

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 ООП/ОПОП: Защита в чрезвычайных ситуациях
 Отделение контроля и диагностики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Обеспечение промышленной безопасности на угледобывающем предприятии
УДК 622.8:622.333.012

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Афанасьев Артём Константинович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	д.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кащук И.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева И.Л.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП
по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность**

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном (-ых) языке (-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональных сферах
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
УК(У)-12	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека
ОПК(У)-2	Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления
ОПК(У)-3	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом государственных требований в области обеспечения безопасности
ОПК(У)-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Общепрофессиональные компетенции университета	
ДОПК(У)-1	Способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техно­сферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, си­стемы и методы защиты человека и окружающей среды
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен к выполнению работ по обеспечению безопасности объектов за­щиты
ПК(У)-2	Способен к использованию знаний при разработке мероприятий по обеспе­чению безопасности объектов экономики
ПК(У)-3	Способен к управлению системами обеспечения безопасности в структурных подразделениях организации
ПК(У)-4	Способен определять степень риска в зонах воздействия опасных природ­ных и техногенных факторов
ПК(У)-5	Готов осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентирован­ных действующим законодательством Российской Федерации

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.03.01 Техносферная безопасность
_____ А.Н. Вторушина
02.02.2023 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1E91	Афанасьев Артём Константинович

Тема работы:

Обеспечение промышленной безопасности на угледобывающем предприятии	
Утверждена приказом (дата, номер)	13.01.2023 №13-54/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: Угольная шахта Область применения: Добыча полезных ископаемых Рабочая зона: Шахтная выработка. Размеры помещения: 1000*1000 м Количество и наименование оборудования рабочей зоны: Вентиляционные и водоотливные шахты, система подачи воздуха и оборудование для добычи полезных ископаемых Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: обслуживание и эксплуатация горнодобывающей установки, регулярное осматривание оборудования на наличие износа и повреждений, устранение неисправностей и ремонт, контроль системы вентиляции и качества воздуха в шахте
---------------------------------	--

Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	1. Аналитический обзор по литературным источникам с целью набора материала по предприятиям угледобывающей отрасли. 2. Анализ статистических данных по причинам возникновения аварий на угледобывающем предприятии. 3. Оценка риска аварий в горных выработках. 4. Расчет сил и средств для ликвидации чрезвычайной ситуации.
Перечень графического материала	Таблицы, рисунки, графики.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	д.т.н., доцент		02.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Афанасьев Артём Константинович		02.02.2023 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
1Е91	Афанасьев Артём Константинович

Тема работы:

Обеспечение промышленной безопасности на угледобывающем предприятии

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.11.2022	Раздел «Аналитический обзор проблемы возникновения ЧС на угледобывающих предприятиях»	5
08.12.2022	Раздел «Анализ ЧС при аварии»	15
22.12.2022	Раздел «Оценка риска, анализ сценариев развития аварийных ситуаций»	20
24.03.2022	Раздел «Мероприятия по уменьшению вероятности возникновения аварии»	20
19.04.2023	Раздел «План ликвидации аварий»	20
07.05.2023	Раздел «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
25.05.2023	Оформление и представление ВКР	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	д.т.н., доцент		02.02.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2022

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Афанасьев Артём Константинович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему: «Обеспечение промышленной безопасности» состоит из текстового документа, выполненного на 84 страницах, содержит 3 рисунка, 24 таблицы и 28 источников.

Выпускная квалификационная работа на тему "Обеспечение промышленной безопасности на шахте" представляет собой исследование мер и средств, необходимых для минимизации рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на АО «Сибирская угольная энергетическая компания, г. Москва»

Ключевые слова: шахта, взрыв метановоздушной смеси, вредные и опасные факторы, вентиляционная установка.

Целью данной работы является проведение анализа возможных аварийных ситуаций на шахте и разработка технических решений для их предотвращения. В ходе исследования были проанализированы возможные сценарии аварийных ситуаций, а также определены поражающие факторы с использованием методов "деревьев отказов" и "деревьев событий".

Из всех возможных сценариев был выделен наиболее опасный - взрыв метановоздушной смеси в тупиковой выработке. Для предотвращения данной ситуации было предложено техническое решение, включающее разработку специальной скважины и установку вентиляционной системы для поддержания оптимального газового режима в выработках шахты.

Внедрение данного технического решения находится на стадии разработки, однако его внедрение на угольных предприятиях может оказать значительное влияние на повышение промышленной безопасности и снижение риска возникновения аварийных ситуаций.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования.

ГОСТ Р 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов.

ГОСТ 12.4.011-89 Средства защиты работающих. Классификация.

ГОСТ 25543-88 Угли бурые, каменные и антрациты.

РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах.

РД 34.21.122-87 Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений.

РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.

СП 1.13130.2009 Система противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.

СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий.

НПБ 23-01 Пожарная опасность технологических сред. Номенклатура показателей.

СО 153-34.21.122-2003 Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений и промышленных коммуникаций.

Список сокращений

ПЛА – план ликвидации аварии

ПБ – промышленная безопасность

ОС – окружающая среда

АО – акционерное общество

СУЭК – Сибирская угольная энергетическая компания

ЧС – чрезвычайная ситуация

ВГСЧ – военизированная горноспасательная часть

СОУТ – специальная оценка условий труда

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	16
1.2 Причины взрывов	18
1.3 Обвалы и обрушения	19
1.4 Взрывы взрывчатого вещества.....	19
1.5 Остановка вентиляционной установки	20
1.6 Суфлярные выделения газа	21
1.7 Горный удар	22
1.8 Анализ аварий на шахтах России	22
1.9 Требования промышленной безопасности к угледобывающим предприятиям.....	25
2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	28
2.1 Характеристика объекта исследования	28
2.2 Оценка риска аварий	29
2.2.1 Сценарии развития аварийных ситуаций на объекте исследования с указанием основных причин их возникновения	29
2.3 Дерево событий.....	30
2.4 Дерево отказа	31
3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИИ И ТЯЖЕСТИ ПОСЛЕДСТВИЙ.....	34
3.1 План ликвидации аварий.....	36
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	43
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	43
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	46
4.1.2 SWOT-анализ.....	48
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	52

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	52
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	53
4.3 Бюджет научно-технического исследования.....	56
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	63
Выводы по разделу	66
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	69
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	69
5.2 Производственная безопасность.	72
5.3 Экологическая безопасность при эксплуатации	74
5.3.1 Атмосфера.....	75
5.3.2 Литосфера	75
5.3.3 Гидросфера	76
5.3.4 Селитебная зона	77
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	77
5.4.1 Возможные чрезвычайные ситуации.....	77
5.4.2 Наиболее типичная чрезвычайная ситуация.....	78
Вывод по разделу	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	82

ВВЕДЕНИЕ

Угольная промышленность представляет собой важное направление в сфере топливной добычи и переработки. Уголь является одним из самых широко распространенных и доступных источников энергии в мире. Он широко применяется в промышленности и энергетическом секторе для производства электроэнергии, тепла и других видов энергии.

Одним из ключевых регионов угольной промышленности в России является Кузнецкий бассейн, расположенный на юге Западной Сибири в Кемеровской области. Этот бассейн является главной угольной базой страны и обеспечивает примерно половину всей добычи угля в России. В этом регионе находится значительное количество высококачественного каменного угля, включая коксующийся уголь. Около 12% добычи угля в регионе осуществляется открытым способом, что представляет свои собственные особенности и риски для безопасности и окружающей среды.

Угольная промышленность является ключевой отраслью экономики многих стран и обеспечивает тысячи рабочих мест, но также связана с определенными рисками и вызовами в области безопасности и экологии. В связи с этим, на угледобывающих предприятиях необходимо принимать меры по обеспечению безопасности работников, предотвращению аварийных ситуаций и минимизации негативного влияния на окружающую среду.

Обеспечение промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях имеет решающее значение для сохранения здоровья и жизни работников, а также для сохранения материальных ценностей и окружающей среды.

В связи с тем, что добыча угля является опасным и трудоемким процессом, необходимо проводить мероприятия по охране труда и промышленной безопасности на всех этапах производства: от добычи угля до его транспортировки и хранения. Каждый работник должен знать и соблюдать правила техники безопасности, а также быть осведомленным о возможных опасностях и способах их предотвращения.

Для обеспечения промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях необходимо использовать современные технологии и оборудование, которые позволяют повысить эффективность и безопасность производства. Также необходимо проводить регулярное техническое обслуживание оборудования и обучение работников правилам эксплуатации.

Важным аспектом обеспечения промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях является предотвращение аварийных ситуаций. Для этого необходимо проводить анализ рисков и разрабатывать мероприятия по предотвращению и устранению возможных аварийных ситуаций. Также необходимо иметь систему управления кризисными ситуациями, которая позволяет быстро и эффективно реагировать на любые происшествия.

Угольная промышленность относится к опасному производственному объекту из-за ряда потенциальных опасностей, связанных с добычей, переработкой и транспортировкой угля. В процессе добычи угля в шахтах и карьерах возможны опасные ситуации, такие как обрушение горных пород, пожары, взрывы газов, водоизмещение и другие, которые могут привести к человеческим жертвам и ущербу для окружающей среды.

Кроме того, в процессе обогащения угля используются химические реагенты и другие вещества, которые могут быть опасными для здоровья человека и окружающей среды, если они попадут в окружающую среду.

Транспортировка угля также связана с опасностями. Например, перевозка угля на железнодорожном транспорте может привести к авариям и опасным ситуациям на железнодорожных путях. Кроме того, угольные пыли, которые могут образовываться в процессе транспортировки и обработки угля, являются опасными, так как могут вызвать пожары и взрывы.

АО СУЭК Кузбасс Шахта им. В.Д. Ялевского является опасным производственным объектом в связи с технологическим процессом добычи угля, в ходе которого образуются опасные вещества, используются установки, работающие под избыточным давлением, и проводятся горные работы. В результате этого,

шахта имеет сверхкатегорийный статус согласно классификации опасных объектов.

В связи с этим, участок вентиляционной техники безопасности во главе с главным инженером предприятия разработал "План ликвидации аварий", который содержит возможные сценарии аварийных ситуаций и позиции для предпринимаемых действий персоналом шахты и горноспасателями.

Проведенный анализ сценариев развития чрезвычайных ситуаций показал, что наиболее вероятной аварией может стать взрыв смеси газа метана, угольной пыли и рудничного воздуха в плохо проветриваемых тупиковых горных выработках, что может привести к разрушению горных выработок, крепи, вентиляционных и противопожарных трубопроводов, а также к огромному ущербу окружающей среде, работникам шахты и самой шахте.

Необходимо принять меры по повышению безопасности технологических процессов, улучшению вентиляции и созданию более эффективной системы контроля за газодинамическими процессами в шахте. Это позволит предотвратить возможные аварийные ситуации и обеспечить безопасность работников и окружающей среды.

Поэтому цель выпускной квалификационной работы заключается в проведение анализа возможных аварийных ситуаций на шахте и разработка технических решений для их предотвращения.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить статистику аварийных ситуаций в угледобывающей отрасли.
2. Провести анализ требований промышленной безопасности к угледобывающим предприятиям.
3. Выявить и описать источники опасности, возможные аварии на шахте «АО СУЭК Кузбасс Шахта им. В.Д. Ялевского».
4. Оценить риск аварии и предложить мероприятия по уменьшению вероятности возникновения аварии и тяжести последствий.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Угледобыча является одной из важнейших отраслей промышленности во многих странах мира, однако она также связана с рядом серьезных проблем, включая возникновение чрезвычайных ситуаций. ЧС на угледобывающих предприятиях могут иметь различные причины, от геологических условий и неблагоприятной природной среды до недостатков в управлении и безопасности на предприятии. В данном аналитическом обзоре рассмотрим основные проблемы, связанные с возникновением ЧС на угледобывающих предприятиях.

Согласно Федеральному закону от 21.07.1997 года N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (ред. от 13.07.2015 г.), угледобывающие предприятия, включая разработку угля и обогащение полезных ископаемых, классифицируются как опасные производственные объекты [1].

На угледобывающем предприятии чрезвычайная ситуация может возникнуть по ряду причин, таких как геологические условия (подземные сдвиги, оползни, землетрясения или подземные воды). Они могут привести к обрушению шахтных выработок, затоплениям или повреждению инфраструктуры предприятия. Также не маловажным показателем является технические сбои и отказы оборудования, нарушение правил безопасности персонала и т.д [1].

Подземные аварии представляют серьезную опасность для работников шахты. Они могут привести к гибели или серьезным травмам, таким как переломы, ссадины, ожоги или отравления. Кроме того, аварии могут привести к блокировке выходов, что затрудняет эвакуацию работников в случае чрезвычайной ситуации. Аварии также могут вызвать повреждение оборудования и инфраструктуры шахты, приводя к прекращению процесса добычи угля и значительным экономическим потерям. Также возникает риск загрязнения окружающей среды, особенно при затоплениях или взрывах, что может иметь негативные последствия для экосистем и общественного здоровья.

Поэтому предотвращение подземных аварий и обеспечение безопасности на шахтах являются критически важными задачами. Это включает в себя строгое соблюдение правил безопасности и нормативных требований, регулярное обучение работников, систематический технический контроль и поддержку, а также постоянное улучшение процессов и методов работы для снижения риска возникновения аварий [2].

Причинами возникновения ЧС на шахтах являются:

1. взрывы метановоздушной смеси;
2. прорыв вод;
3. обвалы и обрушения;
4. взрывы взрывчатого вещества;
5. суфлярные выделения газа
6. остановка вентиляционной установки;
7. горный удар;
8. эндогенные и экзогенные пожары;
9. природные явления;

1.1 Взрывы метановоздушной смеси

Взрывы метановоздушной смеси - это одна из наиболее опасных подземных аварий, которая может возникнуть на шахтах. Метан - это легковоспламеняющийся газ, который образуется при добыче угля и находится в шахте в некотором количестве. При определенных условиях, например, когда содержание метана в воздухе превышает определенный предел (обычно около 5%), и при наличии источника зажигания (например, искры от электрической техники), метан может воспламениться и вызвать взрыв [2].

Взрыв метановоздушной смеси может быть очень мощным и способен привести к разрушению выработок шахты, забоев, оборудования и, что самое важное, к гибели людей. Последствия такой аварии могут быть катастрофическими и привести к закрытию шахты на длительный период времени.

Для предотвращения взрывов метановоздушной смеси необходимо строго соблюдать правила безопасности на шахте, такие как регулярное проведение измерений содержания метана в воздухе, применение специального оборудования, которое не может искрить и не создает тепла, а также использование персональных защитных средств. Кроме того, необходимо проводить обучение и тренировки персонала шахты по действиям в случае взрыва метановоздушной смеси, чтобы минимизировать последствия аварии и быстро оказать помощь пострадавшим.

1.2 Причины взрывов

Угольные шахты представляют наибольшую опасность от взрывов пылегазовых смесей. Это связано с несколькими факторами, включая то, что все системы разработки угольных пластов требуют обнажения пласта на всей обрабатываемой площади, угольная пыль имеет высокую витаемость и низкую смачиваемость, интенсивное проветривание вызывает захват большого количества пыли турбулентным воздушным потоком, а также рост энерговооруженности с механическим отделением и дроблением угля в активно проветриваемом рабочем пространстве горных выработок приводит к непрерывному интенсивному запылению атмосферы на всем протяжении [3].

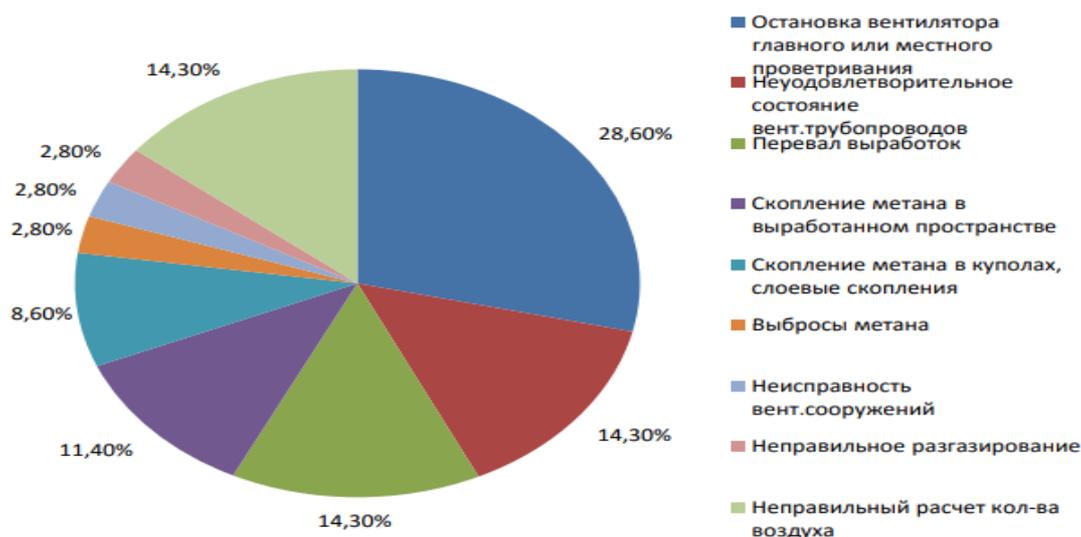


Рисунок 1 – Причины образования взрывоопасной метановоздушной среды в угольных шахтах

Взрывные работы являются источником теплового импульса, который вызывает возгорание серной и сульфидной пылевоздушной смеси. В угольных шахтах причиной возгорания метано- и пылевоздушной смеси чаще всего является тепловой импульс, создаваемый взрывными работами, электрическим током и трением.

1.3 Обвалы и обрушения

Обвалы и обрушения в шахтах являются серьезными проблемами, которые могут привести к гибели людей, разрушению оборудования и прекращению работы шахты. Они возникают по разным причинам и требуют принятия мер предосторожности для предотвращения подобных инцидентов [3].

Одной из основных причин обвалов и обрушений являются геологические факторы. Недостаточная прочность пород, наличие трещин и геологических сдвигов могут привести к нестабильности и обрушениям. Породы могут быть несбалансированы, содержать слабые участки или подвергаться воздействию водных потоков, что делает их более подверженными обрушениям.

Неправильное управление горными отвалами также может быть причиной обвалов и обрушений. Горные отвалы, нагружающие стенки шахты, могут расти неконтролируемо. Если не проводить правильную оценку и контроль высоты, укрепления и стабилизации горных отвалов, они могут обрушиться, представляя угрозу для шахты и ее работников.

1.4 Взрывы взрывчатого вещества

Взрывы взрывчатого вещества в шахтах являются опасными и разрушительными событиями, которые могут привести к потере жизней и разрушению инфраструктуры. Они происходят во время взрывных работ, используемых для добычи полезных ископаемых или создания проходов в шахтах [4].

Основная причина взрывов взрывчатого вещества в шахтах заключается в нарушении правил безопасности и недостаточной подготовке персонала. Это может включать неправильное хранение, обработку и использование взрывчатых

веществ, неправильное дозирование или смешивание компонентов, а также неправильное применение взрывного заряда.

Другими возможными причинами взрывов являются неисправности в электрооборудовании, которые могут приводить к искрам и источникам тепла, способным инициировать взрывчатые вещества. Также неконтролируемые выбросы метана или других взрывоопасных газов могут стать причиной взрывов, особенно в случае недостаточной вентиляции и неправильной оценки геологических условий.

1.5 Остановка вентиляционной установки

Остановка вентиляционной установки в шахтах является серьезной проблемой, которая может иметь негативные последствия для безопасности и здоровья работников, а также привести к прекращению добычи полезных ископаемых. Вентиляционная система в шахтах играет важную роль в обеспечении свежего воздуха, удалении вредных газов и пыли, а также поддержании нормальных условий температуры и влажности [3].

Остановка вентиляционной установки может быть вызвана различными причинами, включая:

1. Технические неисправности и сбои в оборудовании, такие как поломка вентиляторов, электрических систем или систем автоматического управления.
2. Непредвиденные аварийные ситуации, например, пожары, взрывы или другие чрезвычайные происшествия в шахте, которые могут повредить вентиляционную систему.
3. Плановые ремонтные работы или техническое обслуживание, которые требуют временной остановки работы вентиляционной установки.

Остановка вентиляционной установки может привести к накоплению вредных газов, пыли и повышению температуры и влажности в шахте, что создает опасность для здоровья и безопасности работников. Поэтому важно проводить

регулярное обслуживание и техническую проверку вентиляционной системы, а также иметь планы эвакуации и альтернативные системы вентиляции для обеспечения безопасности работников в случае остановки основной установки.

1.6 Суфлярные выделения газа

Суфлярные выделения газа в шахтах являются одной из серьезных проблем, связанных с безопасностью и здоровьем работников. Суфлярные выделения представляют собой выбросы газов, которые возникают из-за нарушения целостности горных пород, что может привести к накоплению вредных газов в шахтном пространстве [4].

Главные причины суфлярных выделений газа в шахтах включают:

1. Геологические условия: Некоторые горные породы содержат естественные пластовые газы, такие как метан или углекислый газ. Если породы имеют низкую проницаемость, газы могут задерживаться в поровых пространствах и быть выделены при нарушении горных массивов.
2. Разрушение пород: Разрушение и обрушения в шахте могут вызвать освобождение газов. Взрывы или обрушения горных пород могут создавать трещины и трещиноватость, через которые газы могут проникать в шахтное пространство.
3. Добыча полезных ископаемых: При добыче полезных ископаемых могут освобождаться газы, которые были запечатаны в горных породах. Подземные угольные шахты, например, часто сталкиваются с проблемой суфлярных выделений метана.

Суфлярные выделения газа в шахтах представляют опасность для работников из-за возможного накопления вредных газов, таких как метан или углекислый газ. Эти газы могут быть взрывоопасными или являться причиной отравления работников. Поэтому необходимы соответствующие меры предосторожности, такие как регулярная вентиляция и мониторинг газов, чтобы обеспечить безопасность в шахтных условиях.

1.7 Горный удар

Горный удар в шахтах является одной из наиболее опасных и разрушительных аварийных ситуаций, которые могут произойти в горнодобывающей промышленности. Горный удар - это резкое разрушение горных пород, вызванное высоким давлением и непредсказуемым освобождением энергии [5].

Основные причины горного удара в шахтах могут быть следующими:

1. **Нарушение геологической устойчивости:** Горные породы в шахте могут быть неустойчивыми и подвержены напряжениям, особенно вблизи выработок и разрабатываемых пластов. Это может привести к накоплению напряжений и, в конечном итоге, к горному удару.
2. **Высокое давление газа:** Нарушение плотности горных пород может привести к накоплению газов, таких как метан или углекислый газ, в шахтном пространстве. Высокое давление газа может создавать напряжение и вызывать горный удар.
3. **Неправильное проектирование и эксплуатация шахт:** Неправильное проектирование или недостаточная эксплуатация шахты может привести к неравномерному распределению напряжений в горных породах, что увеличивает риск возникновения горного удара.

Горный удар в шахтах может привести к разрушению выработок, обрушению потолка и стен, а также созданию волн давления, которые могут причинить серьезные повреждения оборудованию и инфраструктуре, а также угрожать жизням работников. Поэтому важно проводить регулярное мониторинг геологической устойчивости, принимать меры предосторожности и обеспечивать безопасность работников в шахте [5].

1.8 Анализ аварий на шахтах России

Анализ аварийных ситуаций на шахтах России представлен в таблице 1.

Таблица 1.1 – Список аварий на шахтах России

Дата	Шахта	Город/Область	Вид аварии	Количество жертв
13.01.2002	Шахта «Воркутинская»	Воркута	взрыв метана	5
16.06.2003	Шахта «Зиминка»	Прокопьевск, Кемеровская область	взрыв метана	12
23.10.2003	Шахта «Западная-Капитальная»	Новошахтинск, Ростовская область	прорыв воды из подземного озера	2
29.10.2003	Шахта «Центральная»	Партизанск, Приморский край	взрыв метана	6
10.01.2004	Шахта «Сибирская»	Анжеро-Судженск, Кемеровская область	взрыв метана и последующий экзогенный пожар	6
10.04.2004	Шахта «Тайжина»	Осинники, Кемеровская область	взрыв метана	47
28.10.2004	Шахта «Листвяжная»	Белово, Кемеровская область	взрыв метана	13
09.02.2005	Шахта «Есаульская»	Новокузнецк, Кемеровская область	пожар и взрыв метана	25
08.09.2005	Шахтоуправление «Анжерское»	Анжеро-Судженск, Кемеровская область	взрыв метана	5
07.09.2006	Шахта «Центральная»	Вершино-Дарасунский, Читинская область	пожар	25
19.03.2007	Шахта «Ульяновская»	Новокузнецк, Кемеровская область	взрыв метана и угольной пыли	110
24.05.2007	Шахта «Юбилейная»	Новокузнецк, Кемеровская область	взрыв метана	39

30.05.2008	Шахта им. Ленина	Междуреченск, Кемеровская об- ласть	обрушение пород кровли	5
11.12.2008	Расвумчоррский рудник	Кировск, Мур- манская область	несанкционирован- ный взрыв	12
23.12.2009	Шахта «Естюнин- ская»	Нижний Тагил, Свердловская область	взрыв аммонита	9
8-9.05.2010	Шахта «Распад- ская»	Междуреченск, Кемеровская об- ласть	взрыв метана	91
20.01.2013	Шахта № 7	Киселевск, Ке- меровская об- ласть	взрыв метана	8
22.02.2013	Шахта «Ворку- тинская»	Воркута	взрыв метана	19
25.02.2016 28.02.2016	Шахта «Северная»	Воркута	взрыв метана	36
04.08.2017	Шахта «Мир»	Мирный, Рес- публика Саха (Якутия)	затопление	8
22.12.2018	Шахта СКРУ-3 ПАО «Уралкалий»	Соликамск, Пермский край	пожар	9
8.02.2019	Разрез «Распад- ский»	Междуреченск, Кемеровская об- ласть	падение вахтовки с борта разреза	6
25.11.2021	шахта «Листвяж- ная»	Белово, Кеме- ровская область	взрыв метана	51

После анализа ситуаций в угольной промышленности становится очевидным, что большинство чрезвычайных ситуаций имеют серьезные экологические последствия. Это может включать загрязнение подземных вод, разрушение природной среды и нарушение недр. Такие последствия могут нанести ущерб полезным ископаемым и сельскохозяйственным угодьям, а также повредить здоровье населения [6].

При оценке эколого-экономического ущерба, связанного с авариями в угольной промышленности, важно учитывать потери, связанные с компенсацией горнодобывающих работ. Эти потери сопровождаются нанесением экологического ущерба окружающей среде и оцениваются как сумма ущерба, причиненного экосистемам.

Однако наиболее опасным, разрушительным и причиняющим огромный ущерб человеческим, экономическим и экологическим ресурсам является метан и метановоздушная смесь. Взрыв метановоздушной смеси является наиболее частым, опасным и разрушительным, приводящим к большому количеству человеческих жертв.

1.9 Требования промышленной безопасности к угледобывающим предприятиям

Требования промышленной безопасности к угледобывающему предприятию представляют набор правил, норм и стандартов, установленных законодательством и нормативными документами, которые регулируют безопасность процессов и операций, связанных с угледобычей. Эти требования разработаны с целью защиты жизни и здоровья работников, предотвращения аварийных ситуаций, минимизации рисков для окружающей среды и обеспечения устойчивого и безопасного функционирования предприятия [8].

Ниже приведены требования, которые обычно предъявляются к угледобывающим предприятиям с точки зрения промышленной безопасности:

1. Разработка и утверждение документов по промышленной безопасности: Предприятие должно разработать и утвердить документацию по промышленной безопасности, включающую в себя инструкции, положения, регламенты и другие документы, определяющие правила и процедуры безопасной работы на предприятии.
2. Система управления промышленной безопасностью: Предприятие должно иметь систему управления промышленной безопасностью, которая

включает в себя планирование, организацию, внедрение, контроль и улучшение мер безопасности на предприятии. Эта система должна соответствовать требованиям законодательства и нормативных документов.

3. Оценка и управление рисками: Предприятие должно проводить систематическую оценку рисков и разрабатывать меры по устранению или снижению опасностей, связанных с угледобычей. Это включает анализ технологических процессов, оборудования, систем безопасности и других аспектов деятельности предприятия.
4. Технические средства безопасности: Предприятие должно обеспечивать использование технических средств безопасности, таких как системы контроля и автоматизации, предупредительные и защитные устройства, оборудование для предотвращения пожаров и взрывов, а также средства индивидуальной защиты для работников.
5. Обучение и обеспечение компетентности персонала: Работники должны проходить обучение по вопросам промышленной безопасности, ознакомляться с правилами и процедурами, а также получать необходимые навыки и знания для выполнения своих обязанностей в безопасной манере. Предприятие должно также обеспечивать регулярное повышение квалификации персонала.
6. Организация мониторинга и контроля: Предприятие должно осуществлять мониторинг и контроль за состоянием промышленной безопасности на предприятии. Это включает проведение проверок и инспекций, анализ результатов контроля и мониторинга, а также принятие мер по устранению выявленных нарушений и недостатков.
7. Планы чрезвычайных ситуаций и аварийная готовность: Предприятие должно разрабатывать планы чрезвычайных ситуаций, включая планы эвакуации, меры по предотвращению пожаров и аварий, а также обеспечивать аварийную готовность. Это включает наличие системы оповещения и предупреждения, тренировки персонала по действиям в чрезвычайных ситуациях и сотрудничество с экстренными службами.

8. **Здоровье и безопасность работников:** Предприятие должно обеспечивать условия работы, отвечающие требованиям безопасности и здоровья работников. Это включает организацию медицинских осмотров, предоставление средств индивидуальной защиты, обучение работников правилам безопасности, а также мониторинг и управление профессиональными рисками.
9. **Экологическая безопасность и охрана окружающей среды:** Предприятие должно соблюдать требования экологической безопасности и охраны окружающей среды. Это включает меры по предотвращению загрязнения водных и воздушных ресурсов, утилизации и обращению с отходами, контролю выбросов и выбросов вредных веществ.
10. **Сотрудничество с контролирующими органами:** Предприятие должно поддерживать сотрудничество и взаимодействие с контролирующими органами, такими как Ростехнадзор и другими органами государственного надзора. Это включает предоставление необходимой информации, соблюдение требований при проведении проверок и инспекций, а также исполнение предписаний контролирующих органов.

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Характеристика объекта исследования

АО СУЭК Кузбасс Шахта им. В.Д. Ялевского - это крупное угольное предприятие, расположенное в Кемеровской области, Россия. Ниже приведены характеристики этого объекта исследования:

1. Отрасль: угольная промышленность
2. Географическое расположение: Кемеровская область, Россия
3. Местонахождение: шахта расположена в Кемеровской области России, в 10 км от города Ленинск-Кузнецкий.
4. Год основания: 1963 год
5. Статус: акционерное общество
6. Размер: Кузбасс Шахта им. В.Д. Ялевского является одной из крупнейших угольных шахт в России
7. Производительность: Шахта имеет ежегодную производственную мощность более 3 миллионов тонн угля
8. Технологии: Шахта использует современное оборудование и технологии для добычи и обработки угля
9. Трудовые ресурсы: В компании работают более 5000 человек
10. Экология: АО СУЭК Кузбасс Шахта им. В.Д. Ялевского активно заботится о снижении вредного воздействия на окружающую среду и внедрении экологически чистых технологий
11. Социальная ответственность: Компания активно поддерживает социальные программы, в том числе развитие образования, культуры и спорта в регионе.
12. Экономические показатели: шахта входит в состав одной из крупнейших горнодобывающих компаний в России, АО СУЭК, и является одним из крупнейших производителей угля в России.

13. Важность для региона: шахта является одним из крупнейших работодателей в регионе и оказывает значительное влияние на экономику и социальную сферу Кемеровской области.

2.2 Оценка риска аварий

2.2.1 Сценарии развития аварийных ситуаций на объекте исследования с указанием основных причин их возникновения

Сценарии развития аварийных ситуаций на объекте АО СУЭК Кузбасс Шахта им. В.Д. Ялевского могут быть следующими:

- Взрыв метановоздушной смеси в шахте.
- Обрушение горных пород на шахте.
- Пожар в шахте.

2.2.1.1 Взрыв метановоздушной смеси в шахте

Причины возникновения: недостаточная вентиляция шахты, нарушение правил безопасности при проведении взрывоопасных работ, недостаточная контрольная проверка наличия метана в воздухе. Этот сценарий может привести к серьезным повреждениям шахтных сооружений, гибели людей, нарушению производственной деятельности [9].

2.2.1.2 Обрушение горных пород на шахте.

Причины возникновения: нарушение технологии проведения горных работ, недостаточный контроль за состоянием горных пород, повышенная сейсмическая активность в районе шахты. Этот сценарий может привести к блокировке шахты, потере жизней людей, значительному экономическому ущербу.

2.2.1.3 Пожар в шахте.

Причины возникновения: нарушение правил эксплуатации электрооборудования, недостаточное внимание к профилактике возгораний, неправильное хранение горючих материалов. Этот сценарий может привести к блокировке шахты, уничтожению имущества, гибели людей, нарушению производственной деятельности [12].

2.3 Дерево событий

Дерево событий — это графическая диаграмма, которая используется для анализа и оценки последствий различных событий, связанных с добычей, транспортировкой и обработкой угля. Оно может использоваться для выявления потенциальных опасностей и угроз безопасности на предприятии, а также для определения наиболее эффективных методов их предотвращения.

На рисунке 2 представлено дерево событий внезапного выброса метана из угольного пласта, где показаны сценарии развития аварийной ситуации. Наиболее вероятным неблагоприятным сценарием, как видно из рисунка 2 будет пожар или взрыв метановоздушной смеси [9].

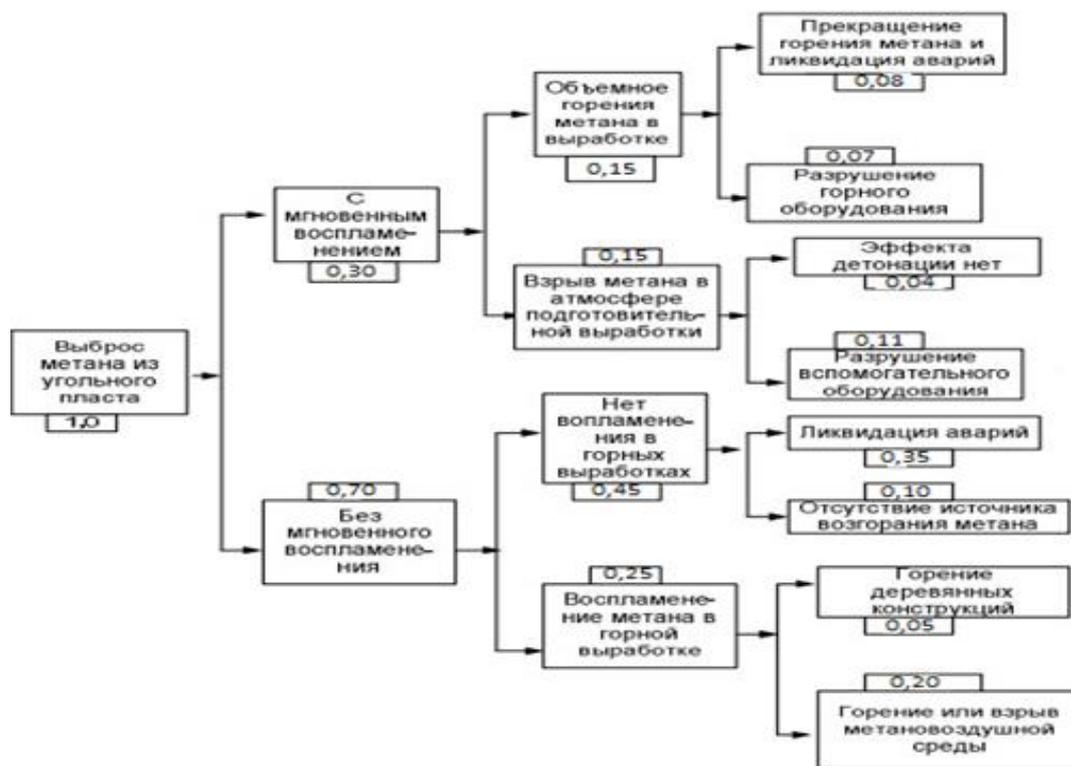


Рисунок 2 - Аварии на шахте при внезапном выбросе метана

Из анализа дерева событий можно сделать вывод, что наиболее вероятным сценарием развития аварийной ситуации, связанных с выбросом метана из угольного пласта будет S_8 – горение или взрыв метановоздушной среды.

2.4 Дерево отказа

Дерево отказа – это инструмент, который позволяет описать возможные отказы в системе или процессе, а также причины, которые могут привести к этим отказам.

В случае угольного предприятия, дерево отказа может использоваться для анализа и предотвращения возможных аварийных ситуаций и неисправностей, которые могут возникнуть на производстве. На этапе разработки дерева отказа проводится анализ всех систем, оборудования и процессов на предприятии с целью выявления возможных отказов и их причин [12].

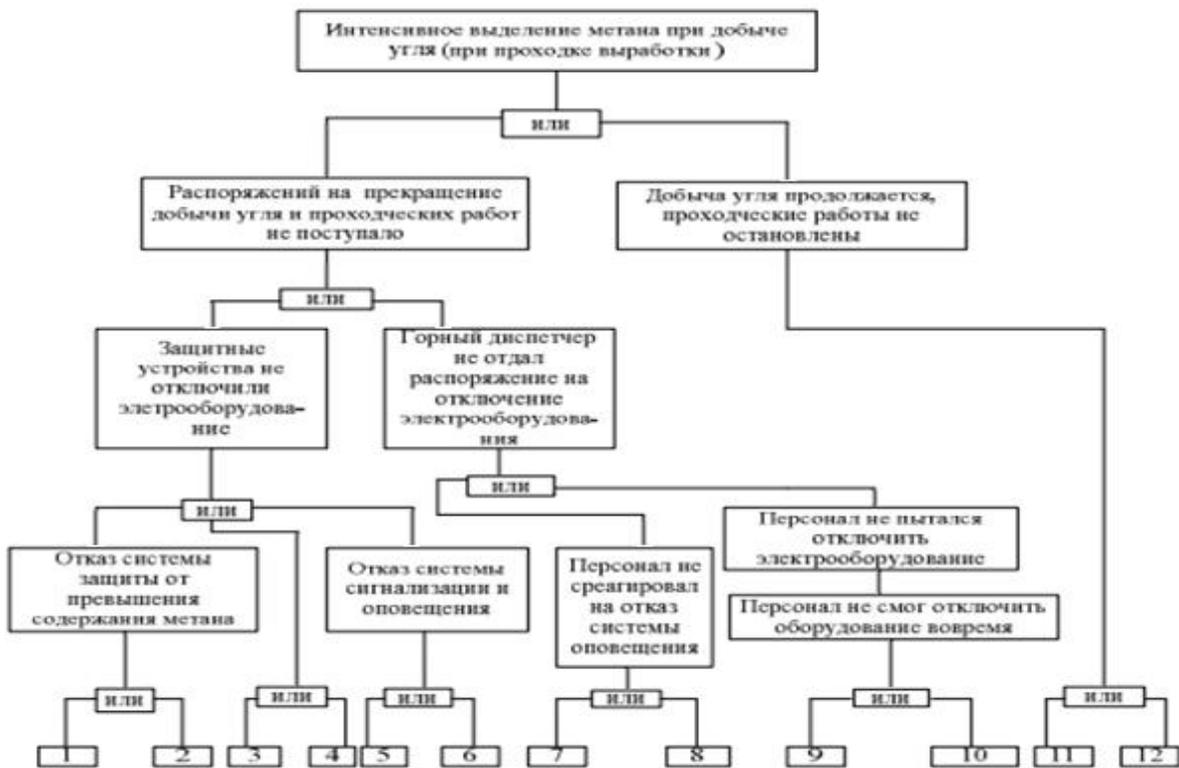


Рисунок 3 - Возникновения аварийной ситуации внезапного выброса метана

Таблица 2.1 – Исходные события "дерева отказа"

№/№	Наименование событий	Вероятность события P_i
1	Система автоматической выдачи контроля метана оказалась отключенной	0,05
2	Обрыв цепей передачи сигнала от датчиков контроля содержания метана в атмосфере выработки	0,002
3	Ослабление сигнала выдачи уровня содержания метана (постороннее воздействие)	0,001
4	Отказ усилителя - преобразователя сигнала выдачи параметров содержания метана	0,02
5	Отказ работы газоанализатора метана воздушной среды в горной выработки	0,3
6	Отказ датчика контроля метана в воздушной среде горной выработки	0,02
7	Оператор не заметил световой индикации о превышения уровня метана (ошибка оператора)	0,005
8	Оператор не услышал звуковой сигнализации об увеличении метана в воздушной среде горной выработки (ошибка оператора)	0,1
9	Оператор не знал о необходимости подачи команды на отключение электрооборудования	0,1
10	Оператор не заметил индикации газоанализатора об резком увеличении метана в атмосфере выработки	0,4
11	Отказ системы блокировки питания участка	0,001
12	Отказ автоматического фидерного автомата питания участка	0,001
13	Вероятность выполнения событий при отказе	$\Sigma P_i = 1,000$

Из анализа дерева причин можно сделать вывод, что наиболее вероятными первичными событиями являются первичные события: 10, 5, 8, 9, что связано с человеческим фактором.

Для решения проблем, связанных с газоанализаторами и человеческим фактором при аварии на угледобывающем предприятии, рекомендуется принять следующие мероприятия:

1. Обновление и обслуживание газоанализаторов: проверьте и обновите существующие газоанализаторы на предприятии, чтобы убедиться в их надлежащей работоспособности. Регулярно проводите техническое обслуживание и калибровку газоанализаторов, чтобы обеспечить точность измерений и надежную работу при обнаружении метановоздушных смесей.
2. Расширение сети газоанализаторов: оцените места, где риск образования метановоздушных смесей наиболее высок, и установите дополнительные газоанализаторы в этих зонах. Обеспечьте равномерное покрытие всего предприятия, чтобы обнаруживать потенциально опасные уровни метана в реальном времени.

3. Автоматическое предупреждение и системы эвакуации: интегрируйте газоанализаторы с автоматическими системами предупреждения и эвакуации, чтобы в случае обнаружения метановоздушной смеси были предприняты автоматические действия, такие как активация сирен, световых сигналов, оповещение персонала и указания на эвакуацию.
4. Обучение персонала: регулярно проводите обучение сотрудников по безопасному обнаружению и реагированию на утечки метана. Включите информацию о чрезвычайных ситуациях, процедурах эвакуации и использовании оборудования для безопасности.
5. Установка видеонаблюдения: разместите камеры видеонаблюдения в ключевых зонах угледобывающего предприятия, чтобы отслеживать и контролировать деятельность персонала. Это поможет выявить нарушения правил безопасности, а также расследовать причины аварий и несчастных случаев.
6. Обратная связь и сообщество: содействуйте открытой коммуникации и обмену информацией среди сотрудников и участников угледобывающего предприятия. Постоянная обратная связь и диалог между руководством и работниками позволят лучше понять проблемы и вызовы, связанные с безопасностью и человеческим фактором. Активно вовлекайте сотрудников в процесс обеспечения безопасности и поощряйте предложения по улучшению процедур и практик.
7. Регулярные аудиты и проверки: проводите регулярные аудиты и проверки процессов безопасности, включая работу с газоанализаторами и соблюдение стандартов безопасности. Это позволит выявить потенциальные уязвимости, несоответствия или проблемы и принять меры для их устранения.

3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИИ И ТЯЖЕСТИ ПОСЛЕДСТВИЙ

Планирование предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на всех уровнях заключается в разработке ряда оперативных, мобилизационных и административно-организационных документов.

В соответствии с «Правилами безопасности в горных предприятиях» для шахты составляется план ликвидации аварии (ПЛА) на случай возникновения пожаров, взрывов, прорывов воды. План ликвидации аварий (ПЛА) разрабатывается в соответствии с инструкцией по составлению ПЛА и ПБ.

План ликвидации аварий - документ, определяющий меры и действия, необходимые для спасения людей и ликвидации аварий в начальный период их возникновения [14].

Далее рассмотрим мероприятия по предупреждению и ликвидации аварий на шахте АО СУЭК Кузбасс Шахта им. В.Д. Ялевского, представленные в таблице 3.

Таблица 3.1 - Меры по снижению вероятности и последствий опасных ситуаций

Опасная ситуация	Существующие меры управления по снижению вероятности	Дополнительно предлагаемые меры	Существующие меры управления по снижению последствий	Дополнительно предлагаемые меры
Выброс метановоздушной смеси	Установка газоанализаторов, контроль за концентрацией метана, обучение персонала по безопасному	Установка резервных газоанализаторов, пересмотреть график тренировок для	Установка аварийных сигнализаций, эвакуационных маршрутов и учебных программ по	Установка дополнительной аварийной вентиляции в горных выработках с автоматическим

	обращению с газами	операторов	эвакуации, обучение персонала по первой помощи при отравлениях газами	включением систем вентиляции при обнаружении выбросов
Обрушение горных пород	Регулярные инспекции и обследования горных выработок, использование поддерживающих конструкций, применение безопасных методов добычи	Применение автоматических систем мониторинга и контроля стабильности горных пород	Обучение персонала по экстренной эвакуации, использование систем оповещения и связи, организация спасательных служб и бригад	Усиление противовзрывной защиты горных выработок.
Пожар	Установка противопожарного оборудования, проведение регулярных пожарных учений, обучение персонала по эвакуации и тушению пожара	Замена устаревшей системы раннего обнаружения пожара (датчики дыма, тепла и т.д.) на системы с улучшенными характеристиками.	Проведение пожаротушения с использованием пожарных систем и средств, эвакуация людей и спасение имущества, вызов пожарных служб	Анализ и корректировка ПЛА

В таблице 4 представлен ПЛА наиболее типичной ЧС – пожар в шахте АО СУЭК Кузбасс Шахта им. В.Д. Ялевского.

3.1 План ликвидации аварий

План ликвидации аварий для угледобывающего предприятия может включать следующие этапы и мероприятия:

1. Быстрая реакция и оценка ситуации:

- 1) Автоматическая система мониторинга и обнаружения аварийных ситуаций должна быть установлена и функционировать на предприятии.
- 2) Как только авария обнаружена, центр управления кризисными ситуациями должен немедленно быть оповещен.

2. Мобилизация команды ликвидации аварии:

- 1) Сформируйте команду экстренной реакции, включая специалистов по безопасности, инженеров, пожарных и спасателей.
- 2) Обеспечьте команду необходимым оборудованием, средствами связи и защитной экипировкой.

3. Изоляция и обеспечение безопасности:

- 1) Ограничьте доступ к аварийному участку и эвакуируйте персонал, если это необходимо.
- 2) Обеспечьте безопасность команды ликвидации аварии путем предоставления соответствующего оборудования и обучения по безопасности.
- 3) В случае необходимости, предпримите меры по предотвращению дальнейшего распространения аварии, например, прекратите добычу угля в определенных зонах или приостановите работу определенных систем.

4. Оценка и анализ аварии:

- 1) Проведите тщательную оценку причин и масштабов аварии.
- 2) Соберите все доступные данные и информацию для анализа с целью предотвращения подобных аварий в будущем.
- 3) Разработка плана ликвидации:

- 4) На основе оценки аварии разработайте конкретный план ликвидации, который включает последовательность действий, ресурсы, сроки и ответственных лиц.
 - 5) Учитывайте экологические и социальные последствия аварии при разработке плана ликвидации [15].
5. Мониторинг и контроль:
- 1) Установите систему мониторинга, которая позволит отслеживать прогресс ликвидации аварии и своевременно реагировать на изменения ситуации.
 - 2) Регулярно оценивайте эффективность принимаемых мер и корректируйте план ликвидации при необходимости.
 - 3) Поддерживайте постоянную связь с командой ликвидации, обеспечивая передачу информации и инструкций.
6. Ликвидация аварии:
- 1) Следуйте разработанному плану ликвидации, проводя необходимые действия для устранения последствий аварии.
 - 2) При необходимости привлекайте внешних специалистов и ресурсы для эффективной ликвидации аварийных ситуаций.
 - 3) Обеспечьте регулярное информирование заинтересованных сторон о ходе ликвидации аварии.
7. Последующие действия:
- 1) После завершения ликвидации аварии проведите детальный анализ и оценку произошедшего инцидента.
 - 2) Разработайте меры предотвращения подобных аварий в будущем, внедряя необходимые изменения в процедуры работы и системы безопасности.
 - 3) Проведите обучение персонала, чтобы повысить осведомленность о безопасности и умение реагировать на аварийные ситуации.
8. Документирование и отчетность:

- 1) Ведите детальную документацию об аварии, включая все принятые меры, решения и результаты.
- 2) Подготовьте отчет о ликвидации аварии, который включает анализ причин, принятые меры и рекомендации по предотвращению будущих инцидентов.
- 3) Сохраняйте все документы и отчеты в соответствии с требованиями законодательства и внутренними процедурами предприятия.

9. Поставка плана в действие:

- 1) Обеспечьте понимание и ознакомление всех заинтересованных сотрудников с планом ликвидации аварий.
- 2) Проведите учебные тренировки и симуляции аварийных ситуаций, чтобы обеспечить готовность персонала к действиям в случае реальной аварии.
- 3) Регулярно обновляйте план ликвидации, учитывая изменения на предприятии и новые риски.

Дополнительные меры, которые могут быть рассмотрены в плане ликвидации аварий:

1. Включение местных органов власти и специализированных служб (например, экологической службы) для оказания помощи и консультаций в случае аварии, особенно если она может повлечь за собой экологические последствия.
2. Организация совместных учений и тренировок с соседними предприятиями для разработки согласованных мер и операций в случае аварий, которые могут иметь воздействие на общую инфраструктуру или окружающую среду.
3. Проведение регулярных технических обследований и проверок оборудования для выявления потенциальных угроз и рисков аварийных ситуаций.
4. Установка автоматизированных систем мониторинга и предупреждения, которые могут оперативно обнаруживать отклонения и аварийные

ситуации, а также предупреждать персонал и запускать необходимые автоматические процессы безопасности.

5. Разработка четкой системы коммуникации и связи для оперативного информирования персонала, ответственных служб и заинтересованных сторон в случае аварийной ситуации.
6. Проведение регулярных обучающих программ и тренировок для персонала, чтобы повысить их осведомленность о безопасности, знание процедур аварийной ликвидации и навыки реагирования на чрезвычайные ситуации [16].

План ликвидации пожара в шахте представлен в таблице 4.

Таблица 3.2 - ПЛА (пожар)

№ п/п	Меры по спасению людей и ликвидации аварии	Ответственные за выполнение мероприятий. Исполнители
1	Сообщить мастеру участка (диспетчеру управления), своему непосредственному руководителю.	Любое лицо, заметившее признаки аварии
2	Активировать пожарную сигнализацию и оповестить всех присутствующих о возникшем пожаре.	Все присутствующие в здании или на месте происшествия.
3	Использовать огнетушители или другие доступные средства для попытки тушения пожара, если это безопасно.	Обученные сотрудники, ответственные за пожарную безопасность.
4	Эвакуировать всех людей из здания по установленным маршрутам эвакуации.	Руководители отделов и сотрудники, ответственные за безопасность и эвакуацию.

5	Вызвать пожарную службу и передать информацию о месте и характере пожара.	Ответственные сотрудники или оператор системы пожарной безопасности.
6	Провести подсчет и убедиться в полной эвакуации всех людей из здания.	Руководители отделов и сотрудники, ответственные за безопасность и эвакуацию.
7	Предоставить пожарным спасателям полную информацию о здании, доступе к системам пожаротушения и другой необходимой информации.	Руководители отделов и сотрудники, ответственные за безопасность и связь с пожарной службой.

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

Студенту:

Группа	ФИО
1E91	Афанасьев Артём Константинович

Школа	ИШНКБ	Отделение Школа	Контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>
Перечень графического материала	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности ИР 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Бюджет НИ 5. Основные показатели эффективности НИ 	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Афанасьев Артём Константинович		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Основной задачей данного раздела является оценка потенциала развития и планирование финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только превосходством технических характеристик над конкурирующими разработками, но и способностью разработчика быстро ответить на следующие вопросы: будет ли спрос на продукт на рынке, какова будет его цена, какой бюджет требуется для научного исследования и каковы временные рамки для внедрения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данного исследования (ВКР) - проведение анализа возможных аварийных ситуаций на шахте и разработка технических решений для их предотвращения.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Необходимость проведения систематического анализа конкурирующих разработок обусловлена тем, что рынки находятся в постоянном движении.

Угледобывающие предприятия также нуждаются в систематическом анализе конкурирующих разработок, поскольку их рынок также подвержен

постоянным изменениям. Чтобы успешно соперничать с конкурентами, важно тщательно оценить сильные и слабые стороны их разработок и внести соответствующие корректировки в научно-исследовательские проекты.

Для достижения этой цели может быть использована доступная информация о конкурирующих разработках угледобывающих предприятий. Важно проанализировать следующие аспекты конкурентных разработок:

1. Технические характеристики: необходимо изучить особенности технических решений, применяемых конкурентами в процессе угледобычи.
2. Конкурентоспособность: оцените, насколько эффективны и конкурентоспособны разработки конкурентов по сравнению с вашими собственными.
3. Уровень завершенности научного исследования: определите, насколько разработки конкурентов продвинуты в исследованиях и разработках угледобычи.
4. Бюджет разработки: изучите финансовые аспекты конкурентных проектов, такие как затраты на исследования и разработку.
5. Уровень проникновения на рынок: проанализируйте, насколько успешно конкуренты внедряют свои разработки на рынке угледобывающей промышленности.
6. Финансовое положение конкурентов: изучите финансовую стабильность и ресурсы конкурентов, чтобы оценить их способность конкурировать в долгосрочной перспективе.

Анализ конкурентных технических решений, основанный на ресурсоэффективности и ресурсосбережении, поможет сравнить эффективность научных разработок и определить направления для их дальнейшего улучшения.

Также в угледобывающей отрасли существует несколько конкурирующих систем обеспечения безопасности, предлагающих различные методы и подходы к решению задач по обеспечению безопасности на шахтных участках [21].

Одной из таких систем является техническое обеспечение безопасности на угледобывающих предприятиях. Эта система включает в себя применение

современных технологий и оборудования для обнаружения и предотвращения возможных проблем, связанных с добычей угля, а также контроля за процессом добычи и обслуживания оборудования.

Однако существует и другая система обеспечения безопасности на угледобывающих предприятиях — это система безопасности на основе процедур. В данной системе акцент делается на обучении и тренировке персонала, работающего на угледобывающих предприятиях, с целью обеспечения соблюдения определенных процедур и инструкций безопасности. Это включает в себя обучение сотрудников правилам работы, применению защитного снаряжения, проведению регулярных проверок и соблюдению всех необходимых безопасностных процедур.

Проведение анализа конкурирующих систем обеспечения безопасности на угледобывающих предприятиях позволяет определить преимущества и недостатки каждой системы. Техническое обеспечение безопасности может обладать передовыми технологиями и возможностью автоматизации процессов, что повышает эффективность и точность обнаружения проблем. Однако, оно требует значительных инвестиций в приобретение и обслуживание оборудования. Система безопасности на основе процедур сфокусирована на обучении персонала и разработке строгих правил, что способствует снижению человеческого фактора и повышению ответственности работников.

Оценка эффективности и соответствия конкурирующих систем обеспечения безопасности угледобывающих предприятий позволяет выбрать оптимальное решение, которое обеспечит наивысший уровень безопасности при оптимизации затрат и ресурсов. Важно также учитывать специфику угледобывающей отрасли, ее особенности и требования безопасности при принятии решений о внедрении конкретной системы обеспечения безопасности на предприятии.

В таблице 4.1 представлен анализ конкурентных технических решений, существующих на рынке.

Таблица 4.1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Решение А	Решение В	Решение С	Решение D
Технические характеристики	4	5	3	4
Ресурсоэффективность	3	4	5	4
Безопасность	4	4	3	5
Надежность	5	4	5	3
Инновационность	3	5	4	4
Стоимость	4	3	4	5
Обслуживание и ремонтность	3	4	4	5
Итоговая оценка	26	29	28	30

В данной таблице оцениваются различные критерии, связанные с техническими характеристиками, ресурсоэффективностью, безопасностью, надежностью, инновационностью, стоимостью, обслуживанием и ремонтностью. Каждое решение оценивается по каждому критерию на шкале от 1 до 5, где 1 - самый низкий уровень, а 5 - самый высокий уровень. После этого производится подсчет суммарных баллов для каждого решения, и решение с наивысшим баллом считается самым предпочтительным. В данном примере решение D имеет наивысший итоговый балл 30, что указывает на его наилучшую конкурентоспособность среди представленных решений.

Решения А, В, С и D в данном контексте представляют собой различные варианты или альтернативы технических решений, которые рассматриваются для шахты. Каждая буква обозначает определенное решение или вариант, который подлежит сравнению и оценке по различным критериям. Решение А может быть одним техническим подходом, решение В - другим техническим подходом, и так далее. Конкретные детали или описания решений А-D могут быть определены в рамках конкретного контекста или анализа, исходя из потребностей и требований конкретной шахты или проекта.

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки о покрытиях различного состава:

1) Установка и конструкция вентиляционного сооружения;

2) Поставка природного газа с помощью специальных систем трубопроводов.

Детальный анализ необходим, т.к. каждый тип покрытия имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 4.1 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 4.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Трещиностойкость	0,14	5	2	3	0,7	0,28	0,42
3. Ударопрочность	0,18	4	3	3	0,72	0,54	0,54
4. Стабильность соединения с подложкой	0,14	4	4	3	0,56	0,56	0,42
5. Простота изготовления	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
6. Эффективность работы	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
7. Безопасность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Итого	1	43	38	37	4,32	3,6	3,47

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j = 4,32$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_j – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды шахты, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон шахты, а также ее возможностей и угроз.

На первом этапе составляется матрица SWOT, в которой описываются слабые и сильные стороны шахты, а также выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в ее внешней среде. Приведенная ниже таблица 4.2 отражает результаты этого анализа:

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
Внутренние факторы	С1. Большие запасы угля	Сл1. Высокие экологические затраты на добычу и переработку
	С2. Эффективные технологии добычи и обработки угля	Сл2. Устаревшее оборудование и инфраструктура
	С3. Квалифицированный персонал	Сл3. Недостаточная диверсификация продукции
Внешние факторы	В1. Растущий мировой спрос на уголь	Сл4. Возможные изменения в энергетической политике
	В2. Географическое расположение вблизи крупных рынков	Сл5. Негативное влияние смены климатических условий

	В3. Доступ к транспортным маршрутам для поставок	
	Возможности	Угрозы
	В4. Внедрение экологически чистых технологий	У1. Конкуренция со стороны других источников энергии
	В5. Развитие новых рынков для угля	У2. Изменения в регулировании углеводородного сектора
	В6. Повышение эффективности процессов добычи и переработки	У3. Экологические ограничения и требования

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.3–4.6.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		С1	С2	С3
	В1	-	+	+
	В2	+	+	0
	В3	+	+	+

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	0	-	+	-	-
	В2	-	-	-	-	+
	В3	-	-	-	+	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта				
Угрозы про-екта		С1	С2	С3
	У1	-	+	-
	У2	+	+	+
	У3	-	+	-

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сла-бые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы про-екта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	-	-	-	+
	У2	-	-	0	-	-
	У3	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-ис-следовательского проекта	Слабые стороны научно-ис-следовательского проекта
	<p>С1. Соблюдение прогрессивного и всеобъемлющего законодатель-ства в области промышленной безопасности.</p> <p>С2. Достижение успешных ре-зультатов в обеспечении безопас-ности на опасных производствен-ных объектах.</p> <p>С3. Выполнение работ в соответ-ствии с инструкциями и регла-ментом.</p>	<p>Сл1. Недостаток мотивации со-трудников для выполнения обязанностей по промышлен-ной безопасности.</p> <p>Сл2. Ограниченное количество квалифицированных кадров в данной области.</p> <p>Сл3. Требование проведения планово-предупредительных ремонтов (ППР) только при остановке процесса.</p>

	С4. Квалификация сотрудников, опыт работы и возрастные особенности.	
<p>Возможности</p> <p>В1. Полученные результаты исследования вызывают значительный спрос.</p> <p>В2. Законы в области промышленной безопасности эффективно выполняются.</p> <p>В3. Методы исследования успешно применяются для обеспечения безопасности на опасном производственном объекте.</p>	<p>Благодаря эффективному применению сотрудниками методов, соответствующих законодательству Российской Федерации, по предотвращению и устранению аварийных ситуаций, безопасность на опасном производственном объекте будет улучшена.</p>	<p>При отсутствии квалифицированных специалистов и халатном отношении к обучению основным правилам и регламентам сотрудников, велик риск возникновения аварийной ситуации</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1. Низкий спрос на предлагаемые методы;</p> <p>У2. Введение дополнительных или новых государственных требований в области промышленной безопасности;</p> <p>У3. Ухудшение конкурентной ситуации.</p>	<p>Введение дополнительных или новых требований в области промышленной безопасности оказывает влияние на технологические аспекты методов.</p>	<p>Введение дополнительных или новых требований в области промышленной безопасности является основной угрозой для проекта, так как оно непосредственно влияет на актуальность и реализацию проекта.</p>

SWOT-анализ позволил выявить преобладание преимуществ исследуемого объекта над его недостатками. Некоторые из этих недостатков еще не были устранены на практике, однако существуют возможности для их решения в теории. Результаты анализа были учтены при дальнейшей научно-исследовательской разработке.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется следующим образом:

1. Определяется структура работ в рамках научного исследования.
2. Определяется необходимое количество исполнителей для каждой из работ.
3. Устанавливается продолжительность каждой работы.
4. Строится график проведения научных исследований.

Для оптимизации работ рекомендуется использовать классический метод линейного планирования и управления. Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей приведены в таблице 4.8 для данной научно-исследовательской работы.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Изучение литературы и конкурентных решений в данной сфере	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер,

			Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{мин}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{макс}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.3)$$

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году (2023 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожі}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения работ	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Изучение литературы и конкурентных решений в данной сфере	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	13,5	68,5	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность работ														
				февр			март			апр			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4															

№	Вид работ	Исп	T _{кi} кал. дн.	Продолжительность работ													
				февр			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
2	Календарное планирование выполнения работ	Исп1 Исп2	4	 													
3	Изучение литературы и конкурентных решений в данной сфере	Исп2	11														
4	Выбор метода блокировки	Исп2	6														
5	Проектирование блокиратора пусковых кнопок	Исп1 Исп2	7			 											
6	Подготовка чертежей для изготовления	Исп2	9														
7	Изготовление промышленного блокиратора пусковых кнопок	Исп2	25														
8	Проведение расчетов и обоснований по теме НИР	Исп2	18														
9	Анализ полученных результатов	Исп1 Исп2	5									 					
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13														

Примечание:  – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

1. материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
2. затраты на специальное оборудование для изготовительных работ;
3. основная заработная плата исполнителей темы;
4. дополнительная заработная плата исполнителей темы;
5. отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);

б. накладные расходы НИР.

4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых на установку вентиляционного сооружения. Результаты расчета затрат представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Затраты на установку вентиляционного сооружения

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Бумага А4	пачка	1	700	700
Картридж для принтера	шт	1	980	980
Тетрадь формата А4, 80 листов	шт	1	130	130
Карандаш простой	шт	2	15	30
Ручка шариковая	шт	1	20	20
Ручка гелевая	шт	1	30	30
Папка-файл	шт	5	10	50
Папка-скоросшиватель	шт	2	25	50
Степлер	шт	1	50	50
Итого:				2040

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и

эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.5)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (4.6)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	H_A , %	Цена оборудования, тыс. руб.	Амортизация
Экскаватор	1	10	0,16	10	800,000	1067
Шахтный буровой станок	1	15	0,1	7	1,200,000	700
Углегруз	1	12	0,16	8	600,000	640
Вентиляционная система	1	20	0,1	5	2,500,000	1042
Итого	10				4,100,000	3449

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\partial}} = \frac{52450 \cdot 10,4}{192} = 2841 \text{ руб} \quad (4.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;
 M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\partial}} = \frac{32400 \cdot 11,2}{212} = 1711 \text{ руб} \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_d) k_p = 25400 \cdot (1 + 0.3 + 0.3) \cdot 1.3 = 52832 \text{ руб} \quad (4.10)$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_d) k_p = 13000 \cdot (1 + 0.3 + 0.2) \cdot 1.3 = 25350 \text{ руб} \quad (4.11)$$

где Z_{mc} – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 4.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	Z_{mc} , руб	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{он}$, руб	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	25400	0,3	0,3	1,3	52832	2841	13,5	38353,5
Инженер	13000	0,3	0,2	1,3	25350	1711	68,5	117203,5
Итого:								155557

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 38353,5 = 5753,25 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

– для инженера:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 117203,5 = 17580,525 \text{ руб.} \quad (4.13)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (38353,5 + 5753,25) = 13232 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (117203,5 + 17580,525) = 40435,2 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 4.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6

Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
3449	2040	155557	23333,77	53667,2	238047

Величина накладных расходов определяется по формуле (3.16):

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей} 1 \div 5) \cdot k_{нр} = \left(\frac{238047}{5} \right) \cdot 0,2 = 47609,4 \text{ руб} \quad (3.16)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

4.3.6 Бюджет НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ «Защита оборудования от несанкционированного включения» по форме, приведенной в таблице 3.16. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 4.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.	Примечание
		Текущий Проект	Исп.1	
1	Материальные затраты НИР	2040	2574,3	Пункт 4.2.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	3449	6238,7	Пункт 4.2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	155557	155557	Пункт 4.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	23333,77	23333,77	Пункт 4.2.3.3

5	Отчисления во внебюджетные фонды	53667,2	53667,2	Пункт 4.2.3.4
6	Накладные расходы	47609,4	9521,9	Пункт 4.2.3.5
Бюджет затрат НИР		285656,4	250892,87	Сумма ст. 1-6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 285656,4$ руб., $\Phi_{\text{исп.1}} = 250892,87$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{285656,4}{285656,4} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{\text{исп.1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{250892,87}{285656,4} = 0,99$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по двум вариантам разработки текущий проект с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.1
1. Безопасность при использовании блокиратора	0,15	5	4
2. Надежность	0,3	5	4
3. Помехоустойчивость	0,2	4	4
4. Механические свойства	0,2	4	3
5. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	5
ИТОГО	1	4,45	4,1

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,45$$

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,1$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{p-\text{исп.1}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4,45}{0,99} = 4,5$$

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{p-\text{исп.1}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4,1}{1} = 4,1$$

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий про- ект	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэф- фективности разработки	4,45	4,1
3	Интегральный показатель эффективно- сти	4,5	4,1
4	Сравнительная эффективность вариан- тов исполнения	1	0,80

На основании представленной информации можно сделать вывод о том, что применение данной технологии является эффективным методом решения задачи, описанной в работе. Это особенно важно учитывая ограничения, связанные с финансами и ресурсами.

Выводы по разделу

После достижения целей данного раздела, мы можем сделать следующие выводы:

1. В результате анализа конкурентов был выбран оптимальный вариант реализации НИР, который является наиболее подходящим по сравнению с другими вариантами.
2. В процессе планирования был разработан график реализации работ, который позволяет оценить и планировать рабочее время исполнителей. Он определяет следующее: общее количество дней, необходимых для выполнения работ, составляет 102 дня; инженер работал в течение 98 дней, а руководитель - 20 дней.
3. Для оценки затрат на реализацию проекта был разработан проектный бюджет в размере 285656,4 рублей.
4. Результаты оценки эффективности исследования показывают следующее:
 - Значение интегрального финансового показателя составляет 1, что указывает на финансовую невыгодность исследования по сравнению с аналогами.
 - Значение интегрального показателя ресурсоэффективности составляет 4,45, по сравнению с 4,1.
 - Значение интегрального показателя эффективности также составляет 4,5, по сравнению с 4,1, что является наивысшим значением. Это свидетельствует о том, что техническое решение, рассматриваемое в рамках исследования, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1E91		Афанасьев Артём Константинович	
Школа	Уточните у руководителя школы	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Обеспечение промышленной безопасности на угледобывающем предприятии	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> Угольная шахта <i>Область применения:</i> Добыча полезных ископаемых <i>Рабочая зона:</i> Шахтная выработка. <i>Размеры помещения:</i> 1000*1000 м <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> Вентиляционные и водоотливные шахты, система подачи воздуха и оборудование для добычи полезных ископаемых <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> обслуживание и эксплуатация горнодобывающей установки, регулярное осматривание оборудования на наличие износа и повреждений, устранение неисправностей и ремонт, контроль системы вентиляции и качества воздуха в шахте</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты и оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты (ст. 221 ТК РФ); 2. Организация обучения и повышения квалификации работников по вопросам охраны труда и промышленной безопасности (Федеральный закон РФ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ); 3. Организация контроля за соблюдением требований по охране труда и промышленной безопасности на производстве (Федеральный закон РФ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ); 4. Компенсация вреда, причиненного здоровью работника в результате выполнения трудовых обязанностей во время работы на условиях, отнесенных к вредным или опасным условиям труда (Федеральный закон РФ "О труде" от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ).
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p>	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Повышенный уровень шума от горной техники и оборудования;

<p>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p>2) Повышенный уровень вибрации от дробильных машин и шахтных подъемников.</p> <p>Опасные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Опасность обрушения горных пород и нахождения в зоне опасности; 2) Токсичность газов, таких как метан и угарный газ; 3) Наличие оборудования под высоким давлением; 4) разлетающиеся осколки оборудования и другие механические повреждения; 5) Возможность пожара и взрыва газов. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: тепловая изоляция трубопроводов, использование защитных костюмов, виброизолирующие рукавицы, перчатки, виброизолирующая обувь, беруши, наушники, защитные ограждения.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: Воздействие на животный мир, воздействие на растительный мир. Воздействие на литосферу: Подземные обрушения, загрязнение почвы; Воздействие на гидросферу: Загрязнение водных ресурсов, снижение уровня грунтовых вод; Воздействие на атмосферу: Выбросы пыли и газов, выбросы топлив и отходов;</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС: Обрушения и обвалы, пожары, взрывы, затопление и проникновение воды, травмы и несчастные случаи Наиболее типичная ЧС: Обрушение горной породы</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Афанасьев Артём Константинович		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Социальная ответственность является важной частью управления угледобывающими предприятиями. Она включает в себя оценку и управление влиянием деятельности компании на окружающую среду, здоровье и безопасность работников, качество жизни местных сообществ и другие социальные факторы.

Угледобывающие предприятия должны работать в соответствии с местными законодательными актами, регулирующими их деятельность. Кроме того, компании должны принимать дополнительные меры по уменьшению негативного влияния на окружающую среду и местные сообщества.

Одна из основных задач угледобывающих предприятий – это минимизация воздействия на окружающую среду. Компании должны соблюдать все необходимые меры по охране окружающей среды, такие как мониторинг качества воды, воздуха и почвы, управление отходами и защита биоразнообразия.

Социальная ответственность также включает в себя обеспечение безопасных условий труда для работников угледобывающих предприятий. Компании должны предоставлять обучение по безопасности труда, а также обеспечивать своих сотрудников соответствующей защитной одеждой и оборудованием.

Рассматриваемое рабочее место – шахта размерами 1000×1000 м, которая оснащена необходимым оборудованием для работы горнодобывающей установки: выработочные горизонты, подземные галереи, вентиляционные и водоотливные шахты, система подачи воздуха и оборудование для добычи полезных ископаемых [21].

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Работа в шахте требует проведения СОУТ для персонала, которая включает оценку вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса и их воздействия на работника. Для шахтеров устанавливается класс

условий труда 3.3 - вредные условия труда 3 степени. Это означает, что на работника воздействуют вредные и опасные факторы, которые могут вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника и привести к развитию профессиональных заболеваний. Эти заболевания могут быть легкими, средней и тяжелой степени тяжести, включая потерю профессиональной трудоспособности, и развиваться после продолжительной экспозиции (10 лет и более) [22].

Для работников, работающих в таких вредных условиях труда, предусмотрены следующие меры по защите их здоровья и безопасности:

1. Сокращение продолжительности рабочего времени (ст. 92 ТК РФ): Для работников, условия труда на рабочих местах, которых по результатам СОУТ отнесены к вредным условиям труда 3 степени, продолжительность рабочего времени не должна превышать 36 часов в неделю.
2. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты и оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты (ст. 221 ТК РФ);
3. Установление работникам гарантий и компенсаций (гл. 28 ТК РФ);
4. Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск (ст. 117 ТК РФ);
5. Предварительные и периодические медицинские осмотры (ст. 213 ТК РФ): Работники, занятые на работах с вредными и опасными условиями труда, проходят обязательные предварительные (первичные) и периодические медицинские осмотры. Такие осмотры проводятся с целью определения состояния здоровья работников и выявления возможных профессиональных заболеваний, которые могут возникнуть в результате воздействия вредных факторов на рабочем месте.
6. Организация обучения и повышения квалификации работников по вопросам охраны труда и промышленной безопасности (Федеральный закон РФ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ);
7. Организация контроля за соблюдением требований по охране труда и промышленной безопасности на производстве (Федеральный закон РФ "О

промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ);

8. Компенсация вреда, причиненного здоровью работника в результате выполнения трудовых обязанностей во время работы на условиях, отнесенных к вредным или опасным условиям труда (Федеральный закон РФ "О труде" от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ).

Обеспечение безопасных и комфортных условий труда важно для производительности, качества работ и защиты здоровья работников. СОУТ и меры по охране труда необходимы для обеспечения безопасности и здоровья на производстве.

Организационные мероприятия для обеспечения безопасности на угледобывающем предприятии включают:

1. Разработка программы безопасности: Создание и реализация программы безопасности, которая охватывает все аспекты работы на предприятии, включая политику безопасности, стандарты процедур, требования к оборудованию, инструкции и обучение для сотрудников.
2. Обучение и тренировки: Регулярное обучение сотрудников в области безопасности, включая правила работы, использование защитного снаряжения, процедуры эвакуации и действия в чрезвычайных ситуациях. Тренировки проводятся как для новых сотрудников, так и для всех работников на регулярной основе.
3. Установление процедур и инструкций: Разработка и документирование процедур безопасности для всех рабочих операций, включая работу с оборудованием, обработку материалов, хранение и транспортировку. Инструкции должны быть доступны и понятны всем сотрудникам.
4. Мониторинг и контроль: Внедрение системы мониторинга и контроля, которая позволяет отслеживать соблюдение правил и процедур безопасности. Это может включать регулярные проверки рабочих мест, инспекции оборудования, аудиты безопасности и отчетность о происшествиях.

Эти мероприятия способствуют созданию безопасной рабочей среды, снижению рисков и улучшению общей безопасности и благополучия работников на угледобывающих предприятиях [24].

5.2 Производственная безопасность.

Для обеспечения безопасной работы в шахте, горняки должны быть оснащены соответствующей защитной экипировкой и проходить регулярную тренировку по профилактике несчастных случаев и оказанию первой помощи в экстренных ситуациях.

Также необходимо проводить систематические проверки оборудования и зон безопасности, чтобы минимизировать риски возникновения аварийных ситуаций [20].

Защита работников в шахте от этих вредных и опасных факторов осуществляется в соответствии с требованиями указанных нормативных документов, приведённых в таблице 1.

Таблица 5.1 – опасные факторы и нормативные документы

Факторы	Нормативные документы
1. Повышенный уровень шума от горной техники и оборудования	ГОСТ 12.1.003-2014 "Шум. Общие требования безопасности"
2. Повышенный уровень вибрации от дробильных машин и шахтных подъемников	ГОСТ 12.1.012-2014 "Вибрация. Общие требования безопасности"
3. Воздействие электрического тока при работе с электрическими инструментами	ПБ 11-555-03 "Правила безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей"
4. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования	ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны"
5. Опасность обрушения горных пород и нахождения в зоне опасности	ГОСТ Р 12.4.013-2018 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Охрана труда на производстве строительных материалов и изделий"
6. Токсичность газов, таких как метан и угарный газ	ГОСТ 12.1.007-76 "ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности"
7. Возможность пожара и взрыва газов	"Правила противопожарного режима на предприятиях угольной промышленности" (ППРУ-90).

1. Повышенный уровень шума:

1. Опасность: Длительное воздействие высокого уровня шума вредно для здоровья работников, приводит к потере слуха, нарушению коммуникации и повышенному уровню стресса.
2. Мероприятия по защите: Использование звукопоглощающих материалов, контроль уровня шума, обучение сотрудников использованию средств индивидуальной защиты (наушники, наушники с активным шумоподавлением).

2. Повышенный уровень вибрации:

1. Опасность: Длительное воздействие высокого уровня вибрации может негативно влиять на опорно-двигательную систему работников, вызывая повреждения костей, суставов и мышц.
2. Мероприятия по защите: Установка амортизаторов, регулярное обслуживание оборудования, обучение сотрудников правильным методам работы с вибрирующими инструментами, применение средств индивидуальной защиты (амортизирующие перчатки, наколенники).

3. Воздействие электрического тока:

1. Опасность: Работа с электрическими инструментами может представлять риск электротравм, ожогов и других тепловых повреждений.
2. Мероприятия по защите: Проверка исправности оборудования, обучение сотрудников правилам безопасной работы с электрическими инструментами, использование защитных средств (изоляционные перчатки, диэлектрическая обувь, глазные щитки) [22].

4. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования:

1. Опасность: Экстремальные температуры поверхностей оборудования могут вызывать ожоги или обморожения кожи работников.
2. Мероприятия по защите: Использование изоляционных материалов, обучение сотрудников правилам работы с горячими или холодными поверхностями, применение средств индивидуальной защиты (тепло- и холодоустойчивая одежда, перчатки, защитные очки).

5. Опасность обрушения горных пород и нахождения в зоне опасности:
 1. Опасность: Обрушение горных пород может привести к травмам, закрытию или задавлению работников.
 2. Мероприятия по защите: Регулярное освидетельствование и стабилизация горных пород, использование укрепительных систем, обучение сотрудников правилам безопасной работы и использованию средств индивидуальной защиты (шлемы, защитные очки, защитная обувь).
6. Токсичность газов, таких как метан и угарный газ:
 1. Опасность: Вдыхание токсичных газов может вызвать отравление, ухудшение здоровья и даже смертельный исход.
 2. Мероприятия по защите: Мониторинг уровня газов, обеспечение вентиляции, использование газоанализаторов и систем предупреждения утечек. Обучение сотрудников правилам безопасной работы с газами и использованию средств защиты дыхательных путей (респираторы, фильтрующие полумаски).
7. Возможность пожара и взрыва газов:
 1. Опасность: Пожар и взрыв газов могут привести к травмам, потере жизней и разрушению оборудования и сооружений [23].
 2. Мероприятия по защите: Установка систем предотвращения пожара, обучение сотрудников пожарной безопасности, использование огнетушителей, проведение пожарных учений и проверок оборудования.

5.3 Экологическая безопасность при эксплуатации

Эксплуатация шахты может оказывать влияние на различные компоненты окружающей среды, такие как атмосфера, литосфера, гидросфера и селитебная зона. Вот общий обзор того, как шахта может влиять на экологическую безопасность в каждой из этих областей:

5.3.1 Атмосфера

1. Выбросы пыли и газов: Шахтная деятельность может приводить к выбросу пыли и газов в атмосферу, что может негативно повлиять на качество воздуха и здоровье людей [24].
2. Выбросы топлив и отходов: Шахты могут использовать топливо для работающего оборудования, что может приводить к выбросу вредных веществ в атмосферу. Кроме того, неправильная обработка и утилизация отходов шахты может также наносить вред атмосфере.

Нормирование:

1. Метан (CH₄): равный 50 мг/м³;
2. Угарный газ (оксид углерода, CO): Допустимая концентрация в угольных шахтах 0,0024%;
3. Сернистый газ (оксиды серы, SO_x): Допустимая норма не должна превышать 10 мг/м³.

Мероприятия:

1. Внедрение технологий очистки и фильтрации: Применение современных систем очистки и фильтрации для улавливания пыли и газов, прежде чем они попадут в атмосферу. Это может включать использование электрофильтров, мокрых отстойников, аспирационных систем и других методов очистки.
2. Эффективное использование топлива: Оптимизация процессов сжигания топлива в шахтном оборудовании, чтобы минимизировать выбросы вредных газов. Применение технологий снижения выбросов, таких как системы рециркуляции отработанных газов или использование энергии отходов для генерации электроэнергии.

5.3.2 Литосфера

1. Подземные обрушения: Шахтные работы могут приводить к изменению геологической структуры и стабильности грунта, что может вызывать подземные обрушения и опасность для окружающих территорий.

2. Загрязнение почвы: Выпадение пыли, проливы нефтепродуктов или химических веществ, а также неправильная утилизация отходов шахты могут загрязнять почву и ухудшать её качество.

Мероприятия:

1. Проектирование безопасных структур: Разработка и строительство шахтных структур с учетом безопасности и предотвращения обрушений. Это может включать использование устойчивых методов укрепления стен и потолка, а также применение современных технологий и материалов [26].
2. Меры предотвращения загрязнения почвы: Применение мер для предотвращения загрязнения почвы на шахтах. Это может включать использование систем управления отходами, установку барьеров для предотвращения проникновения загрязняющих веществ в почву и подземные воды, а также мониторинг качества почвы и воды.

5.3.3 Гидросфера

1. Загрязнение водных ресурсов: Шахты могут потреблять большие объемы воды для процессов охлаждения, очистки и промывки. Выбросы химических веществ и токсичных материалов в водные источники или неправильная утилизация отходов шахты могут загрязнять поверхностные и подземные воды.
2. Снижение уровня грунтовых вод: Использование шахтных насосов для снижения уровня грунтовых вод может привести к изменению экосистемы и влиять на доступность воды для окружающих территорий [27].

Нормирование загрязнителей:

1. Тяжелые металлы (например, ртуть, свинец, кадмий):
 1. Ртуть: не превышать 0,005 мг/л;
 2. Свинец: не превышать 0,01 мг/л;
 3. Кадмий: не превышать 0,005 мг/л;
2. Нефтепродукты:
 1. Масляные вещества: не превышать 5 мг/л;
 2. Бензол: не превышать 0,001 мг/л.

Мероприятия:

1. Обработка и очистка сточных вод: Шахты должны быть оборудованы системами обработки и очистки сточных вод, чтобы удалить загрязнения, прежде чем они попадут в водные ресурсы. Это может включать использование физико-химических методов, биологической очистки или использование специализированных фильтров.
2. Восстановление грунтовых вод: Разработка планов восстановления и управления грунтовыми водами. Это может включать меры по сбережению воды, регулирование уровня подземных вод, использование искусственного пополнения водоносных горизонтов и проведение работ по ремедиации загрязненных участков.

5.3.4 Селитебная зона

Воздействие на животный мир: Шахтная деятельность нарушает миграционные маршруты животных и разрушает их места обитания. Шум, выбросы и изменения в природной среде негативно влияют на животный мир, уменьшая популяции и приводя к исчезновению видов.

Воздействие на растительный мир: Вырубка лесов и растительных участков для шахт приводит к потере биоразнообразия и разрушению экосистем. Изменения в гидрологическом режиме и загрязнение почвы также негативно воздействуют на растительный мир [28].

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации

Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации шахты является важным аспектом, который требует особого внимания. Ниже перечислены некоторые возможные чрезвычайные ситуации на шахте, а также типичная чрезвычайная ситуация, с которой шахты могут столкнуться:

5.4.1 Возможные чрезвычайные ситуации

1. Обрушения и обвалы: Появление трещин, обрушений или обвалов в шахтных галереях, представляющих угрозу для работников и инфраструктуры шахты.

2. Пожары: Возникновение пожаров в шахтных помещениях или на поверхности, приводящих к потере жизней, повреждению оборудования и разрушению инфраструктуры.
3. Взрывы: Накопление взрывоопасных газов, таких как метан, в шахтных выработках или нарушение правил безопасности при использовании взрывчатых веществ.
4. Затопления и проникновение воды: Проникновение воды в шахтные выработки из-за напора грунтовых или подземных вод, что может привести к затоплению шахты и угрозе для работников.
5. Травмы и несчастные случаи: Различные травмы и несчастные случаи на шахте, такие как падения с высоты, удары, сдавливания, поражение электрическим током или контакт с опасными материалами.

5.4.2 Наиболее типичная чрезвычайная ситуация

Обрушение горной породы: это одна из наиболее распространенных чрезвычайных ситуаций на шахтах. Обрушение может произойти в результате неустойчивости горных пород или нарушения инженерных мер безопасности. Оно представляет непосредственную угрозу для жизни и здоровья работников, а также может привести к блокировке выходов и перекрытию путей эвакуации.

Для предотвращения и реагирования на такие чрезвычайные ситуации, шахты обычно применяют следующие меры безопасности:

1. Строгие протоколы безопасности: Шахты должны иметь строгие протоколы и правила безопасности, обучение персонала, использование защитной экипировки и соблюдение правил эксплуатации [28].
2. Системы раннего предупреждения: Установка современных систем раннего предупреждения, обнаруживающих угрозы, и автоматическое предупреждение персонала.
3. Регулярные проверки и обслуживание оборудования: Регулярные проверки и обслуживание оборудования и систем на шахте для выявления и устранения возможных неисправностей.

4. Планы эвакуации и тренировки: Разработка планов эвакуации и проведение тренировок с персоналом для готовности к действиям в чрезвычайных ситуациях.
5. Установка систем пожаротушения и спасательного оборудования: Оснащение шахт соответствующими системами пожаротушения и спасательным оборудованием [29].
6. Сотрудничество с экстренными службами: Поддержание сотрудничества с местными экстренными службами для быстрого реагирования и помощи в чрезвычайных ситуациях.

Вывод по разделу

В результате выполнения работы были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасной эксплуатации шахт при добыче полезных ископаемых, в данном случае угля. Были проанализированы опасные и вредные факторы, присутствующие на данном объекте исследования. Определено, что добыча угля влияет негативно на окружающую среду, включая атмосферу, гидросферу, литосферу и селитебную зону. Также рассмотрели мероприятия по ликвидации негативного влияния на окружающую среду и проанализировали нормирование загрязнителей.

В ходе анализа были выявлены потенциальные чрезвычайные ситуации, наиболее типичной из которых является возможность обрушения шахтных выработок, задействие взрывоопасных и пожароопасных материалов, а также возможность негативного влияния на здоровье горняков.

Шахтные работы относятся к объектам повышенной пожарной и взрывоопасности. Шахтные объекты, которые оказывают значительное негативное воздействие на окружающую среду, обычно относятся к I категории. Работники шахтных объектов относятся к категории профессионального риска (Категория с высоким уровнем профессионального риска).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы был проведен анализ литературных и информационных источников.

Изучение статистики аварийных ситуаций в угледобывающей отрасли позволило получить представление о распространенных проблемах и рисках, связанных с деятельностью предприятий этой отрасли. Это статистическое исследование является важным шагом для понимания основных причин и последствий аварий и формирования предложений по их предотвращению.

Анализ требований промышленной безопасности к угледобывающим предприятиям помог определить основные нормативные и законодательные акты, регулирующие деятельность данной отрасли. Это включало изучение норм и стандартов, касающихся безопасности труда, технических требований к оборудованию и процессам, а также оценку эффективности их применения на конкретном объекте.

Выявление и описание источников опасности и возможных аварий на шахте "АО СУЭК Кузбасс Шахта им. В.Д. Ялевского" было выполнено на основе анализа технической документации, наблюдений и экспертных оценок. Это позволило определить наиболее вероятные сценарии аварийных ситуаций, связанных с добычей и переработкой угля.

Оценка риска аварий и предложение мероприятий по уменьшению вероятности и тяжести последствий аварий являются важной частью работы по обеспечению промышленной безопасности. На основе проведенного анализа рисков и оценки влияния аварий на работников и окружающую среду были предложены конкретные меры по улучшению безопасности шахты. Это включает в себя как существующие меры управления, так и дополнительные предложения по снижению вероятности возникновения аварий и смягчению их последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21 июля 1997 N 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 1997. - 19 с.
2. Инструкции по дегазации в угольных шахтах Федеральная служба экологическому, технологическому и атомному надзору: Приказ от 20 марта 2011 № 679 – 2011. - 165 с.
3. Пояснительная записка к вентиляционному плану ООО «Шахта «Усковская» на 2015год В.А Емельянов – 2015. - 20с.
4. Пучков Л.А. Перспективы промышленного извлечения угольного метана // Горный информационно-аналитический бюллетень / Л.А Пучков, С.В. Сластунов, Г.М. Презент. - М.: Изд-во МГГУ, 2002. – 10с.
5. Егоров П.В. Основы горного дела: Учебник для вузов /, П.В. Егоров, Е.А. Бобер. – М.: Изд-во МГГУ, 2006. - 400 с.
6. СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий. – М.: МИНСТРОЙРОССИИ, 1996. – 9 с.
7. Болт Б. А. Землетрясения / Б.А. Болт – М.: Мир, 1981. – 256 с.
8. Броунов П.И. Гроза // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона / И.П. Броунов. – СПб.: АО Ф.А. Брокгауз, 1907. – 214 с.
9. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: Стандарты нормы, 2007. – 7 с.
10. Пучков Н.Г. Товарные нефтепродукты, их свойства и применение. Справочник / Н.Г. Пучков, Е.М Забрянский. – М.: Химия, 1971. – 414 с.
11. ГОСТ 25543-88 Угли бурые, каменные и антрациты. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 17 с.
12. ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. – М.: Госстандарт России, 1998. – 89 с. 98
13. Шебеко Ю.Н. Пособие по применению НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и

- пожарной опасности / Ю.Н. Шебеко, И.М. Смолин, И.С. Молчадский. – М.: ВНИИПО, 1998. – 60 с.
14. ОАО «КузбассГипроШахт», 4622П/01-ГОЧС., проектная документация, том 11, 2013. – 451 с.
15. Атапина Н.В. Сравнительный анализ методов оценки рисков и подходов к организации риск – менеджмента / Н.В. Атапина. – М.: Молодой ученый, 2013. - 243 с.
16. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Приложение к Приказу МЧС РФ от 10 июля 2009 № 404. – 2009. – 40 с.
17. НПБ 23-01 Пожарная опасность технологических сред. Номенклатура показателей. – М.: ВНИИПО, 2001. – 4 с.
18. РД 34.21.122-87 Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 23 с.
19. СО 153-34.21.122-2003 Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений и промышленных коммуникаций. – М.: ЦПТИ ОРГРЭС, 2004. – 60 с.
20. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 65 с.
21. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: ВНИИПО, 2009. – 27 с.
22. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
23. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
24. ГОСТ 12.4.021-75. Система стандартов безопасности труда. Угольные шахты. Общие требования безопасности.
25. ГОСТ 12.4.022-2013. Система стандартов безопасности труда. Угольные шахты. Охрана окружающей среды.

- 26.ГОСТ 12.4.073-2001. Система стандартов безопасности труда. Угольные шахты. Пожароопасные и взрывоопасные работы.
- 27.ГОСТ Р 12.4.137-2001. Система стандартов безопасности труда. Угольные шахты. Опасные и вредные производственные факторы.
- 28.ГОСТ Р 12.4.149-2013. Система стандартов безопасности труда. Угольные шахты. Правила охраны труда при работе на угольных шахтах.
- 29.ГОСТ 12.4.195-2013. Система стандартов безопасности труда. Угольные шахты. Техническое оборудование и средства механизации.