общего числа аварий, %	43	30	35	32
Травмировано в авариях (в том числе смертельно)	18(12)	30(6)	7(5)	3(3)
Травмировано в авариях по углю (в том числе смертельно)	17(12)	7(2)	3(3)	2(2)
Доля травмированных в угольной промышленности от общего количества травмированных в авариях, %	94	23	43	67
Доля смертельных случаев в угольной промышленности от общего количества смертельных случаев, %	100	33	60	67

Представленные в таблице 1.2 данные показывают, что, не смотря на то, что доля аварий в угольной промышленности составляет в среднем 35% от общего числа аварий, количество травмированных, в том числе смертельно, занимает большую долю от общего числа. В среднем более 50% случаев, связанных с получением травм и 65% смертельных случаев приходится именно на предприятия угольной отрасли. Этот факт свидетельствует о том, что тяжесть последствий аварий в угольной промышленности является более высокой, чем в других отраслях промышленности Кемеровской области, Алтайского Края, Республики Алтай, Новосибирской, Омской и Томской областей, что указывает на существующую необходимость проведения оценки рисков возникновения ЧС на угледобывающих предприятиях с целью повышения их безопасности.

1.2 Риск. Законодательное обоснование проведения оценки риска

В России и во всем мире растет обеспокоенность в связи со все возрастающим числом ЧС как природного, так и техногенного характера, а также увеличением масштабов данных событий. В сложившейся обстановке необходимо принятие мер, направленных на совершенствование управления безопасностью. В качестве одного из решений данной проблемы рассматривается переход к методам управления, которые основаны на анализе и оценке риска как количественной характеристики опасности для населения и ОС от того или иного объекта повышенной опасности, к управлению рисками чрезвычайных ситуаций. При этом риск должен оцениваться не только при нормальных условиях, безаварийной эксплуатации ОПО, но и при реализации аварий и катастроф с разрушением систем защитных оболочек и сооружений, выходом в окружающую среду опасных веществ, затоплением огромных территорий и т.п.[10]. Данные вопросы рассматриваются в системе управления рисками, что представляет из себя скоординированные действия по руководству и управлению организацией в области риска[11].

При этом под показателем риска возникновения аварии принято понимать измеренную или рассчитанную величину, которая количественно характеризует вероятность или частоту возникновения аварии. Сам риск представляет собой сочетание частоты (или вероятности) и последствий определенного опасного события. В понятие риска всегда включаются такие элементы, как частота, с которой происходит опасное событие, и последствия этого события, т.е. реализация опасностей определенного класса. Риск возникновения ЧС представляет собой вероятность или частоту возникновения ЧС [12].

В настоящее время действенным мероприятием, направленным на предупреждение ЧС техногенного характера и снижение риска возникновения ЧС, является декларирование промышленной безопасности в соответствии с ФЗ №116. Декларация промышленной безопасности опасного производственного объекта представляет собой документ, в котором представлены результаты всесторонней оценки риска аварии, анализа достаточности принятых мер по предупреждению аварий и по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями норм и правил промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте[13].

Решением совместного заседания Совета Безопасности РФ и президиума Государственного совета РФ по вопросу «О мерах по обеспечению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов инфраструктуры и населения страны от угроз техногенного, природного характера и террористических проявления», было решено разработать и обеспечить утверждение в установленном порядке типового паспорта безопасности опасных объектов. Паспортом безопасности (ПБ ОПО) является документ, главным предназначением которого является предотвращение и снижение риска возникновения ЧС техногенного характера на опасных производственных объектах. ПБ ОПО включает в себя общую характеристику

опасного производственного объекта, показатели степени риска ЧС, характеристику аварийности и травматизма, характеристику организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность объекта и готовность к ликвидации ЧС. В качестве приложений к ПБ ОПО прилагаются ситуационный план с нанесенными зонами последствий от возможных ЧС на объекте, диаграмма социального риска, а также расчетно-пояснительная записка. Составление ПБ ОПО является обязательным требованием на основании приказа МЧС №506 для объектов, которые эксплуатируют, изготавливают, перерабатывают, хранят или перевозят радиоактивные, пожаровзрывоопасные и другие опасные вещества, а так же гидротехнические сооружения в случае возможного возникновения ЧС. Единственным исключением являются объекты Вооруженных сил РФ. Также, в случае разработки объектом декларации промышленной безопасности, расчетно-пояснительная записка к ПБ не требуется[8].

В расчетно-пояснительной записке ПБ ОПО приводятся показатели степени риска для наиболее опасного и наиболее вероятного сценария развития ЧС. Также в расчетно-пояснительной записке приводятся материалы, которые обосновывают и подтверждают показатели степени риска ЧС для персонала и населения, проживающего вблизи ОПО, которые затем включаются в ПБ. В расчетно-пояснительной записке должны быть приведены расчеты по всем возможным сценариям развития ЧС, при этом, при определении показателей степени риска, необходимо учитывать возможность возникновения ЧС, если их источником являются объекты, расположенные по соседству с рассматриваемом в ПБ ОПО.

ПБ ОПО разрабатывается один раз в 5 лет, или после каждого изменения производственного процесса. Декларация о промышленной безопасности разрабатывается вновь спустя 10 лет со дня внесения последней декларации промышленной безопасности в реестр деклараций промышленной безопасности. Также декларация промышленной безопасности разрабатывается раньше указанного срока в случае изменения технологических процессов на

ОПО, изменении требований промышленной безопасности, а также по предписанию федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности, или его территориального органа в случае обнаружения несоответствий сведений, полученных в ходе осуществления надзора в области промышленной безопасности с данными, указанными в декларации[14]

•

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание объекта

Объектом исследования данной работы является угледобывающий разрез Кемеровской области. На рисунке ниже представлена съемка со спутника района расположения предприятия, где цифрами обозначены следующие объекты:

- 1 – административно-бытовой комбинат;
- 2 – гараж;
- 3 – горный участок;
- 4 – угольный склад;
- 5 – Красноярская железная дорога



Рисунок 2.1 – Спутниковая съемка территории расположения предприятия

Основным направлением деятельности предприятия является добыча бурого угля. На данном угледобывающем разрезе ведутся открытые горные разработки, производятся выемочно-погрузочные работы с использованием тяжелой техники. Уголь вывозится на угольный склад, расположенный в 7 км к западу от разреза, откуда его отгружают к потребителю. Уголь данного месторождения относится к высокосортному энергетическому топливу.

Основной отличительной способностью бурого угля является то, что на открытом воздухе он быстро теряет свою влагу и превращается в порошок.

Данный объект, согласно ФЗ №116 относится к третьему классу опасности ОПО[14]. Среднегодовые объемы добычи угля составляют 150 тыс. т угля. Общая численность рабочего персонала составляет 110 человек, НРС– 30 человек.

2.2 Данные о природно-климатических условиях в районе расположения объекта

Рассматриваемый в данной работе угольный разрез входит в состав Канско-Ачинского угольного бассейна, расположенного на территории Кемеровской области и Красноярского Края. Климат района резко континентальный, данному району присущи продолжительные снежные и морозные зимы, которые сменяются коротким, но достаточно жарким летом. Сведения о природно-климатических условиях в районе расположения исследуемого объекта приведены в таблице ниже. Данные приведены согласно СНиП 23-01-99 для района расположения объекта исследования[15].

Таблица 2.1 – природно-климатические условия района

Наименование показателя	Величина показателя
Зона влажности	Сухая
Направление господствующих ветров	Юго-западное
Нормативная ветровая нагрузка	38 кг/м ²
Средняя годовая температура воздуха	+0,9°С
Абсолютная минимальная температура воздуха	-50°С
Абсолютная максимальная температура воздуха	+38°С
Средняя максимальная температура воздуха	+24,9°С
Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92	-39°С
Средняя температура воздуха наиболее теплого месяца (июль)	+18,8°С
Средняя температура наиболее холодного месяца (январь)	-17,2°С
Сейсмичность площадки	6 баллов
Годовое количество осадков	436 мм

Среднегодовая скорость ветра, повторяемость которого составляет 5%, является скоростью 13 м/с. Климатическая характеристика приведена в соответствии с данными Кемеровского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС). В таблице 2.2 представлена информация о ветрах в месте расположения объекта.

Таблица 2.2 – повторяемость направлений ветра за год

Азимут	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
%	6	6	6	10	25	24	12	11

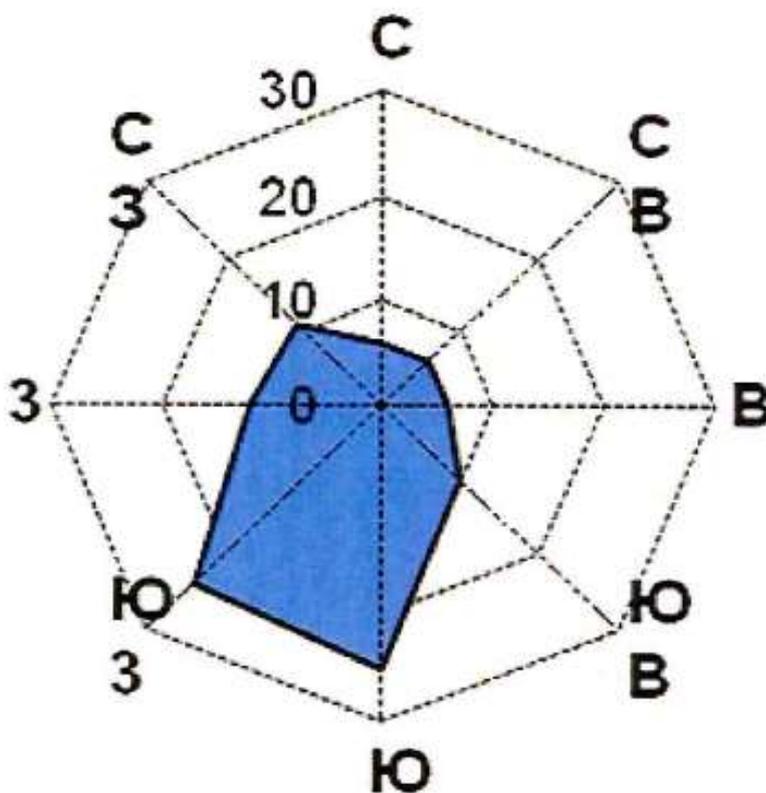


Рисунок 2.2 – Роза ветров

2.3 Методы исследования

В данной работе в качестве метода исследования был выбран вероятностный метод. Целесообразность его использования обусловлена возможностью моделирования всех инициирующих событий, приводящих к реализации ЧС. Также в работе используется такой инструмент, как метод

экспертных оценок, поскольку на данном предприятии отсутствуют статистические данные по количеству возгораний на угольном складе в виду того, что предприятие функционирует непродолжительный период времени.

При проведении анализа риска последовательно были выполнены такие этапы, как:

- Идентификация опасностей;
- Построение дерева событий;
- Применения экспертного метода для анализа вероятности воспламенения угольного склада;
- Выводы по результатам оценки риска, предложение мер по минимизации влияния факторов, приводящих к возникновению ЧС.

3 Практическая часть

3.1 Основные причины и факторы реализации чрезвычайных ситуаций на угледобывающем объекте

Основной трудностью при ведении угледобычи в местах залегания бурого угля является способность к самовозгоранию пластов, выходящих на контакт с дневной поверхностью, а так же самовозгорание угля, хранящегося на угольных складах.

Основным опасным веществом, находящимся в обороте на предприятии, является уголь и образующаяся угольная пыль. Характеристики данных веществ приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – характеристики опасных веществ, находящихся в обороте на предприятии

Наименование параметра	Показатели
УГОЛЬ	
Объемный вес (кажущаяся плотность) органической массы	1,28 г/см ³
Средневзвешенная зольность прослоев породы	85,6
Удельная теплота сгорания	29,1-33,8 МДж/кг
Уголь легко воспламеняется от искр и пламени и вновь воспламеняется после тушения. Горюч. Самовозгорается на воздухе. Нерастворим в воде. Малотоксичен. При пожарах и взрывах возможны ожоги и травмы	
УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ	
НКПРП	32 г/м ³
Температура воспламенения	159°С
Температура самовоспламенения	480°С
Угольная пыль образует с воздухом взрывоопасные смеси. Горюча, склонна к самовозгоранию. Токсическое действие пыли весьма слабо, острые отравления исключены	

Объективным фактором, определяющим способность угля к самовозгоранию, являются угол падения пласта и его мощность. На рассматриваемом объекте угол падения пласта колеблется в пределах от 12° до

24°, что соответствует малоопасному углу падения. Средняя мощность пласта на рассматриваемом объекте составляет 32,5 м, что свидетельствует о высокой опасности самовозгорания угля[16].

Соседним объектом, на котором могут возникнуть возможные ЧС, является железная дорога, расположенная в 0,2 км от территории рассматриваемого в работе объекта. По данной железной дороге в цистернах транспортируются такие АХОВ, как аммиак и хлор, а также такие опасные вещества, как бензин и дизтопливо. Ниже приведены подробные описания и характеристики каждого вещества.

1. *Аммиак*. Аммиак является бесцветным газом, обладает резким запахом, легче воздуха. Аммиак хорошо растворяется в воде. При выходе в атмосферу дымит. Газ – горючий. Горит при наличии постоянного источника огня. Пары аммиака образуют с воздухом взрывоопасные смеси. Емкости с аммиаком могут взрываться при нагревании. В порожних емкостях образуются взрывоопасные смеси.

Таблица 3.2 – Характеристики аммиака[17]

Наименование показателя	Значение
Температура кипения	-33,4°С
Плотность по воздуху	0,597
Коэффициент диффузии газа в воздухе	0,198 см ² /с
Теплота сгорания	-316,5 кДж/моль
Температура самовоспламенения	650 °С
КПРП в воздухе	15-28%(об.)
Минимальная энергия зажигания	680 мДж
Максимальное давление взрыва	588 кПа
МВСК	16,2% (об.)
ПДК _{рз}	20 мг/м ³
Класс опасности	4

Токсическое действие. Высокие концентрации вызывают обильное слезотечение и боль в глазах, удушье, сильные приступы кашля, головокружение, боли в желудке, рвоту, задержание мочи. Тяжелое отравление протекает на фоне резкого уменьшения легочной вентиляции, острой эмфиземы, увеличения печени, ацидоза. Уже через несколько минут после

массивного воздействия наступает мышечная слабость с повышенной рефлекторной возбудимостью, титанические судороги; резко снижается порог слуха, вследствие чего сильный звук вызывает новый приступ судорог. После воздействия очень высоких концентраций пострадавшие очень сильно возбуждены, находятся в состоянии буйного бреда, не способны стоять. Наблюдаются резкие расстройства дыхания и кровообращения; в ближайшие часы (иногда и в первые минуты) после отравления может наступить смерть от сердечной слабости или остановки дыхания в фазе вдоха при спазме голосовой щели (рефлекс тройничного нерва). Возможен химический ожог глаз и верхних дыхательных путей.

2. *Хлор*. Зеленовато-желтый газ с характерным запахом. В воде малорастворим. Является сильным окислителем. Коррозионен. При выходе в атмосферу дымит. Тяжелее воздуха, вследствие чего скапливается в низких участках местности, подвалах, тоннелях. Газ не горюч, однако емкости могут взрываться при нагревании. ПДК_{рз} хлора 0,1 мг/м³, данное вещество относится ко второму классу опасности, обладает остронаправленным механизмом действия и требует автоматического контроля за содержанием в воздухе.

Токсическое действие. Отравление высокими концентрациями хлора может привести к молниеносной смерти из-за рефлекторного торможения дыхательного центра. Пострадавший начинает задыхаться, лицо синее, сильно нарушается координация движений, возможна потеря сознания, учащение пульса, возможная остановка дыхания через 5 – 25 минут после вдыхания газа; сердце, хоть и ненадолго, переживает остановку дыхания. Смертельный исход объясняется химическим ожогом легких. При вскрытии легкие кажутся уменьшенными в размере и имеют характерный желтовато-бурый глинистый цвет, ткань легких теряет эластичность.

Отравления малыми концентрациями сопровождаются покраснением конъюнктивы, мягкого неба и глотки, бронхитом, небольшой эмфиземой легких, легкой отдышкой, охриплостью, чувством давления в груди, часто рвотой.

3. *Бензин*. Бесцветная ЛВЖ, представляющая собой смесь легких углеводородов. Бензин при горении прогревается на всю глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой.

Таблица 3.3 – Характеристики бензина[17]

Наименование показателя	Значение
Скорость нарастания прогретого слоя	0,7 м/ч
Температура прогретого слоя	80-100°C
Температура пламени	1200°C
Температура вспышки	-36°C
Температура самовоспламенения	380°C
Теплота сгорания	44,0 МДж/кг
КПРП	0,98-5,8% (объемные)
Класс опасности	4
ПДК _{рз}	0,1 мг/м ³

Воздействие на человека. Опасен при вдыхании и проглатывании. Пары бензина вызывают раздражение слизистых оболочек и кожи. Вызывает головокружение, чувство опьянения, першение в горле, красноту, зуд кожи, красноту век. При пожаре и взрывах возможны ожоги и травмы. При длительном воздействии пары бензина могут вызвать сильное отравление человека.

4. *Пропан*. Пропан (C₃H₈) является горючим бесцветным газом. Характеристики пропана приведены в таблице ниже.

Таблица 3.4 – Характеристики пропана[18]

Наименование показателя	Значение
Температура кипения	-42,06°C
Коэффициент диффузии газа в воздухе	0,0977 см ² /с
Теплота образования	-103,8 кДж/моль
Теплота сгорания	-2044 кДж/моль
Температура вспышки(расчетная)	-96 °C
Температура самовоспламенения	470 °C
КПРП(объемные)	2,3-9,4%
Максимальное давление взрыва	843 кПа
Максимальная скорость нарастания давления	24,8 Мпа/с
Класс опасности	2

Воздействие на человека. Пропан не вызывает никаких симптомов у людей при кратковременном воздействии в концентрациях до 1%.

Концентрация 10% незначительно раздражает глаза, нос или дыхательные пути, но через несколько минут вызывает легкое головокружение. При контакте с жидкостью кожного покрова, глаз, возможно обморожение

Таким образом, на данном разрезе существует риск возникновения такого ЧС, как пожар на угольном складе и в угольном отводе разреза. На соседних объектах существует вероятность возникновения токсического заражения местности, пожар, взрыв.

3.2 Выбор и обоснование метода оценки риска, его преимущества

Согласно приказу Министерства промышленности и энергетики №78, среди методов анализа и оценки рисков можно в общем случае выделить три основных подхода: феноменологический, детерминистский и вероятностный.

1. Феноменологический метод. Данный метод основан на установлении возможности или невозможности развития аварийных процессов, основываясь на результатах анализа условий достаточности и необходимости, связанных с теми или иными законами природы. Этот метод наиболее прост в применении, но получаемые результаты являются надежными, только если исследуемые процессы и состояния позволяют определить состояние компонентов рассматриваемой системы с достаточным запасом. Вблизи границ резкого изменения состояния систем и веществ данный метод является ненадежным. Феноменологический метод возможно применять для определения относительного уровня безопасности разных технологий и типов промышленных установок, но данный метод не подходит для анализа разветвленных аварийных процессов, развитие которых зависит от надежности различных частей установки и (или) ее средств защиты.

2. Детерминистский метод. Данный метод подразумевает анализ порядка этапов развития аварии от финального события через последовательность предполагаемых стадий деформаций, отказов и разрушения компонентов до

определенного конечного состояния системы. Ход протекания аварийного процесса изучается и предсказывается при помощи математического моделирования и создания имитирующих моделей, а также проведения сложных расчетов. Данный подход является наглядным и позволяет обеспечить психологическую приемлемость, т.к. предоставляет возможность выявить главные факторы, оказывающие влияние на протекание процесса. Недостатками данного метода являются:

- возможность упущения из виду каких-либо важных цепочек событий при развитии аварии;
- трудность построения математических моделей, отвечающих требованию адекватности;
- сложность и высокая финансовая затратность проведения экспериментальных исследований, необходимых для тестирования вычислительных программ.

3. Вероятностный метод. Данный метод подразумевает не только оценку вероятности возникновения аварии, но и расчет относительной вероятности различных путей развития процесса. Для этого необходимо провести анализ разветвленных цепочек событий и отказов оборудования, выбрать подходящий математический аппарат и оценить полную вероятность аварии. При этом математические модели, используемые для расчета, позволяют значительно упростить, в отличие от детерминистских схем расчета. Главными ограничениями в применении вероятностного метода для анализа безопасности являются:

- недостаточность сведений по функциям распределения параметров;
- отсутствие или неполнота статистики отказов оборудования;
- снижение доверительности получаемых оценок риска для тяжелых аварий из-за применения упрощенных схем для расчета.

Не смотря на вышеперечисленные недостатки ВАБа (вероятностного анализа безопасности), данный подход является одним из наиболее перспективных[19].

В данной работе является целесообразным применение вероятностного метода с использованием такого инструмента, как метод экспертных оценок. Преимуществом данного метода является возможность применения его к ситуациям, по которым отсутствуют статистические данные. Данный метод заключается в проведение анализа проблемы экспертами, которые являются специалистами в данной области. Полученные от экспертов оценки в дальнейшем проходят обработку на согласованность, и затем производится анализ полученных результатов. Данный метод нашел широкое применение при оценке рисков ЧС на предприятиях, на которых отсутствуют статистические данные о ЧС в виду недавнего открытия, изменения технологии, и др.

3.3 Моделирование типовых сценариев развития чрезвычайной ситуации

Для проведения анализа развития ЧС на рассматриваемом объекте, необходимо построить вероятностную модель развития событий, приводящих к реализации ЧС. Для этого были собраны данные о рассматриваемом предприятии, а также данные о климатических условиях района расположения объекта, соседних объектах.

Таблица 3.5 – Типичные иницирующие события и факторы

Обозначение	Наименование события/фактора
M1	Происшествия природного характера
M2	Происшествия техногенного характера
M4	Аварии на рассматриваемом объекте
M5	Аварии на соседних объектах
B1	Ураганы

Продолжение таблицы 3.5

В2	Пожары естественного происхождения
В3	Землетрясения
В4	Молнии
М3	Подтопление территории
В5	Ливневые дожди
В6	Поднятие грунтовых вод
М6	Возгорание на угольном складе
М7	Возгорание горного отвода
В7	Вмешательство третьих лиц в производственный процесс
М8	Пожар
М9	Выброс АХОВ
М10	Взрыв
М11	Возгорание от источника зажигания
М12	Самовозгорание угля
М13	Возгорание, обусловленное горно-геологическими факторами
М14	Возгорание, обусловленное горнотехническими факторами
М15	Возгорание, обусловленное метеорологическими факторами
М16	Наличие ЛВЖ
В10	Наличие взрывчатого вещества
В8	Несвоевременное обнаружение нарушения целостности цистерны
В9	Разгерметизация ЖД цистерны с АХОВ
В11	Искра от удара металлических предметов
В12	Наличие открытого источника пламени
В13	Замыкание электропроводки
В14	Аварии на трассах энергоснабжения
М17	Возгорание, обусловленное качественными характеристиками угля
М18	Нарушение правил складирования
М19	Условия ОС
В15	Угол падения угля

Продолжение таблицы 3.5

V16	Геологические нарушения
V17	Время обнажения пласта
V18	Крепость угля
V19	Способ отработки угольного пласта
V20	Чистота зачистки всех элементов уступа
V21	Тип выемочного оборудования
V22	Температура ОС
V23	Атмосферная влажность
V24	Пролив ЛВЖ
V25	Разгерметизация цистерны
V26	Влагосодержание угля
V27	Измельченность угля
V28	Наличие примесей в угле
V29	Недостаточное уплотнение угольного штабеля
V30	Нарушение правил подготовки складированной площадки

На рисунке 3.1 представлена часть схемы развития ЧС на рассматриваемом разрезе.

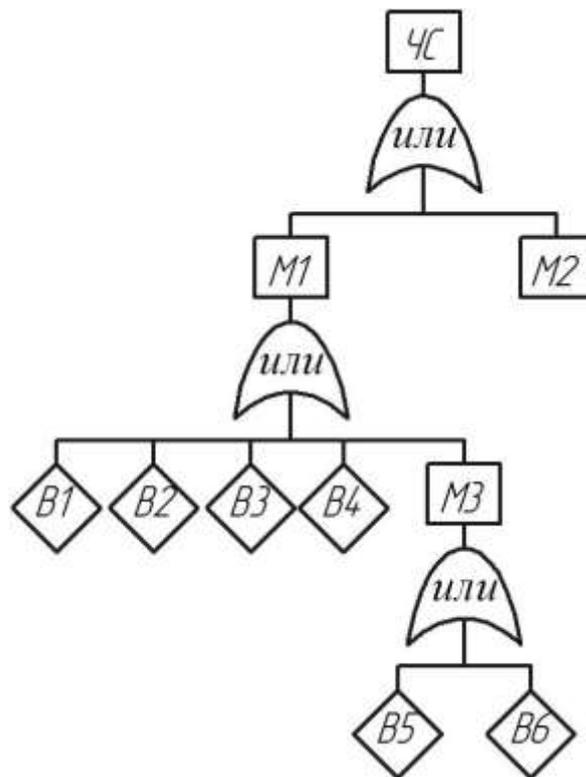


Рисунок 3.1 – Схема развития событий М1

Наиболее опасными природными процессами для Кемеровской области являются грозы, ливни с интенсивностью 30 мм/час и более. Также для Кузбасса характерны сильные ветры со скоростью более 35 м/с (ураганы), при которых возможны обрывы линий электропередач, порывы контактных электротранспортных сетей, разрушение кровли зданий, перенос незакрепленных предметов на местности, а также полное или частичное разрушение капитальных строений. Помимо этого, в районе местоположения разреза возможны землетрясения в 6 баллов по шкале MSK 64, что, согласно СНиП 22-01-95 относится к опасной категории опасности природных процессов[20].

Помимо происшествий природного характера, на территории могут также возникнуть аварии техногенного характера, как представлено на рисунке 3.2.

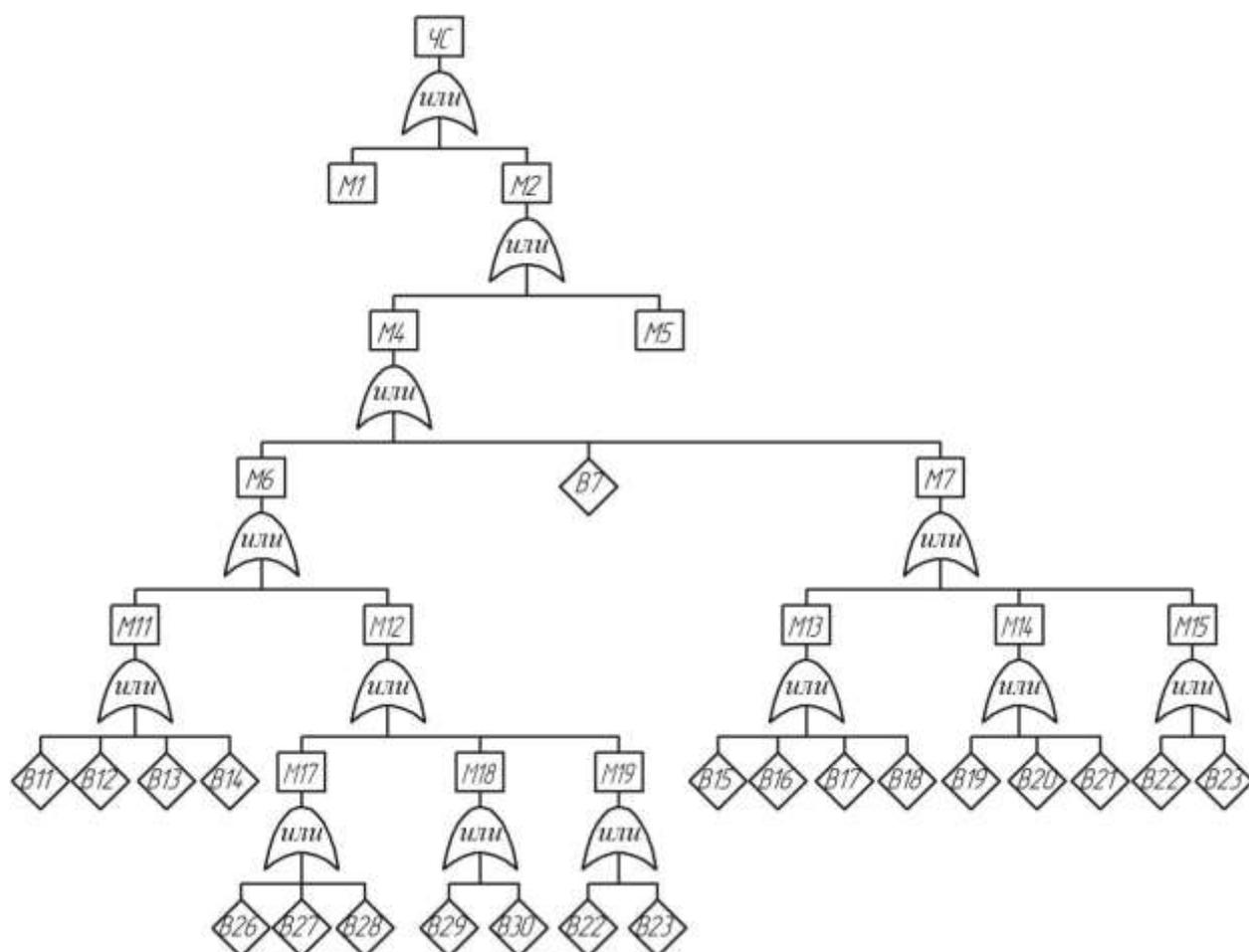


Рисунок 3.2 – Схема развития событий на рассматриваемом объекте

Авария техногенного характера может произойти как на рассматриваемом объекте, так и на находящейся в 200 м железной дороге, так и вследствие вмешательства третьих лиц в производственный процесс.

На территории предприятия возможно возникновение пожара в горном отводе разреза и на угольном складе. Аварии, связанные с таким горючим опасным веществом, как каменный уголь, возможны при несоблюдении правил пожарной безопасности, неосторожном обращении с огнем, из-за халатности производственного персонала, неисправности электропроводки, удара молнии, наличия открытого источника огня. Помимо этих причин, сам уголь способен к самонагреванию и самовоспламенению из-за своих качественных характеристик. Причинами самовозгорания угля могут выступать различные факторы, такие как: измельченность угля, повышенное влагосодержание угля, высокая температура окружающей среды, наличие внешнего источника

зажигания и др. Также в совокупности эти факторы могут усиливать воздействие каждого из них на возникновение возгорания.

К опасным факторам возникающих пожаров, оказывающим воздействие на людей и материальные ценности, относят пламя и искры, тепловой поток, повышенную температуру окружающей среды, повышенную концентрацию продуктов горения и термического разложение, понижение концентрации кислорода и т.д.

Соседним объектом, расположенным в 200 м от границ разреза, является железная дорога. Схема развития событий представлена на рисунке 3.3.

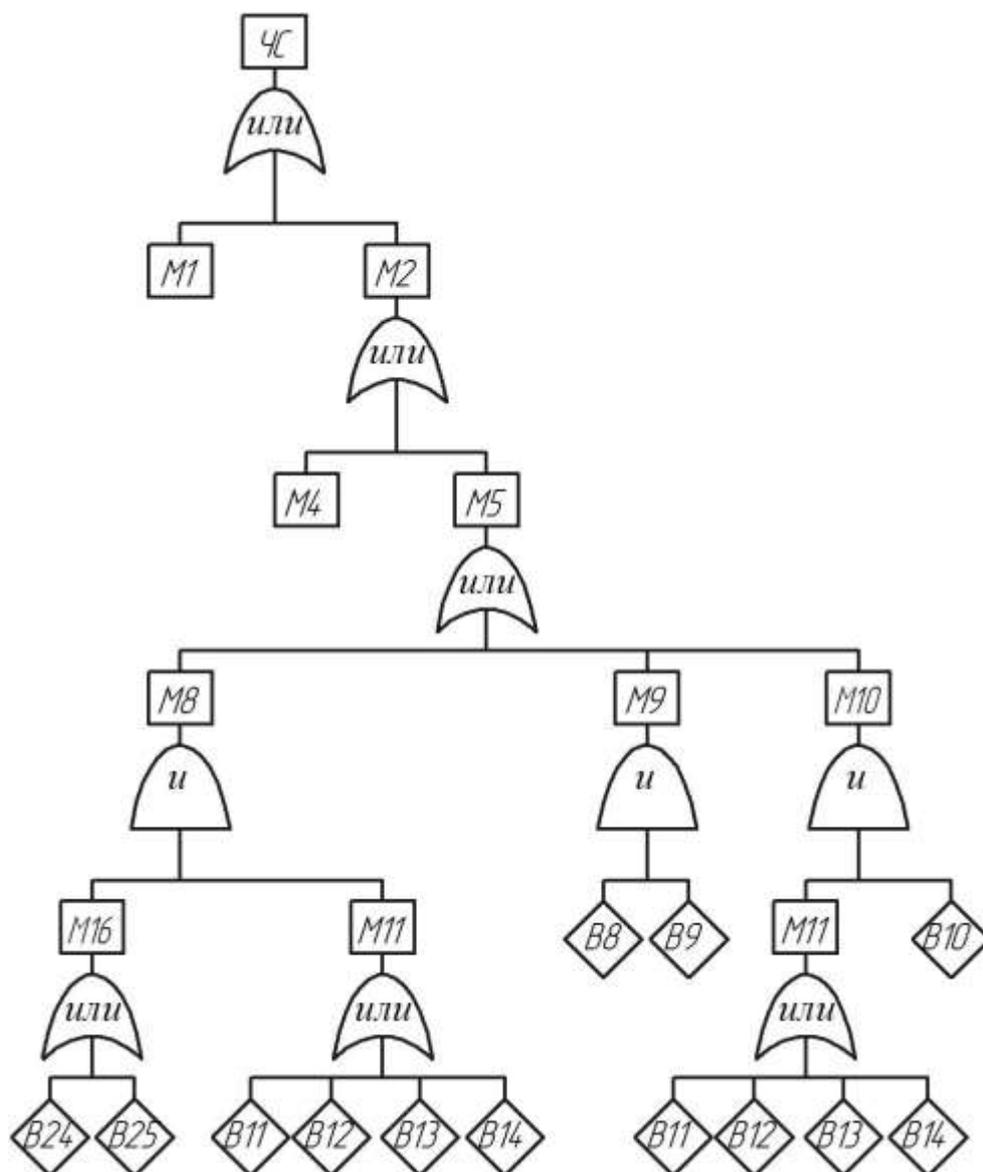


Рисунок 3.3 – Схема развития событий на ЖД

На данной ЖД находятся цистерны с АХОВ и ЛВЖ, что создает риск возникновения токсического заражения местности, возникновения взрыва с образованием «огненного шара», а также развития пожара. Причинами аварий могут быть ошибочные действия персонала, а также причины, связанные с отказом оборудования. В результате разгерметизации цистерн с АХОВ (хлор, аммиак) происходит испарение пролива АХОВ, образование токсичного облака, токсическое заражение местности и поражение людей. Токсическое воздействие данных АХОВ рассмотрено выше.

В случае разгерметизации ЖД цистерны с бензином или пропаном происходит испарение пролива нефтепродуктов, образование облака ТВС, возгорание от внешнего источника огня.

К причинам, связанным с отказом оборудования, в результате которых может произойти разгерметизация ЖД цистерны, могут относиться различные скрытые внутренние дефекты цистерн, такие как: коррозия, брак сварных швов, усталостные явления металла.

Внутренние воздействия достаточной силы, способные привести к разрушению ЖД цистерны, в условиях ее эксплуатации маловероятны.

Внешние воздействия достаточной силы, способные привести к разгерметизации ЖД цистерны при условии наличия скрытых дефектов могут возникнуть в результате повреждения или опрокидывания ЖД цистерны.

Итоговая вероятностная модель развития ЧС представлена на рисунке ниже.

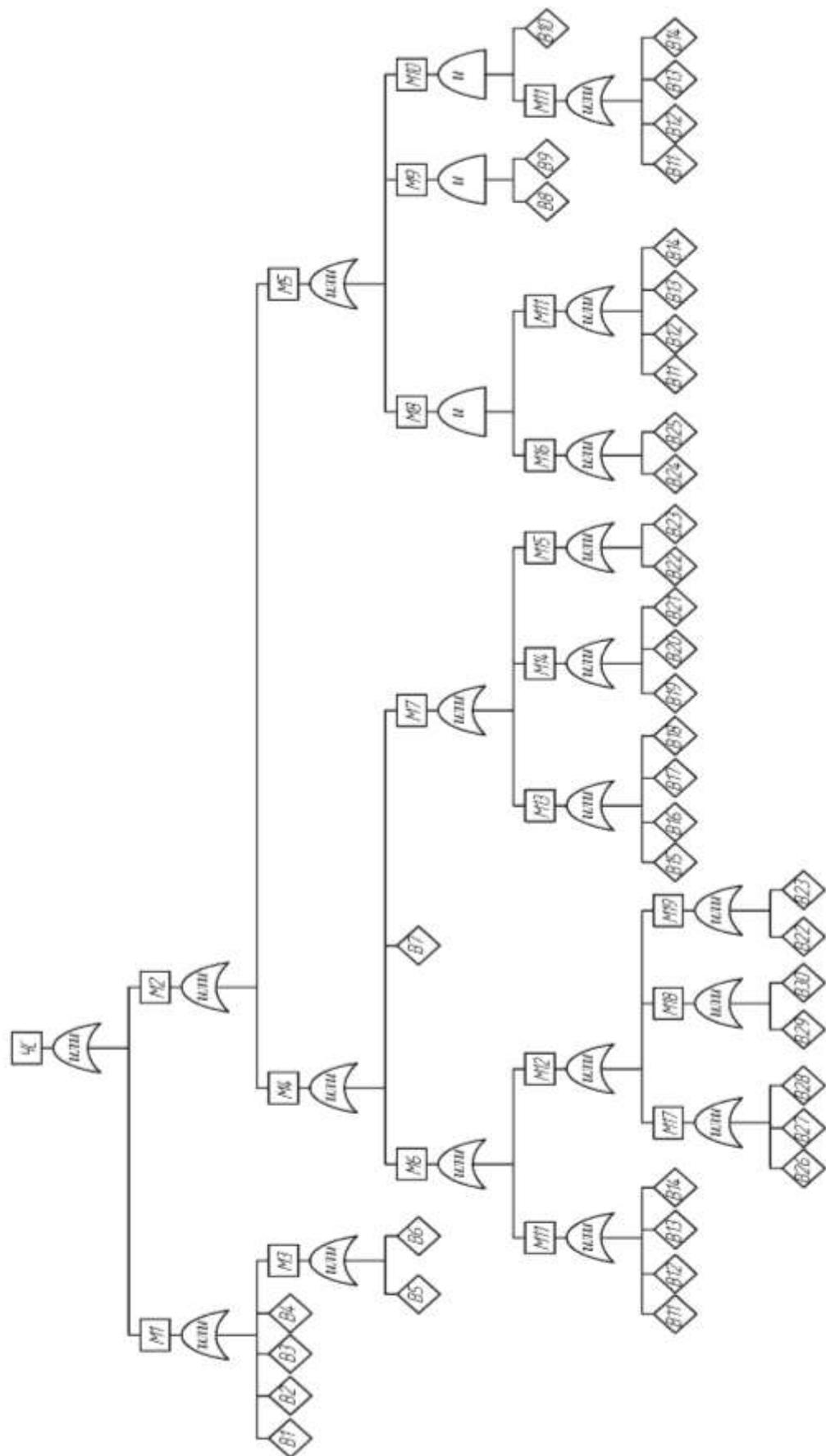


Рисунок 3.4 – Вероятностная модель возникновения ЧС

4 Результаты и анализ оценки риска ЧС

4.1 Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС

Для дальнейшего анализа было принято решение о подробном рассмотрении части схемы, идущей от события Мб, т.к. именно эта ветка является самой длинной и включает в себя большее количество событий и факторов, приводящих к реализации ЧС. Оценка вероятности реализации выявленных факторов, приводящих к ЧС, проводилась экспертным методом. Данная часть исследования состоял из нескольких этапов:

1. создание опросных листов;
2. подбор и опрос экспертов;
3. обработка и графическое представление полученных результатов;
4. анализ полученных данных.

Предоставленные экспертам опросные листы № 1 и №2 представлены в приложении А.

В опросном листе №1 экспертам предлагалось оценить вероятность наступления каждого события или степень влияния каждого фактора на возникновения возгорания на угольном складе по пятибалльной шкале, где:

1 балл – очень низкая, скорее всего не произойдет (вероятность наступления от 1 до 20%);

2 балла – низкая, маловероятно, что произойдет (вероятность наступления от 21 до 40%);

3 балла – средняя, вероятно, что произойдет (вероятность наступления от 41 до 60%);

4 балла – высокая, скорее всего, что произойдет (вероятность наступления от 61 до 80%);

5 баллов – очень высокая, произойдет раньше, чем ожидается (вероятность наступления свыше 80%).

Используемая шкала позволяет сосредоточить мнения экспертов по определенному вопросу максимально близко друг к другу, что позволит обеспечить большую степень согласованности мнений, а также выделить наиболее важные события.

Результаты, полученные в ходе заполнения экспертами анкеты опросного листа №1, представлены в таблице ниже.

Таблица 4.1 – сводная таблица оценок экспертов по опросному листу №1

№	Событие/фактор	Номер эксперта										ср	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Возгорание угольного склада от источника зажигания (искра от удара металлических предметов)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Возгорание угольного склада от источника зажигания (открытый источник пламени)	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4,7
3	Возгорание угольного склада от источника зажигания (электрический ток)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Возгорание по причине повышенного влагосодержания угля	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4,9
5	Возгорание по причине измельченности угля (большая активная поверхность)	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3,2
6	Возгорание по причине наличия примесей в угле (примесь породы)	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4,2
7	Возгорание по причине нарушения правил складирования (недостаточное уплотнение штабеля)	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3,1
8	Возгорание по причине нарушения правил подготовки площадки для складирования	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3,2
9	Возгорание из-за условий окружающей среды (повышенная температура воздуха), возгорание из-за условий окружающей среды (повышенная влажность воздуха)	5	4	5	5	5	3	4	4	5	5	5	4,5

Дальнейший анализ проводился при использовании программного пакета, предназначенного для проведения статистического анализа, STATISTICA. Каждому событию был присвоен номер от 1 до 9, в соответствии

с таблицей, представленной выше. Затем каждой оценке был присвоен ранг, результаты представлены ниже.

Таблица 4.2 – Результаты ранжирования оценок

Номер эксперта	Событие								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,5	8	1,5	8	4	6	4	4	8
2	1,5	8,5	1,5	8,5	4	6,5	4	4	6,5
3	1,5	6,5	1,5	8,5	4	6,5	4	4	8,5
4	1,5	7,5	1,5	7,5	4	7,5	4	4	7,5
5	1,5	7	1,5	7	4	7	4	4	9
6	1,5	8,5	1,5	8,5	6,5	6,5	4	4	4
7	1,5	8,5	1,5	8,5	3	5,5	5,5	5,5	5,5
8	1,5	8,5	1,5	8,5	6	6	3,5	3,5	6
9	1,5	7,5	1,5	7,5	4	7,5	4	4	7,5
10	1,5	6	1,5	8,5	3,5	6	3,5	6	8,5

Ранжирование оценок проводится с целью установления относительной предпочтительности (значимости) объектов исследования на основе их упорядочивания. Ранг является показателем, дающим характеристику порядкового места каждого события/фактора в группе с другими событиями/факторами. Обычно наиболее предпочтительному объекту присваивается первый ранг, а наименее предпочтительному последний. В данном случае наименьший ранг присваивался наименее вероятным событиям, поскольку низкая вероятность события напрямую связана с низким риском возникновения какого-либо рода потерь, что является более предпочтительным для предприятия.

Точность и надежность ранжирования в значительной мере зависят от количества сравниваемых объектов. Чем меньше объектов, тем выше их различимость с точки зрения эксперта, и тем надежнее можно установить ранг объекта[21].

После ранжирования был рассчитан коэффициент конкордации Кендалла и был проведен тест Фридмана.

Коэффициентом конкордации Кендалла является некоторое число в пределах от 0 до 1, которое характеризует степень согласованности мнений экспертов, представленных в виде рангов, по совокупности критериев. Увеличение коэффициента и приближение его значения к 1 свидетельствует о повышении уровня согласованности экспертов.

Тест Фридмана позволяет судить о значимом различии между объектами.

Результаты анализа опросного листа №1 представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты теста Фридмана и расчета коэффициента конкордации для опросного листа №1

Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance (Spreadsheet1_(Recovered))				
ANOVA Chi Sqr. (N = 10, df = 8) = 71,93 p = 0,00 (Результаты теста Фридмана)				
Coeff. of Concordance = 0,90 Aver. rank r = 0,89 (расчет коэффициента конкордации)				
	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.
Событие 1	1,50	15,00	1,50	
Событие 2	7,65	76,50	7,65	0,91
Событие 3	1,50	15,00	1,50	
Событие 4	8,10	81,00	8,10	0,57
Событие 5	4,30	43,00	4,30	1,09
Событие 6	6,50	65,00	6,50	0,67
Событие 7	4,05	40,50	4,05	0,55
Событие 8	4,30	43,00	4,30	0,79
Событие 9	7,10	71,00	7,10	1,58

Полученный в результате проведенного анализа коэффициент конкордации равен 0,90, что свидетельствует от высокой степени согласованности мнений экспертов, а также о высокой степени надежности полученных оценок.

Величина значения средних рангов позволяет расположить события на шкале относительно друг друга. Таким образом, событие, с наименьшим рангом, является наименее вероятным:

$$1,5 < 4,05 < 4,30 < 6,5 < 7,1 < 7,65 < 8,1 \Rightarrow 1=3, 7, 5=8, 6, 9, 2, 4$$

Следовательно, наименее вероятными событиями являются события 1 и 3, а наиболее вероятным является событие 4.

Таким образом, результаты проведенного анализа можно представить следующим образом на графике.

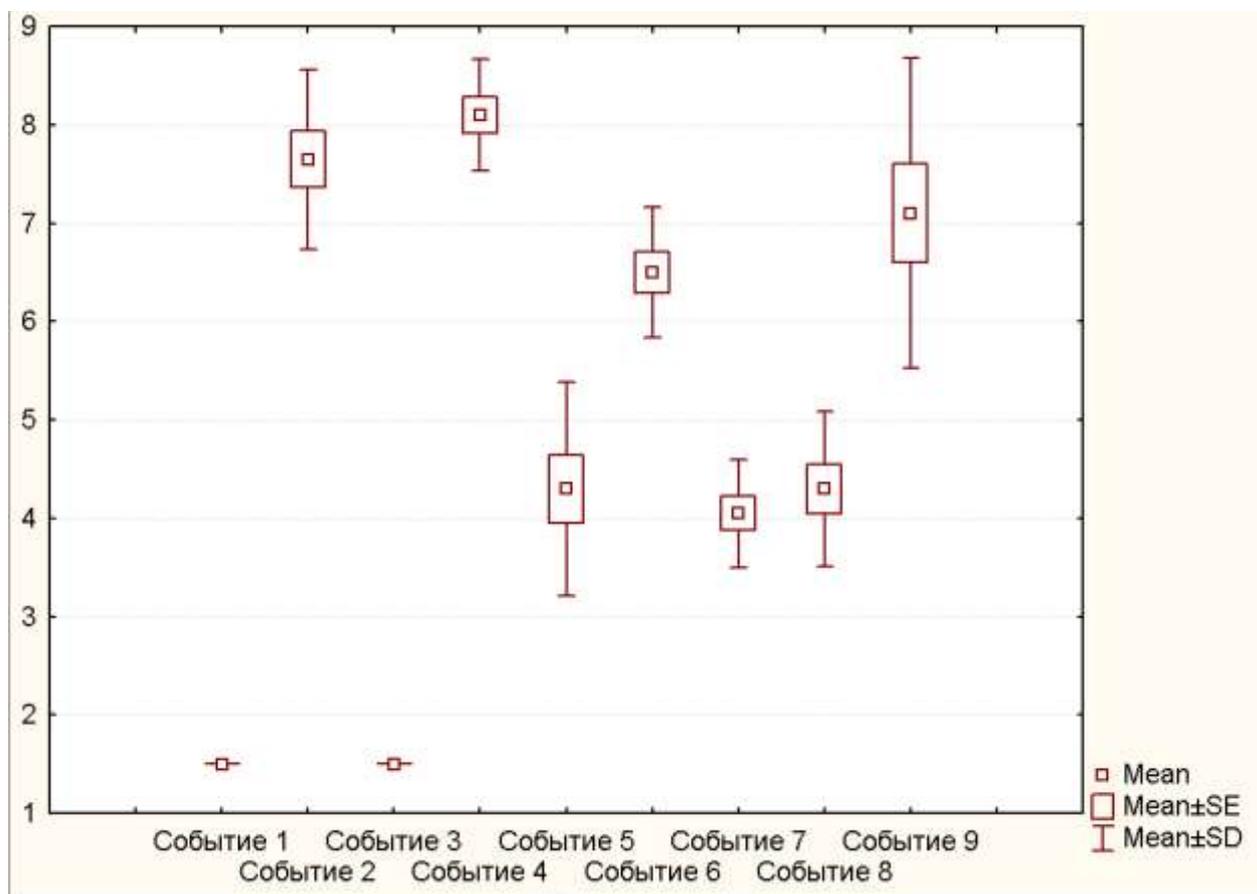


Рисунок 4.1 – Графическое представление результатов экспертной оценки опросного листа №1

Исходя из графика, события можно разделить на три группы:

- наиболее вероятные: события 2, 4, 6 и 9. Вероятнее всего возгорание угольного склада произойдет из-за наличия открытого источника пламени, по причине повышенного влагосодержания угля и наличия примесей породы в складированном угле, а также из-за условий окружающей среды;
- наименее вероятные: события 1 и 3. Эксперты находят возгорание от искры, возникшей при ударе металлических предметов, а также из-за

электрической искры наименее вероятными факторами, приводящими к возгоранию угля;

- события со средней вероятностью: события 5, 7 и 8. Возгорание по причине большой активной поверхности угля (большая степень измельченности), а также нарушение правил складирования эксперты оценили как события, со средней степенью вероятности.

В опросном листе №2 экспертам было представлено дерево событий, приводящих к возгоранию угольного склада (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Дерево событий при возникновении источника возгорания на угольном складе

Данное дерево составлено на основе расчетно-пояснительной записки к паспорту безопасности опасного объекта. Частота возникновения каждого события в расчетно-пояснительной записке была определена на основе действующих методических указаний по проведению анализа риска ОПО РД 03-418-01, а также статистической оценки причин возникновения аварий на аналогичных объектах.

Так как паспорт безопасности на данном предприятии был составлен в 2007 году, было принято решение о проведении экспертной оценки приведенных событий с целью актуализации данных. События «А» и «Б» были отнесены к группе 1, а события «В» и «Г» к группе 2. Экспертам предлагалось

оценить вероятность наступления наиболее вероятного события в группе по шкале от 1 до 100 таким образом, чтобы присвоенная вероятность была кратной 5. Результаты экспертной оценки представлены в таблице 4.4, где курсивом выделены оценки, присвоенные экспертами одному наиболее вероятному событию из каждой группы. Вероятность второго параллельного события получена вычитанием из 100 оценки, поставленной экспертом.

Таблица 4.4 – Сводная таблица оценок экспертов по опросному листу №2

Номер группы	Событие	Номер эксперта										ср	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	А	95	95	90	95	95	95	95	95	95	95	95	94,5
	Б	5	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5,5
2	В	75	80	75	80	75	70	75	75	75	75	80	76
	Г	25	20	25	20	25	30	25	25	25	25	20	24

Таким образом, эксперты оценили вероятность наступления событий А и В как высокую.

Далее было произведено ранжирование оценок.

Таблица 4.5 – Ранжирование оценок опросного листа №2

Номер эксперта	Событие			
	А	Б	В	Г
Эксперт 1	4	1	3	2
Эксперт 2	4	1	3	2
Эксперт 3	4	1	3	2
Эксперт 4	4	1	3	2
Эксперт 5	4	1	3	2
Эксперт 6	4	1	3	2
Эксперт 7	4	1	3	2
Эксперт 8	4	1	3	2
Эксперт 9	4	1	3	2
Эксперт 10	4	1	3	2

Затем, как и в случае с опросным листом №1, был посчитан коэффициент конкордации и проведен тест Фридмана.

Таблица 4.6 – Результаты проведения теста Фридмана и расчета коэффициента конкордации для опросного листа №2

Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance (Spreadsheet5)				
ANOVA Chi Sqr. (N = 10, df = 3) = 30 p = 0 (Результаты теста Фридмана)				
Coeff. of Concordance = 1 Aver. rank r = 1 (расчет коэффициента конкордации)				
Событие	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.
А	4,00	40,00	4,00	
Б	1,00	10,00	1,00	
В	3,00	30,00	3,00	
Г	2,00	20,00	2,00	

В данном случае коэффициент конкордации получился равным 1, что свидетельствует о полной согласованности мнений экспертов. Полученные данные представлены на рисунке 4.3.

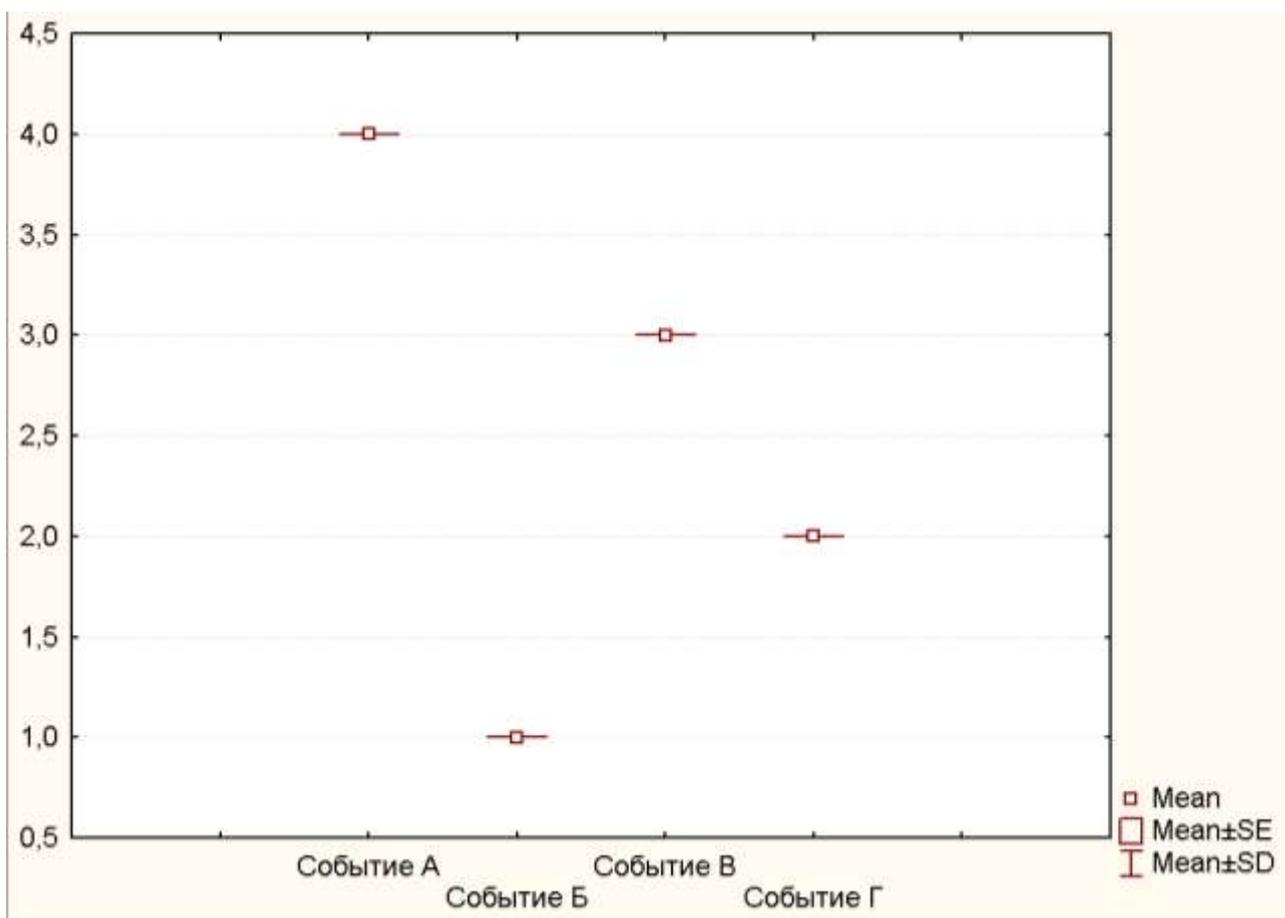


Рисунок 4.3 – Графическое представление результатов проведения экспертной оценки

Таким образом, эксперты находят события А и В наиболее вероятными.

При этом, в соответствии с ранжированием событий по вероятности наступления событий, они располагаются следующим образом:

$$1 > 2 > 3 > 4 \Rightarrow \text{Б, Г, В, А}$$

Для представления этих событий на дереве событий, были произведены преобразования полученных результатов. В итоге были получены следующие вероятности наступления событий, представленные в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Вероятность наступления событий

Событие	А	Б	В	Г
Вероятность, полученная по результатам экспертной оценки %	94,5	5,5	4,18	1,32
Вероятность, указанная в ПБ, %	95	5	1,5	3,5

Таким образом, данные по вероятности реализации различных ЧС на данном объекте, полученные в ходе проведения экспертной оценки, отличаются от данных статистической оценки причин возникновения аварий на аналогичных объектах.

4.2 Оценка риска ЧС

Поскольку на предприятии наиболее вероятным происшествием является возгорание угольного склада, были посчитаны экономические риски в случае возникновения причин, приводящих к реализации данного события. Получение работающими повреждений в случае возгорания на складе является невозможным из-за специфики горения угля. Если причиной возникновения пожара служит способность угля к самовозгоранию по ряду причин, рассмотренных ранее, процесс разгорания угольной массы, находящейся на складе, может занимать длительное время с момента самонагревания (порядка 20-30 дней)[22]. В случае же возникновения на угольном складе открытого источника пламени и воспламенения угля, рабочий должен сообщить ИТР, вызвать пожарную бригаду, по возможности оградить место пожара и ждать их прибытия.

В результате обработки данных, полученных в ходе проведения экспертной оценки, были получены следующие вероятности событий, представленные в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Вероятность факторов ЧС и наступления событий

№	Событие	Условная вероятность (P)	Частота, 1/год (F)	Величина риска, руб/год (R)
4	Возгорание по причине повышенного влагосодержания угля	0,96	$9,6 \cdot 10^{-1}$	$4,8 \cdot 10^5$
2	Возгорание угольного склада от источника зажигания (открытый источник пламени)	0,88	$8,8 \cdot 10^{-1}$	$4,4 \cdot 10^5$
9	Возгорание из-за условий окружающей среды (повышенная температура воздуха и влажность)	0,81	$8,1 \cdot 10^{-1}$	$4,05 \cdot 10^5$
6	Возгорание по причине наличия примесей в угле	0,69	$6,9 \cdot 10^{-2}$	$6,9 \cdot 10^5$
8	Возгорание по причине нарушения правил складирования (недостаточное уплотнение штабеля)	0,63	$6,3 \cdot 10^{-2}$	$6,3 \cdot 10^5$
5	Возгорание по причине измельченности угля (большая активная поверхность)	0,45	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$6,75 \cdot 10^3$
7	Возгорание по причине нарушения правил складирования (нарушение правил подготовки площадки для складирования)	0,45	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$6,75 \cdot 10^3$
3	Возгорание угольного склада от источника зажигания (искра от удара металлических предметов)	0,20	$2 \cdot 10^{-6}$	40
1	Возгорание угольного склада от источника зажигания (электрический ток)	0,20	$2 \cdot 10^{-6}$	40

Частота наступления каждого события определяется путем умножения полученной условной вероятности (P) на частоту возникновения инициирующего события (f)[23].

$$F = P * f \quad (4.1)$$

Значение риска было получено путем умножения частоты возникновения события (F) на возможный экономический ущерб (L), который в случае очень высокой частоты возникновения события принимался за минимальное значение, а в случае низкого значения частоты – за максимальное. Это обусловлено тем, что событие с низкой частотой и так находится в зоне допустимого риска, даже если ущерб от него будет максимален, а событие с наибольшей частотой, вне зависимости от ущерба, находится в зоне недопустимого риска.

$$R = F * L \quad (4.2)$$

Возможный экономический ущерб был подсчитан путем умножения массы складированного угля на его себестоимость. Согласно проектной документации предприятия, максимальная загруженность склада составляет 40 тыс.т, в то время как фактическая загруженность склада чаще всего не превышает 10 тыс.т. Таким образом, максимальный ущерб предприятию составляет 20 млн. рублей, а минимальный – 5 млн. рублей.

Для дальнейшего анализа рисков была построена матрица «Частота реализации – финансовый ущерб», представленная в виде таблицы 4.9.

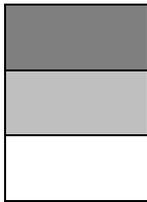
Таблица 4.9 – Матрица «Частота реализации – финансовый ущерб»

Частота возникновения события, 1/год		Размер материального ущерба, руб			
		Менее 100 тыс	100 тыс.-50 млн.	50 млн.-500 млн.	Свыше 500 млн.
Точно произойдет	Более 1				
Почти наверняка	$1 - 10^{-1}$				
Очень вероятно	$10^{-1} - 10^{-2}$				
Возможно	$10^{-2} - 10^{-3}$				
Маловероятно	$10^{-3} - 10^{-4}$				
Редко	$10^{-4} - 10^{-5}$				
Очень редко	$10^{-5} - 10^{-6}$				
Почти невозможно	Более 10^{-6}				

В данной матрице приняты следующие обозначения:



– зона недопустимого риска;



- зона повышенного риска;
- зона условно приемлемого риска;
- зона допустимого риска.

Таким образом, событиями с наибольшим значением риска являются: возгорание по причине наличия примесей в угле и возгорание по причине нарушения правил складирования (недостаточное уплотнение штабеля). При этом данные события не являются наиболее вероятными, но несут наибольший ущерб предприятию. Риск наиболее вероятных событий, таких как возгорание по причине повышенного влагосодержания угля и возгорание угольного склада от открытого источника пламени равен $4,8 \cdot 10^5$ руб./год и $4,4 \cdot 10^5$ руб./год соответственно.

Поскольку наличие примесей и влагосодержание угля являются факторами возгорания, вызванными качественными характеристиками угля, избежать влияния этих факторов не предоставляется возможным на данном предприятии.

4.3 Рекомендации по снижению риска возгорания угля

В результате проведенного анализа рисков для данного объекта можно говорить, что поскольку возгорание возможно не только на угольном складе, но и непосредственно в самом месте ведения горных разработок, необходимо принятие мер, направленных на снижение риска возникновения возгорания. При этом меры, применяемые на горном отводе и угольном складе, будут отличаться.

4.3.1 Предотвращение самовозгорания угля на территории горного отвода предприятия

Согласно ранее установленной степени пожароопасности предприятия(IV), на участке ведения горных работ должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

- своевременное обнаружение очагов самонагревания визуальными наблюдениями и инструментальными замерами в потенциально пожароопасных местах;
- устранение технологическими способами условий возникновения очагов самонагревания;
- профилактика потенциально пожароопасных участков поверхностной обработкой антипирогенами (обычно растворы 15-20% хлорида кальция и суспензия 5-10% гидроксида кальция);
- изоляция инертной породой горной массы, содержащей горючие материалы, на внутренних и внешних отвалах;
- отгрузка охлажденного угля.

В настоящее время практически единственным способом борьбы с эндогенными пожарами является вырезка очага бульдозером (при возникновении пожара в пороодо-угольном скоплении) и экскаватором (при возникновении пожара в угольном уступе). В случае возникновения эндогенного пожара также осуществляется охлаждение очага пожара путем орошения водой поливочной машиной, а также вырезка очага имеющимся оборудованием.

4.3.2 Предотвращение возгорания угля на складе

Для предотвращения возгорания на угольном складе могут быть предложены следующие организационно-технические меры:

- соблюдение норм и требований при размещении склада (подготовка площадки);
- поддержание в необходимых объемах резервов финансовых и материальных ресурсов, необходимых в целях экстренного привлечения при возникновении ЧС;
- обучение и аттестация персонала в области промышленной безопасности;
- организовать подготовку персонала с целью исключения ошибок при выполнении задач каждой стадии производственного процесса;
- при длительном хранении, с целью снижения доступа кислорода, необходимо засыпать поверхности штабеля угольной мелочью;
- не допускать длительного хранения угля на складе, а также складирования угля свежей добычи на старые штабели угля, пролежавшие более одного месяца;
- не допускать складирования угля с явно выраженными очагами самовозгорания;
- контроль температуры в штабелях угля, при достижении отметки в 60°C, необходимо провести уплотнения штабеля в местах повышения температуры, а также изъять разгоревшееся топливо;
- не допускать использования воды для охлаждения штабеля;
- на склад отгружать только охлажденный уголь;
- разработать план противопожарных мероприятий.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Грамотное проведение оценки рисков является первоочередной задачей обеспечения безопасности функционирования опасного промышленного объекта. Правильный выбор подходящего метода оценки рисков возникновения ЧС определяет большую часть успеха проведения исследования.

Заказчиком оценки рисков ЧС является угледобывающий разрез Кемеровской области, профилирующийся на ведении разработок месторождения бурых углей Канско-Ачинского угольного бассейна. Произвести стандартную оценку рисков на предприятии с использованием статистических данных не представляется возможным. В работе использовался вероятностный метод оценки рисков с применением такого инструмента, как метод экспертных оценок. Потенциальными потребителями результатов данной ВКР являются предприятия схожего профиля, расположенные как на территории РФ, так и за ее пределами.

Таким образом, анализ конкурентных решений показывает, что вероятностный подход оценки рисков является наиболее универсальным, а также наиболее простым в использовании, что свидетельствует о его широкой применимости и показывает целесообразность его использования при оценке рисков возникновения ЧС на предприятиях любого уровня и профиля.

Целью данного раздела является организация и проведения научного исследования, которое отвечает принципам ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для достижения поставленной цели в данном разделе необходимо решить следующие задачи:

- анализ конкурентных технических решений;
- планирование научной работы;
- оценка финансовой эффективности и социальной значимости проведения исследования.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для анализа альтернативных методов оценки рисков была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных методов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 2 – ниже среднего, слабая позиция;
- 3 – средняя позиция;
- 4 – выше среднего, сильная позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция.

Вероятностный метод обозначен как В, феноменологический метод как Ф, детерминистский как Д.

Таблица 5.1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		В	Ф	Д	К _в	К _ф	К _д
1	2	3	4	5	6	7	8
Удобство в эксплуатации	0,11	5	3	4	0,55	0,33	0,44
Визуализация полученных результатов	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48

Продолжение таблицы 5.1

Полнота представления данных	0,12	5	3	3	0,6	0,36	0,36
Потребность в дополнительных исследованиях	0,18	3	2	2	0,54	0,36	0,36
Универсальность метода	0,08	4	3	3	0,32	0,24	0,24
Специальное оборудование	0,09	4	4	4	0,36	0,36	0,36
Предоставляемые возможности	0,14	5	4	2	0,7	0,56	0,28
Цена	0,09	4	4	5	0,36	0,36	0,45
Сотрудники узкого профиля для работы с методикой	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
Итого	1	39	31	31	4,31	3,33	3,25

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование вероятностного метода является наиболее эффективным и целесообразным при проведении оценки рисков ЧС на угледобывающем предприятии. Уязвимость других методов обусловлена низким удобством применения данных методов и малыми предоставляемыми возможностями.

5.2 Планирование научно-исследовательской работы

5.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по оценке рисков ЧС на угледобывающем предприятии состоит из 10 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Студент
Теоретические исследования	5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	Студент
	6	Проведение исследования, выполнение поставленных руководителем задач	Студент
	7	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, научный руководитель
	9	Работа над выводами по проекту	Студент
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки к работе	Студент

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (5.1)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

$$t_{\text{ож.1}} = \frac{3 * 2 + 2 * 5}{5} = 3,2 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{\text{ож.2}} = \frac{3 * 2 + 2 * 5}{5} = 3,2 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{\text{ож.3}} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

$$t_{\text{ож.4}} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2,4 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож.5}} = \frac{3 * 10 + 2 * 15}{5} = 12 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож.6}} = \frac{3 * 10 + 2 * 15}{5} = 12 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож.7}} = \frac{3 * 2 + 2 * 5}{5} = 3,2 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож.8}} = \frac{3 * 2 + 2 * 4}{5} = 2,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож.9}} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2,4 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 10-й работы составило:

$$t_{\text{ож.10}} = \frac{3 * 12 + 2 * 15}{5} = 13,2 \text{ чел. -дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (5.2)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{p1} = \frac{3,2}{1} = 3 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p2} = \frac{3,2}{1} = 3 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p3} = \frac{1,4}{1} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p4} = \frac{2,4}{1} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p5} = \frac{12}{1} = 12 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p6} = \frac{12}{1} = 12 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p7} = \frac{3,2}{2} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p8} = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p9} = \frac{2,4}{1} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 10-й работы:

$$T_{p10} = \frac{13,2}{1} = 13 \text{ раб. дн.}$$

Таким образом, наиболее трудоемкими и продолжительными этапами работы ожидаются этапы 5, 6 и 10.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (5.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5.4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2017 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,477$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{k1} = 3 * 1,477 = 4 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{k2} = 3 * 1,477 = 4 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{k3} = 1 * 1,477 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{k4} = 2 * 1,477 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{k5} = 12 * 1,477 = 18 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{k6} = 12 * 1,477 = 18 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{k7} = 3 * 1,477 = 5 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{k8} = 3 * 1,477 = 5 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{k9} = 2 * 1,477 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях

$$T_{k10} = 13 * 1,477 = 20 \text{ кал. дн.}$$

Таблица 5.5 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность	Длительность работ в календарных днях,
		t _{min} ,	t _{max} ,	t _{ож} ,			
1	Составление и утверждение технического задания	2	5	3,2	Научный руководитель	3	4
2	Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	Студент	3	4
3	Выбор направления исследований	1	2	1,4	Студент	1	1
4	Календарное планирование работ по теме	2	3	2,4	Студент	2	3
5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	10	15	12	Студент	12	18
6	Проведение исследования, выполнение поставленных руководителем задач	10	15	12	Студент	12	18
7	Согласование полученных данных с научным руководителем	2	5	3,2	Студент, научный руководитель	2	5
8	Оценка эффективности полученных результатов	2	4	2,8	Студент, научный руководитель	1	5
9	Работа над выводами по проекту	2	3	2,4	Студент	2	3
10	Составление пояснительной записки к работе	12	15	13,2	Студент	13	20

Таблица 5.6 – Календарный план-график выполнения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	4	■											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	4		■										
3	Выбор направления исследований	Студент	1			■									
4	Календарное планирование работ по теме	Студент	3			■									
5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	Студент	18				■	■	■						
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	18						■	■	■				
7	Построение моделей и проведение моделирования	Студент, научный руководитель	5									■			
8	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, научный руководитель	5									■			
9	Работа над выводами по проекту	Студент	3										■		
10	Составление пояснительной записки к работе	Студент	20										■	■	■

■ Научный руководитель

■ Студент

Построенный календарный план-график показывает, что наиболее продолжительными этапами работы являются: «Проведение анализа литературы по теме ВКР»(18 дней), «Проведение теоретических расчетов и обоснований»(18 дней) и «Составление пояснительной записки к работе»(20 дней). В ходе НИР руководитель темы участвует в работе в течении 14 календарных дней, студент – в течении 81 календарного дня.

Общая продолжительность работ в календарных днях составила 81 день.

5.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

5.2.4.1 Расчет затрат на сырье и материалы НТИ

При написании ВКР требуются материалы, представленные в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Стоимость материалов

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Ручка	шт.	4	55	220
Карандаш	шт.	2	15	30
Ластик	шт.	1	40	40
Линейка	шт.	1	30	30
Маркеры	шт.	3	80	240
Степлер	шт.	1	250	250
Скобы для степлера	шт.	2	45	90
Бумага офисная	л.	500	0,4	200
Термопаста для ноутбука	шт.	1	500	500
Картридж	шт.	1	1000	1000
Итого				2600

5.2.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (5.5)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (5.6)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (5.7)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p \quad (5.8)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_m = 26300 * (1 + 0,3 + 0,3) * 1,3 = 54704$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$З_m = 17000 * (1 + 0,2 + 0,2) * 1,3 = 30940$$

Таблица 5.8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	105	105
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	14	4
Действительный годовой фонд рабочего времени	204	214

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{дн} = \frac{54704 * 10,4}{204} = 2788,83$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{дн} = \frac{30940 * 11,2}{214} = 1619,29$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_p=6$ раб.дней

Студент: $T_p=48$ раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{осн} = 2788,83 * 6 = 16732,98 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{осн} = 1619,29 * 48 = 77725,92 \text{ руб.}$$

Таблица 5.9 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	26300	0,3	0,3	1,3	54704	2788,83	6	16732,98
Студент	17000	0,2	0,2	1,3	30940	1619,29	48	77725,92
Итого $Z_{осн}$								94458,9

5.2.4.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (5.9)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,12;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 5.10 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	16732,98	77725,92
Дополнительная зарплата	2007,96	9327,11
Итого, руб	105794	

5.2.4.4 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (5.10)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 * 105794 = 31738,2 \text{ руб}$$

5.2.4.5 Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}} \quad (5.11)$$

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = (2600 + 105794) * 0,16 = 17343,04 \text{ руб}$$

5.2.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 5.11 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля от общих затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	2600	2
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	94458,9	60
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11335,07	7
4. Отчисления на социальные нужды	31738,2	20
5. Накладные расходы	17343,04	11
6. Бюджет затрат НТИ	157475,21	100

Вывод по разделу

Данная работа является высокоэффективной и обладает большим потенциалом реализации в области предотвращения ЧС. Полученные в ходе работы результаты могут представлять интерес не только для рассмотренного в работе объекта, но и для других предприятий угольной промышленности.

В данном разделе были выполнены задачи по анализу конкурентных решений, который показал целесообразность проведения оценки рисков при использовании вероятностного метода с применением такого инструмента, как метод экспертных оценок.

Расчет коэффициента календарности позволил построить план-график научно-технического исследования. Содержание работ для проведения исследования составило 10 этапов. Для иллюстрации календарного графика была использована диаграмма Ганта, обладающая высокой степенью информативности. Общая продолжительность исследования составила 81 день.

Проведенный расчет стоимости НТИ показал, что общая стоимость составляет 157475,21 рубля.

Необходимость таких затрат обусловлена тем, что своевременная и качественно выполненная оценка рисков направлена на принятие необходимых превентивных мер в отношении потенциальной опасности, что позволяет снизить риск возникновения ЧС, обеспечив тем самым безопасное существование не только рассматриваемого объекта и его работников, но и населения, проживающего вблизи территории разреза.

6 Социальная ответственность

Функционирование такого опасного промышленного предприятия, как угледобывающий разрез, всегда сопряжено с рисками возникновения ЧС. Особенно это актуально для такого богатого углем региона как Кемеровская область. Статистика показывает, что на территории Кузбасса ежегодно происходят несчастные случаи различного уровня, которые влекут за собой возникновение ЧС. Своевременный анализ рисков реализации ЧС и принятие превентивных мер позволяет повысить безопасность функционирования угольных предприятий и избежать человеческих жертв, а так же снизить наносимый материальный ущерб предприятию.

Основной целью данной работы является оценка основных факторов, приводящих к реализации ЧС, и риски их возникновения.

В данном разделе приведен анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в рабочей зоне персонала, занятого в технологическом процессе ведения горных разработок. Также в данном разделе рассмотрены следующие вопросы:

- 1) организация оптимальных условий труда рабочей зоны персонала, занятого в технологическом процессе ведения горных разработок;
- 2) определение оптимальных условий труда для персонала – анализ вредных и опасных факторов производственной среды, а так же предложения по сведению показателей данных факторов к возможному минимуму.

6.1 Производственная безопасность объекта

6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов производственной среды

Исходя из специфики рассматриваемого промышленного объекта, наибольшему воздействию опасных и вредных производственных факторов подвержены на рабочие, занятые в технологическом процессе ведения горных разработок, а именно водители БЕЛАЗов, водители бульдозеров, машинисты экскаватора, ИТР.

Таблица 6.1 – Опасные и вредные факторы при реализации технологического процесса ведения горных разработок

Наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)[24]		Нормативные документы
	вредные	опасные	
1. осуществление погрузочно-выемочных работ 2. транспортировка породы 3. осуществление контроля технологического процесса 4. проведение буровых работ	1.Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, 2. Повышенный уровень вибрации, 3. Микроклимат, 4. Повышенный уровень шума на рабочем месте 5. Напряженность труда 6. Тяжесть труда	1.механический фактор 2.электрически й ток	ГН 2.2.5.1313-03[25] СН 2.2.4/2.1.8.566–96[26] ГОСТ 12.1.012-2004[27] СанПиН 4616-88 [28] СанПиН 2.2.4.548-96[29] СН 2.2.4/2.1.8.562–96[30] ГОСТ 12.2.032-78[31] ГОСТ 12.2.033-78[32] СанПиН 2.2.3.570-96[33] ГОСТ 12.1.005–88[34] ГОСТ 12.1.003–83[35] ГОСТ 12.2.003-91[36]

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Загазованность воздуха обусловлена наличием таких веществ, как оксид углерода (класс опасности 4), окислы азота (класс опасности 3) и формальдегид (класс опасности 2). Присутствие данных веществ в воздухе рабочей зоны обусловлено непрерывной работы автомобилей с двигателями внутреннего сгорания из-з неполного сгорания используемого топлива. Также в воздухе рабочей зоны присутствует аэрозоль преимущественно фиброгенного действия(АПФД) пыль углеродная. Данные вещества поступают в результате механического измельчения, дробления и разрушения твердых веществ.

Таблица 6.2 – вещества, находящиеся в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК _{рз} , мг/м ³	Особенности действия
Оксид углерода	4	20	Остронаправленное механическое действие, требуют автоматического контроля за их содержанием в воздухе рабочей зоны
Окислы азота	3	5	
Формальдегид	2	0,5	Способен вызывать аллергические заболевания,
Пыль углеродная	3	4	Аэрозоль преимущественно фиброгенного действия

Данные вещества нормируются в соответствии с ГН 2.2.5.1313-03[25]. Мерами по снижению загазованности и запыленности могут быть: постоянное осуществление ТО автомобилей, увлажнение дороги с целью понижения пыльности, установка исправной вентиляции в кабинах водителей и машинистов.

Повышенный уровень вибрации и шума

Шум и вибрация сопровождают многие этапы технологического процесса добычи угля. Вибрация и шум относятся к физическим вредным производственным факторам. Источниками данных факторов в рассматриваемой производственной среде являются различные машины и механизмы. Чаще всего вибрации подвержены водители и машинисты. Способами защиты от воздействия вибрации и шума являются: проведение

организационно-технических мероприятий, направленных на поддержание требуемого технического состояния машин в условиях эксплуатации; введение режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибрации на работающих; применение динамических гасителей вибрации и др. Наиболее рациональным способом избавления от шума является уменьшение шума в источнике, также рабочих необходимо снабдить такими средствами индивидуальной защиты, как антифоны и заглушки.

Микроклимат

Под микроклиматом принято понимать температуру воздуха и поверхностей, относительную влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплого излучения.

На рассматриваемом угледобывающем разрезе горные разработки ведутся круглый год. Учитывая специфику климатических условий месторасположения региона, можно говорить об экстремальных температурах рабочей зоны. Минимальная отмеченная температура воздуха составила минус 53°С, максимальная плюс 37°С. В связи с этим рекомендуется обеспечить теплоизоляцию рабочих мест (например, кабин машинистов и водителей), а так же обеспечить снабжение сезонной одеждой для выхода на открытые площадки.

Напряженность и тяжесть труда

Данные факторы по природе своего действия относятся к психофизиологическим факторам. Осуществление технологического процесса добычи угля связано с выполнением сложных задач по управлению техникой. Рабочие несут ответственность за функциональное качество своей основной работы, а также за безопасность других лиц.

Для рабочих, занятых в технологическом процессе добычи угля характерны физические перегрузки на позвоночник, связанные с поддержанием рабочей позы, а так же перегрузки на верхние и нижние конечности, связанные с переключением рычагов во время управления (характерно для водителей и машинистов, при этом их рабочая поза фиксирована, руки вытянуты вперед,

согнуты в локтевых суставах, в указанной позе находятся во время управления техникой порядка 75% времени смены). Помимо основного вида деятельности рабочие иногда вынуждены выполнять ремонтные работы, при которых более 60% времени она проводят в неудобных, вынужденных позах, при этом сами ремонтные работы выполняются с использованием ручного инструмента различного веса (от 0,5 до 7 кг). Профилактические меры должны включать физиолого-эргономические требования к снижению тяжести и напряжённости трудовых процессов, связанных с добычей полезных ископаемых, обслуживанием машин и механизмов, например: снижение тяжести труда путём механизации и автоматизации трудоёмких операций; изменения интенсивности работы; правильной организации рабочего места; смены видов деятельности; чередования производственных операций; введения рационального режима труда и отдыха; повышения уровня профессиональной подготовки; организация рабочего места, основное и вспомогательное оборудование, органы управления, средства отображения информации, рабочие кресла, средства технологической и организационной оснастки при соблюдении общих эргономических требований должны обеспечить безопасность, быстроту и экономичность трудовых действий и технического обслуживания оборудования в нормальных и аварийных условиях, и др.[37].

Механический фактор

Данный фактор относится к физическим опасным факторам. Во время добычи угля существует опасность травмирования персонала движущимися машинами и механизмами, подвижными частями производственного оборудования, обрушивающимися горными породами. Для того, чтобы избежать травмирования персонала, необходимо своевременно проводить инструктажи с рабочей сменой, повышать осознанность рабочих в вопросах безопасности труда.

Электрический ток

Занятый в технологическом процессе экскаватор имеет сетевое питание, таким образом, в рабочей зоне персонала существует повышенное значение

напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. Для обеспечения безопасности и минимизации данного опасного фактора питающий кабель дополнительно изолируется и поднимается над уровнем земли на высоту, достаточную для беспрепятственного проезда другого технологического транспорта (не менее 10 м). Также рабочий персонал проходит инструктаж и обязательное обучение по оказанию первой помощи при поражении электрическим током.

6.2 Экологическая безопасность

Угольная промышленность оказывает комплексное негативное воздействие на ОС начиная со стадии строительства предприятия. Для снижения влияния, которое оказывает предприятие на ОС, для каждого этапа жизненного цикла разреза устанавливаются нормативы допустимого воздействия, а именно: нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение; нормативы допустимых физических воздействий (уровни шума, вибрации и иных физических воздействий); нормативы допустимого изъятия компонентов окружающей среды[38]. Рассмотрим воздействие угольного разреза на каждую сферу Земли по отдельности.

Воздействие на гидросферу

Воздействие угольного производства на водный бассейн проявляется в изменении водного режима, загрязнении и засорении вод. Согласно ГОСТ 17.1.3.06–82 источниками загрязнения подземных вод являются: угольный склад, промышленная площадка разреза[39]. Помимо этого, с целью обеспечения безопасности поверхностных вод, горные работы ведутся в соответствии с ГОСТ 17.1.3.13–86[40]. Расстояние от границ горного отвода

разреза до ближайшей речки составляет 400 м, в то время, как размер СЗЗ предприятия составляет 300 м[41].

Воздействие угольной промышленности на гидросферу возможно уменьшить при помощи следующих мероприятий:

- сокращение объемов притоков воды в горные выработки;
- контроль очищения сточных вод;
- проведение необходимых мероприятий по снижению загрязненности вод в процессе подземных горных выработок;
- устройство очистных сооружений и отстойников.[43]

Воздействие на литосферу

Так как процесс функционирования горнодобывающего разреза подразумевает разработку и изъятие из недр земли природных ископаемых, деятельность угольного предприятия приводит к нарушению рельефа, а так же потере землями своей хозяйственной ценности. При сдвигении и деформации горных пород на земной поверхности образуются прогибы, провалы, которые с течением времени заполняются подземными грунтовыми и паводковыми водами, а также атмосферными осадками, при этом возникает опасность подтопления или же обезвоживания отдельных участков земной поверхности.

Для защиты земной поверхности от негативного влияния горнодобывающей промышленности применяют горнотехнические и специальные охранные мероприятия по ликвидации последствий горных разработок путем рекультивации (восстановления) нарушенных земель.

Воздействие на атмосферу

Контроль количества и качества вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия, производится по графику, согласованному с органами санитарно-эпидемиологической службы и утвержденному главным инженером предприятия. Основными вредными веществами, содержащимися в выбросах предприятий угольной промышленности и подлежащими обязательному

определению, являются взвешенные вещества, сернистый ангидрид, окись углерода, двуокись азота.

Постоянно действующими источниками выделения вредных газов в ходе работы данного разреза является работа машин и механизмов с дизельными двигателями. В состав вредных газов входят такие вещества, как: диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, оксид углерода, сажа, керосин.

На приведенной ниже таблице представлены предельно-допустимые концентрации некоторых веществ.

Таблица 6.3 – ПДК веществ в атмосферном воздухе

Вещество	ПДК в атмосферном воздухе, мг/м ³		ПДК _{рз} , мг/м ³
	ПДК _{мр}	ПДК _{сс}	
диоксид азота	0,085	0,04	2
диоксид серы	0,5	0,05	10
оксид углерода	5	3	В течение рабочего дня – 20,0 В течение 60 мин – 50,0 В течение 30 мин – 100,0 В течение 15 мин – 200,0
сажа	0,15	0,05	

Снижение негативного воздействия на атмосферу осуществляется такими мероприятиями, как:

- озеленение территорий;
- установление предельно допустимых нормативов выбросов вредных веществ;
- пересмотр технологического процесса;
- использование современной экологически безопасной техники.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Основным источником ЧС на рассматриваемом объекте является возгорание угольного склада. Причины возникновения, а так же необходимые к принятию превентивные меры подробно рассмотрены в основной части ВКР.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Так как угольная промышленность связана со множеством вредных и опасных производственных факторов, избежать которых полностью не представляется возможным, рабочим, занятым в данном производстве, в соответствии с существующим законодательством, предоставляются:

- лечебно-профилактическое обслуживание (предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры работающих во вредных условиях труда, а также проведение лечебно-профилактических мероприятий по предупреждению заболеваний работающих, находящихся под интенсивным воздействием вредных факторов);
- специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами;
- компенсации за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда, неустраняемыми при современном техническом уровне производства и организации труда;
- санитарно-бытовые помещения и устройства.

Помимо этого, предприятие организует безопасные условия труда для работников предприятия, обеспечивает режим труда и отдыха работников, регулярно проводятся инструктажи и обучение по охране труда на предприятии и др.

Заключение

В ходе данной работы был проведен анализ литературных и информационных источников с целью выявления актуальной обстановки и состояния безопасности угольной промышленности в России и мире. Было показано, что крупнейшие аварии в угольной промышленности в России произошли на угольных предприятиях, на которых ведутся подземные горные разработки, при этом, 7 из 10 крупнейших аварий произошли на территории Кемеровской области.

Была составлена вероятностная схема развития ЧС на объекте, в которой было показано, что к ЧС могут привести стихийные бедствия природного характера, аварии на соседнем объекте, аварии на рассматриваемом объекте, а также вмешательство третьих лиц в технологический процесс.

Были составлены опросные листы для экспертов для событий, приводящих к ЧС на объекте. Опросный лист №1 содержал в себе 9 событий и факторов, приводящих к возникновению возгорания на складе. Полученные в ходе опроса экспертов данные были проверены на согласованность и обработаны. В результате опроса наиболее вероятными событиями были названы возгорание по причине повышенного влагосодержания угля (вероятность 96%), возгорание угольного склада от открытого источника пламени (88%) и возгорание из-за повышенной температуры воздуха и влажности (81%).

Результаты, полученные в ходе проведения опроса экспертов по опросному листу №2, показали отклонение от данных, представленных в паспорте безопасности ОПО. Таким образом, проведенное исследование помогло актуализировать информацию о возникновении пожара на конкретном предприятии.

Для дальнейшего анализа рисков ЧС, были использованы полученные по результатам анализа мнений экспертов условные вероятности событий по опросному листу №1. Оценена вероятность возгорания в результате влияния каждого фактора, и затем были получены значения рисков наступления возгорания. В результате расчетов наиболее опасными событиями оказались возгорание по причине наличия примесей в угле $6,9 \cdot 10^5$ руб./год и возгорание по причине нарушения правил складирования (недостаточное уплотнение штабеля) $6,3 \cdot 10^5$ руб./год. Данные события находятся в зоне повышенного риска на матрице «Частота реализации – финансовый ущерб».

Наиболее вероятные события имеют значение риска: возгорание по причине повышенного влагосодержания угля $4,8 \cdot 10^5$ руб./год, а возгорание угольного склада от открытого источника пламени $4,4 \cdot 10^5$ руб./год.

Поскольку влагосодержание и примеси в угле являются факторами, приводящими к возгоранию, на которые нельзя повлиять ввиду их природного происхождения, были предложены некоторые организационно-технические мероприятия и рекомендации по снижению вероятности реализации возгорания угольного склада в следствии иных факторов.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был сформирован календарный график проведения исследования, были рассчитаны заработные платы научного руководителя и студента, а также был подсчитан бюджет научной работы, который составил 157475,21 рубля.

В разделе «Социальная ответственность» была рассмотрена рабочая зона персонала, занятого в технологическом процессе ведения горных разработок, а также влияние рассматриваемого предприятия на окружающую среду.

Список публикаций студента

1. Vtorushina A.N., Anishchenko Y.V., Nikonova E.D. Risk Assessment of Oil Pipeline Accidents in Special Climatic Conditions // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. - May 2017. - №66(1).

2. Vtorushina A.N., Larionova E.V., Mezenceva I.L., Nikonova E.D. Risk Assessment at the Cosmetic Product Manufacturer by Expert Judgment Method // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. - May 2017. - №66(1).

3. Никонова Е.Д., Вторушина А.Н. Оценка рисков чрезвычайных ситуаций на магистральных нефтепроводах в особых климатических условиях // Техногенные системы и экологический риск: Тезисы докладов I Международной (XIV Региональной) научной конференции. - Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2017. - С. 86-87.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. История угольной отрасли России // Электронное периодическое издание "Отраслевой портал "Российский уголь". URL: <https://www.rosugol.ru/museum> (дата обращения: 10.05.2017).
2. Statistical Review of World Energy // BP p.l.c. URL: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/downloads.html> (дата обращения: 10.05.2017).
3. Уголь, разрезы, шахты в Кемерово, Новокузнецке, Кузбассе // eКУЗБАСС.ru — Кемерово, Новокузнецк URL: http://www.e-kuzbass.ru/catalog/kuzbass/goods/Ugol_razrezyi_shahtyi/ (дата обращения: 10.05.2017).
4. Промышленное производство по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области (Кемеровостат) // Администрация Кемеровской области URL: <http://www.ako.ru/Ekonomik/Kuzbass-2013/prom.asp?n=3&sn=2> (дата обращения: 10.05.2017).
- 5 Worst Mining Disasters In Human History // World Atlas URL: <http://www.worldatlas.com/articles/worst-mining-disasters-in-human-history.html> (дата обращения: 18.05.2017).
6. 10 самых страшных аварий в шахтах России // Lenta.ru URL: <https://lenta.ru/articles/2016/03/01/mining/> (дата обращения: 22.05.2017).
7. Приказ МЧС РФ от 04.11.2004 N 506 "Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 22.12.2004 N 6218).
8. Приказ МЧС РФ от 28.02.2003 N 105 «Об утверждении требований по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения».
9. Статистическая информация // РОСТЕХНАДЗОР URL: <http://usib.gosnadzor.ru/about/statistic.php> (дата обращения: 22.05.2017).

10. Декларирование промышленной безопасности // Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций URL: <http://www.obzh.ru/pre/2-4.html> (дата обращения: 25.05.2017).

11. ГОСТ Р 51901.23-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска.

12. Словарь // Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций. Электронное учебное пособие URL: <http://www.obzh.ru/pre/slov.html> (дата обращения: 25.05.2017).

13. Приказ Ростехнадзора от 29.11.2005 N 893 (ред. от 18.11.2014) "Об утверждении Порядка оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечня включаемых в нее сведений" (вместе с "РД-03-14-2005...").

14. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.03.2017).

15. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99.

16. Самовозгорание угля // Горная энциклопедия URL: <http://www.mining-enc.ru/s/samovozgoranie-uglya> (дата обращения: 15.05.2017).

17. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. I. – 713 с.

18. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. II. – 774 с.

19. Приказ Минпромэнерго РФ от 12.04.2006 N 78 "Об утверждении Методических рекомендаций по разработке и подготовке к принятию проектов технических регламентов".

20. СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий (приняты Постановлением Минстроя РФ от 27.11.1995 N 18-100).
21. С.Д. Бешелев, Ф.Г.Гурвич Экспертные оценки. - М: Наука, 1973.
22. Liming Yuan, Alex C. Smith CFD modeling of spontaneous heating in a large-scale coal chamber // Loss Prevention in the Process Industries. - 2009. - №22(4). - С. 426-433.
23. Постановление Госгортехнадзора РФ от 10.07.2001 N 30 "Об утверждении "Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов" (дата введения 01.10.2001).
24. ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
25. ГН 2.2.5.1313-03. Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
26. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.
27. ГОСТ 12.1.012-2004. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
28. СанПиН 4616-88 Санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей.
29. СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
30. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.

31. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
32. ГОСТ 12.2.033-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
33. СанПиН 2.2.3.570-96. 2.2.3. Предприятия отдельных отраслей промышленности, сельского хозяйства, связи. Гигиенические требования к предприятиям угольной промышленности и организации работ. Санитарные правила.
34. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
35. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
36. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
37. А.Г. Чеботарёв, В.В. Матюхин Тяжесть и напряжённость труда работников при добыче полезных ископаемых, меры профилактики // Горная промышленность. - 2013. - №4 (110).
38. Воздействие на окружающую среду угледобывающего предприятия // Экодело URL: http://ecodelo.org/rossiyskaya_federaciya/35466-vozdeystvie_na_okruzhayushchuyu_sredu_ugledobuvayushchego_predpriyatiya (дата обращения: 21.04.2017).
39. ГОСТ 17.1.3.06-82 (СТ СЭВ 3079-81). Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
40. ГОСТ 17.1.3.13-86 (СТ СЭВ 4468-84). Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
41. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

42. Влияние горнодобывающей промышленности на экологию // Пункты приема вторсырья и экология Земли URL: <http://ecology-of.ru/eko-razdel/vliyanie-gornodobyvayushchej-promyshlennosti-na-ekologiyu>] (дата обращения: 24.04.2017).

Приложение А

(обязательное)

Опросные листы

Вам будут предложены опросные листы, состоящие из двух частей. К каждой части приложены таблицы и даны шкалы. Вам необходимо ознакомиться с каждой ситуацией, и присвоить вероятность к предложенным событиям, данные занести в имеющиеся таблицы. При оценивании Вам необходимо основываться на своих знаниях и опыте.

Описание ситуации: склад угледобывающего разреза с массой бурого угля 40 000 т находится в 200 м от ЖД, где в цистернах хранится бензин, пропан и АХОВ.

1. Перед Вами опросный лист №1. Вам необходимо определить вероятность наступления события по пятибальной шкале, где:

- 1 балл – очень низкая, скорее всего не произойдет (вероятность наступления от 1 до 20%);
- 2 балла – низкая, маловероятно, что произойдет (вероятность наступления от 21 до 40%);
- 3 балла – средняя, вероятно, что произойдет (вероятность наступления от 41 до 60%);
- 4 балла – высокая, скорее всего, что произойдет (вероятность наступления от 61 до 80%);
- 5 баллов – очень высокая, произойдет раньше, чем ожидается (вероятность наступления свыше 80%)

Таблица 1 – События и факторы, приводящие к возгоранию на угольном складе

№	Событие/фактор	Балл
1	Возгорание угольного склада от источника зажигания (искра от удара металлических предметов)	
2	Возгорание угольного склада от источника зажигания (открытый источник пламени)	
3	Возгорание угольного склада от источника зажигания (электрический ток)	

Продолжение таблицы 1

4	Возгорание по причине повышенного влагосодержания угля	
5	Возгорание по причине измельченности угля (большая активная поверхность)	
6	Возгорание по причине наличия примесей в угле(примесь породы)	
7	Возгорание по причине нарушения правил складирования (недостаточное уплотнение штабеля)	
8	Возгорание по причине нарушения правил подготовки площадки для складирования)	
9	Возгорание из-за условий окружающей среды (повышенная температура воздуха), возгорание из-за условий окружающей среды (повышенная влажность воздуха)	

2. Перед Вами опросный лист №2. На рисунке ниже представлена схема развития возгорания на угольном складе при условии возникновения источника возгорания. События «А» и «Б» относятся к группе 1, события «В» и «Г» относятся к группе 2. Выберите наиболее вероятное событие из каждой группы, и оцените вероятность его наступления по шкале от 1 до 100 таким образом, чтобы присвоенная вероятность была кратной 5.



Рисунок 1 – Дерево событий при возникновении источника возгорания

Таблица 2 – Оценка вероятности наступления событий

Номер группы	Событие	Балл
1	А	
	Б	
2	В	
	Г	