

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
Повышение устойчивости функционирования угольного разреза при возникновении чрезвычайной ситуации

УДК 622.8:622.333.012.3

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Пичугина Мария Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Назаренко О.Б.	Д.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кашук 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	Пичугина Мария Юрьевна

Тема работы:

Повышение устойчивости функционирования угольного разреза при возникновении чрезвычайной ситуации	
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 <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i>	Объектом исследования является ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» филиал «Краснобродский угольный разрез».
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i>	1. Выполнить анализ аварийности на угольных разрезах. 2. Провести расчет степени пожароопасности филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез". 3. Разработать рекомендации по снижению пожароопасности угольного разреза.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Таблицы, рисунки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук Ирина Вадимовна

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
Процессор ОКД	Назаренко О.Б.	д.т.н.		02.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Пичугина Мария Юрьевна		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
1E91	Пичугина Мария Юрьевна

Тема работы:

Повышение устойчивости функционирования угольного разреза при возникновении чрезвычайной ситуации

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2023 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.03.2023 г.	Разработка раздела «Анализ литературных данных по чрезвычайным ситуациям на участках открытых горных работ», анализ возможных чрезвычайных ситуаций, их причин и последствий	20
01.04.2023 г.	Разработка раздела «Оценка пожароопасности угольного разреза и разработка мероприятий по ее снижению», расчет пожароопасности филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез"	20
01.05.2023 г.	Разработка раздела «Оценка пожароопасности угольного разреза и разработка мероприятий по ее снижению», рекомендации по снижению пожароопасности угольного разреза	30
20.05.2023 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10

01.06.2023 г.	Оформление и представление ВКР	20
---------------	--------------------------------	----

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД	Назаренко О.Б.	д.т.н.		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.		02.02.2023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Пичугина Мария Юрьевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 84 с., 2 рис., 24 табл., 26 источников.

Ключевые слова: устойчивость, чрезвычайная ситуация, эндогенный пожар, самовозгорание угля, угольный разрез.

Объектом исследования является филиал ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез".

Цель работы – выполнить оценку пожароопасности филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез" и предложить мероприятия по снижению пожароопасности для данного разреза.

В процессе исследования проводился анализ литературных данных по чрезвычайным ситуациям, способным привести к потере устойчивости угольного разреза, их причин и последствий. Был проведен расчет степени пожароопасности филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез".

В результате исследования были предложены мероприятия по снижению степени пожароопасности, а также методы тушения эндогенных пожаров.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ	8
ВВЕДЕНИЕ	11
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	13
1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ НА УЧАСТКАХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ	14
1.1 Характеристика угольных разрезов как опасного производственного объекта	14
1.2 Возможные ЧС на участках открытых горных работ	15
1.2.1 Несанкционированный взрыв взрывчатых веществ	15
1.2.2 Пожар пролива дизельного топлива	15
1.2.3 Пожар или взрыв на горнотранспортном оборудовании.....	16
1.2.4 Обрушение бортов, высоких уступов.....	17
1.2.5 Самовозгорание углей. Эндогенные пожары	17
1.3 Возможные ЧС на участке обогащения угля	19
1.3.1 Взрыв угольной пыли	19
1.3.2 Пожар на территории угольного склада.....	20
1.4 Анализ аварийности на угольных разрезах России.....	21
2. ОЦЕНКА ПОЖАРООПАСНОСТИ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕЕ СНИЖЕНИЮ	25
2.1 Характеристика филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез"	25
2.2 Технологический процесс	26
2.3 Классификация угольных разрезов по степени пожароопасности.....	28
2.4 Расчет степени пожароопасности угольного разреза.....	31
2.5 Рекомендации по снижению пожароопасности угольного разреза.....	33
2.5.1 Мероприятия по устранению условий самовозгорания	33
2.5.2 Профилактика, тушение пожаров и огнезащита антипирогеном	35
2.5.3 Контроль теплового состояния угольных отвалов.....	38
2.5.4 Способы и средства обнаружения эндогенных пожаров	39
2.5.5 Технологии тушения эндогенных пожаров на угольном разрезе.....	40
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»	42
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	43

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	43
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	43
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	44
3.1.3 SWOT-анализ	46
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	49
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	49
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ разработка графика проведения.....	50
3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	54
3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	55
3.3.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	56
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	57
3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	59
3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды.....	60
3.3.6 Накладные расходы	60
3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	61
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	62
Выводы по разделу	64
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	66
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	68
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	68
4.2 Производственная безопасность	69
4.3 Экологическая безопасность.....	76
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	77
Выводы по разделу	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	82

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире наблюдается бурный рост и развитие промышленных объектов, появление новых технологий и мощного промышленного оборудования, а также освоение новых месторождений полезных ископаемых. В связи с этим увеличиваются и требования к безопасному и устойчивому функционированию каждого промышленного объекта как в мирное и военное время, так как и в условиях чрезвычайной ситуации.

Устойчивостью функционирования объекта в условиях ЧС принято считать его способность противостоять опасностям, возникающим при ЧС, выполнять свои функции и задачи, а также способность производить и выпускать продукцию в установленном объеме и номенклатуре в условиях чрезвычайной ситуации [1].

Угледобывающие разрезы являются опасными производственными объектами, на которых высока вероятность возникновения чрезвычайной ситуации. На данных производственных объектах все еще происходят крупные аварии, влекущие за собой катастрофические последствия. Это приводит к необходимости применения мероприятий по повышению устойчивости функционирования угольных разрезов.

Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями на угледобывающих разрезах являются эндогенные пожары, связанные с повышенной склонностью добываемого угля к самовозгоранию. Угольные разрезы, добывающие угли с повышенной склонностью к самовозгоранию, относятся к категории пожароопасных: при благоприятных метеорологических условиях развитие эндогенных пожаров на них носит стихийный лавинообразный характер. Для эффективного снижения эндогенной пожароопасности на угольных разрезах необходима разработка более совершенного комплекса мероприятий по профилактике эндогенных пожаров и их тушению.

Цель данной работы: выполнить оценку пожароопасности филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез" и предложить мероприятия по снижению пожароопасности для данного разреза.

Для достижения цели ставятся следующие задачи:

1. Выполнить анализ аварийности на угольных разрезах.
2. Провести расчет степени пожароопасности филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез".
3. Разработать рекомендации по снижению пожароопасности угольного разреза.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ОПО – опасный производственный объект;

КНС – крутонаклонный сепаратор;

АПФД – аэрозоль преимущественно фиброгенного действия;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ТО – техническое обслуживание;

ПДУ – предельно допустимый уровень;

ДТП – дорожно-транспортное происшествие.

1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ НА УЧАСТКАХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

1.1 Характеристика угольных разрезов как опасного производственного объекта

К числу опасных производственных объектов (ОПО) относятся предприятия или их участки, цехи, площадки и иные производственные объекты, которые включают в себя опасные технологические процессы и (или) вещества, которые могут причинить ущерб здоровью работников этого предприятия и здоровью окружающего населения, соседним предприятиям, а также окружающей среде в результате аварии.

Угольные разрезы являются опасными производственными объектами, так как на данных объектах ведутся горные работы и работы по обогащению полезных ископаемых, а также используются взрывчатые вещества при ведении взрывных работ.

Для угольных разрезов устанавливаются классы опасности в зависимости от объема разработки горной массы. Ко II классу опасности (объекты высокой опасности) относятся угольные разрезы, объем разработки горной массы которых достигает 1-го миллиона и более кубических метров в год. К III классу опасности (объекты средней опасности) относятся угольные разрезы с объемом разработки горной массы от 100 тысяч до 1-го миллиона кубических метров в год. К IV классу опасности (объекты низкой опасности) относятся угольные разрезы, на которых объем разработки горной массы в год составляет менее 100 тысяч кубических метров.

Относительно использования взрывчатых веществ, классы опасности угольных разрезов устанавливаются в зависимости от количества опасных веществ, которые одновременно могут находиться на территории угольного разреза [2].

1.2 Возможные ЧС на участках открытых горных работ

1.2.1 Несанкционированный взрыв взрывчатых веществ

Взрыв взрывчатых веществ возможен при возгорании транспортного средства, в котором доставляются взрывчатые вещества для проведения взрывных работ на участке открытых горных работ. Основным поражающим фактором при данной чрезвычайной ситуации является воздушная ударная волна.

Возникновение и развития данной чрезвычайной ситуации, а также развитие пожаров вследствие возгорания и взрыва взрывчатых веществ наиболее вероятно может произойти по следующему сценарию:

- разрушение резервуара со взрывчатым веществом вследствие нарушения его герметичности;
- использование открытого огня в процессе обращения с взрывчатыми веществами;
- самопроизвольный взрыв взрывчатых веществ;
- воспламенение взрывчатых веществ от источника зажигания.

В результате реализации несанкционированного взрыва взрывчатых веществ возможны такие последствия, как:

- ущерб здоровью персонала, находящегося на момент взрыва в зоне поражения от взрывчатых веществ;
- частичный или полный вывод из строя горного оборудования и транспорта;
- завал горной массой горного оборудования и транспорта;
- остановка горного оборудования и транспорта;
- нарушение электроснабжения объектов.

1.2.2 Пожар пролива дизельного топлива

Пожар пролива дизельного топлива может произойти вследствие разрушения цистерны с дизтопливом для заправки горнотранспортного

оборудования на участке открытых горных работ по причине нарушения ее герметичности в результате дорожно-транспортного происшествия.

Возникновение и развития данной чрезвычайной ситуации наиболее вероятно может произойти по следующему сценарию:

- остановка горнотранспортной техники.

Последствиями реализации данной чрезвычайной ситуации могут являться:

- ущерб здоровью персоналу, занимающемуся обслуживанием данного оборудования;
- частичный или полный вывод из строя оборудования.

1.2.3 Пожар или взрыв на горнотранспортном оборудовании

Причинами пожара или взрыва на горнотранспортном оборудовании могут являться: высокое содержание метана в скважине; нагрев материалов и конструкций до температуры, способной вызвать их воспламенение; электрическая искра; газосварка; электросварка; искрение электрического оборудования; механическая обработка металла с образованием искр.

Возникновение и развития данной чрезвычайной ситуации, а также развитие пожаров вследствие возгорания и взрыва горнотранспортного оборудования наиболее вероятно может произойти по следующему сценарию:

- разгерметизация резервуара (топливного бака, автоцистерны и т.п.) вследствие нарушения его герметичности;
- нарушения при обращении с открытым огнем и ведении сварочных работ;
- неисправность электрической проводки;
- воспламенение содержимого резервуара от источника зажигания.

Пожар или взрыв на горнотранспортном оборудовании может привести к следующим последствиям:

- ущерб здоровью персоналу, занимающемуся обслуживанием данного оборудования;

- частичный или полный вывод из строя горнотранспортного оборудования;
- возникновение зоны избыточного давления воздушной ударной волны;
- возникновение зоны теплового излучения;
- возникновение зоны мгновенного поражения пожара – вспышки;
- возникновение зоны загрязнения атмосферы продуктами горения топлива.

1.2.4 Обрушение бортов, высоких уступов

Обрушение бортов, высоких уступов может произойти по причине нарушения устойчивости массива горной породы вследствие подрезки склонов, изменения ее влагонасыщенности.

Возникновение и развития данной чрезвычайной ситуации наиболее вероятно может произойти по следующему сценарию:

- завал горной массой горнотранспортного оборудования.

Реализация данной чрезвычайной ситуации может привести к таким последствиям, как:

- ущерб здоровью персоналу, занимающемуся обслуживанием горнотранспортного оборудования;
- частичный или полный вывод из строя горнотранспортного оборудования [3].

1.2.5 Самовозгорание углей. Эндогенные пожары

Самовозгоранием угля или эндогенным пожаром на угольном разрезе является электрохимический и физико-химический процесс, результатом которого является возгорание углесодержащих пород и угольных скоплений вследствие того, что количество выделенного тепла превышает теплоотдачу в окружающую среду. Вследствие окисления полезных подземных ископаемых кислородом их температура повышается, что приводит к их возгоранию [4].

При добыче полезных ископаемых промышленным способом самовозгорание угля может возникать в отработанных участках рудников. Самовозгорания полезных ископаемых в случае их реализации могут приводить к большому ущербу как жизни и здоровья, так и о материального имущества.

На угольных разрезах места возникновения и интенсивность эндогенных пожаров определяются воздействием большого количества пожароопасных факторов. Среды пожароопасных факторов, влияющих на пожароопасность разреза, можно выделить три группы:

- метеорологические;
- горнотехнические;
- горно-геологические.

В условиях добычи угля открытым способом невозможно избежать воздействия метеорологических, горно-геологических и только части горнотехнических факторов. Другая часть горнотехнических факторов является результатом ошибочных действий при выполнении отдельных работ. Данными факторами являются: нарушение технологии ведения взрывных работ; несвоевременное обновление угольных уступов; необоснованное вскрытие новых пластов или участков; оставление предохранительных берм шириной, недостаточной для выполнения профилактических работ [3].

На разрезах, добывающих уголь, потенциально пожароопасными объектами являются участки, где добывается и хранится уголь, имеющие наиболее благоприятные условия для возникновения и протекания таких процессов, как самонагревание, самовозгорание и возгорание угля, а также для дальнейшего распространения очагов эндогенных пожаров.

На территории угольного разреза к пожароопасным объектам относятся:

- внешние и внутренние породные отвалы, содержащие большое количество горючих материалов (угля и углесодержащих пород);
- угольные и смешанные уступы, подлежащие длительной консервации;

- верхняя бровка угольного уступа, некачественно зачищенная при превышении высоты уступа над высотой черпания экскаватора;
- кровля вскрытого пласта, подвергшаяся нарушениям при взрывании пород вскрыши и некачественно зачищенная от разрыхленного угля;
- угольные навалы, образовавшиеся вследствие неполной зачистке бульдозером почвы пласта, неполной выемки взорванных угольных и смешанных блоков, на перегрузочных пунктах при конвейерном и железнодорожном транспорте;
- угольные осыпи, образованные вследствие некачественной зачистки элементов уступа, послойной разработки пластов большой мощности без оставления транспортных берм между слоями и выветривании породно-угольного массива под воздействием атмосферных факторов;
- угольные насыпи под конвейерными линиями или железнодорожными путями, на автотракторных съездах и на путепроводах тоннельного типа, которые сформированы из горной массы, содержащей горючий материал;
- откос угольного уступа, образованный вследствие некачественной оборке угля, в районе геологических нарушений при вскрытии открытыми работами подземных горных выработок, а оползневых участках;
- целики угля на контакте с породами внутренних отвалов при бестранспортной вскрыше;
- штабели резервных складов угля и разубоженных углей, которые предназначены для гидрообогащения [4].

1.3 Возможные ЧС на участке обогащения угля

1.3.1 Взрыв угольной пыли

Взрыв угольной пыли на участке обогащения угля может произойти на складе готовой продукции. Угольная пыли является взрывоопасной. Взрыв угольной пыли происходит от источника воспламенения.

Возникновение и развития данной чрезвычайной ситуации наиболее вероятно может произойти по следующему сценарию:

- образование повышенной концентрации угольной пыли на складе готовой продукции;
- возникновение источника воспламенения;
- инициирование взрыва.

В результате реализации взрыва угольной пыли под воздействием воздушной ударной волны конструкции дробильно-сортировочных установок подвергнутся деформации или разрушению. Находящиеся на смене в момент взрыва работники – машинисты погрузчика, экскаватора и дробильно-сортировочных установок, вследствие взрыва могут получить повреждения разной степени тяжести в зависимости от того, на каком расстоянии от эпицентра взрыва они находятся в зависимости от воздействия разлетающихся частей механизмов.

В результате данной чрезвычайной ситуации возможны следующие последствия:

- причинение вреда здоровью персонала;
- прерывание технологического процесса;
- материальный ущерб;
- ущерб окружающей среде.

1.3.2 Пожар на территории угольного склада

На территории угольного склада находятся и эксплуатируются экскаваторы, автомобили, погрузчики, являющиеся оборудованием с масляным заполнением. Также на территории склада находятся дробильно-сортировочные установки и порододоотборочный комплекс, на которых ведутся огневые работы и эксплуатируется электрооборудование. Также на угольном складе осуществляется заполнение маслом редукторов конвейеров, заправка топливом автотранспортной техники и смазка частей оборудования. Для

обогрева и освещения помещений к здания и сооружениям подведена электроэнергия. Привозимый на склад уголь склонен к самовозгоранию.

Возникновение и развития данной чрезвычайной ситуации наиболее вероятно может произойти по следующему сценарию:

- возникновение источника зажигания;
- тепловое излучение;
- повышенная температура;
- отравляющее действие продуктов горения пожара;
- снижение видимости вследствие задымленности помещения;
- частичный или полный выход из строя оборудования;
- причинение ущерба здоровью рабочим, занимающимся

обслуживанием оборудования.

В результате данной чрезвычайной ситуации возможны следующие последствия:

- причинение вреда здоровью персонала;
- прерывание технологического процесса;
- материальный ущерб;
- ущерб окружающей среде.

Последствиями пожаров являются травматизм и гибель персонала, материальный ущерб, прерывание технологического процесса, ущерб окружающей среде [3].

1.4 Анализ аварийности на угольных разрезах России

На сегодняшний день существует 258 угольных разрезов, зарегистрированных в Ростехнадзоре как опасные производственные объекты, что превышает количество угольных шахт в 2,5 раза (рисунок 1).

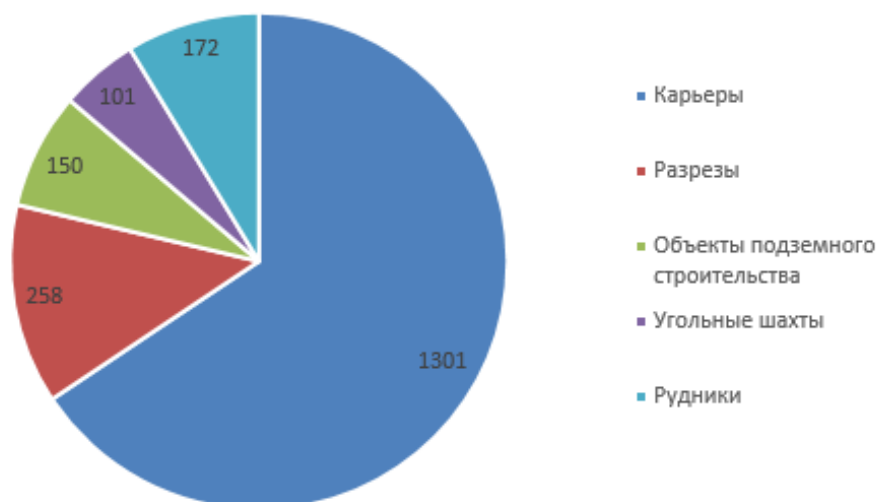


Рисунок 1 – Распределение опасных производственных объектов

Информация угольной промышленности по форме № 2-ТБ (уголь) «Состояние промышленной безопасности и охраны труда» представлена только 116 угольными разрезами. Согласно этой информации, из 116 угольных разрезов на территории России ко II классу опасности (объекты повышенной опасности) относятся 103 (88,8 %) разреза, к III классу опасности (объекты средней опасности) относятся 9 (7,8 %) разрезов, к IV классу опасности (объекты низкой опасности) относятся 4 (3,4 %) разреза (рисунок 2).

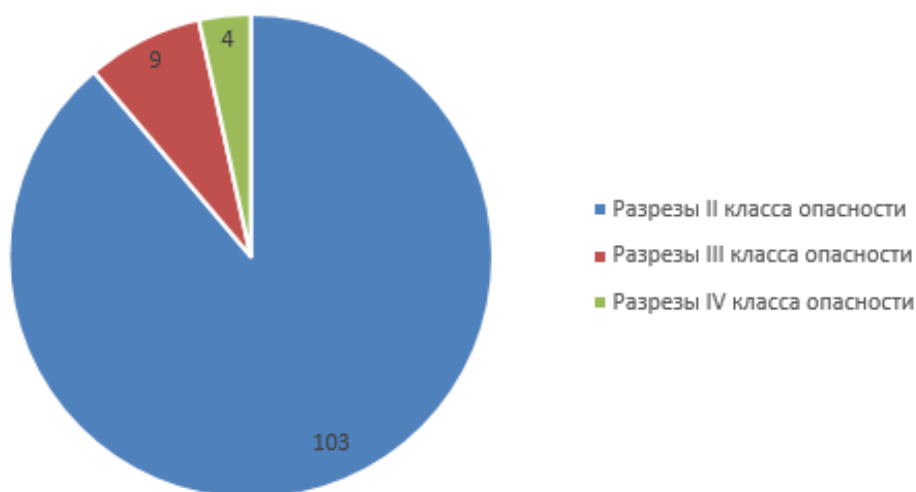


Рисунок 2 – Распределение угольных разрезов по классам опасности

На открытых горных работах степень опасности определяется глубиной разрезов и количеством опасных зон на территории разреза.

На территории России наибольшую глубину разреза имеет разрез «Междуреченский» АО «Междуречье», глубина которого составляет 377 м. Также глубина более 300 м отмечена на таких разрезах, как: разрез ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» филиал «Кедровский угольный разрез», глубина которого составляет 360 м; разрез ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» филиал «Бачатский угольный разрез», глубина которого составляет 340 м; разрез АО «Черниговец», глубина которого составляет 330 м; разрез ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» филиал «Краснобродский угольный разрез», глубина которого составляет 320 м; разрез «Нерюнгринский» АО ХК «Якутуголь», глубина которого составляет 315 м. Глубину более 100 метров на территории России имеют 57 угольных разрезов, что составляет 49,1 % от общего числа разрезов, добывающих уголь [5].

Зоны на угольном разрезе, где осуществляются работы по добыче угля, являются опасными. В частности, к опасным зонам относятся площадки и участки угольного разреза, которые включают в себя зона, на которых присутствуют техногенные и природные факторы, воздействие которых способно привести к возникновению аварийной ситуации на угольном разрезе, в результате чего может возникнуть угроза жизни и здоровью людей, значительный материальный ущерб, а также ущерб окружающей среде.

На сегодняшний день в России количество опасных зон на угольных разрезах составляет 613. Из них 384 опасные зоны обусловлены горнотехническими факторами, 176 опасных зон обусловлены геологическими факторами, 30 опасных зон обусловлены опасностью по прорыву воды. Большинство угольных разрезов характеризуется наличием сразу нескольких видов опасностей [6].

На территории России наибольшее количество опасных зон имеют следующие угольные разрезы:

- разрез ООО «Ресурс». На территории данного угольного разреза отмечено 29 опасных зон, из которых: 26 зон обусловлены горнотехническими факторами; 2 зоны обусловлены опасностью по прорыву воды. Данный разрез

имеет глубину менее 200 м. Эндогенных пожаров в породных отвалах отмечено не было;

- разрез АО «УК «Разрез Степной». На территории данного угольного разреза отмечено 27 опасных зон, из которых: 19 зон обусловлены геологическими факторами; 8 зон обусловлены горнотехническими факторами. Данный разрез имеет глубину менее 113 м. Эндогенных пожаров в породных отвалах отмечено не было;

- разрез ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» филиал «Бачатский угольный разрез». На территории данного разреза отмечено 25 опасных зон, из которых: 22 зоны обусловлены геологическими факторами; 2 зоны обусловлены горнотехническими факторами; 1 зона обусловлена опасностью по прорыву воды. Данный разрез имеет глубину менее 360 м. Были отмечены эндогенные пожары в породных отвалах.

Также двадцать и более опасных зон отмечено на таких разрезах, как: разрез АО «Черниговец» - 21 опасная зона; разрез ООО «Участок «Коксовый» - 20 опасных зон [5].

2. ОЦЕНКА ПОЖАРООПАСНОСТИ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕЕ СНИЖЕНИЮ

2.1 Характеристика филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез"

В состав филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез" входят три карьерных поля: Краснобродское поле, введенное в эксплуатацию в 1947 году; Новосергеевское поле, введенное в эксплуатацию в 1956 году; Вахрушевское поле, введенное в эксплуатацию в 1969 году. Из них Новосергеевское поле и Краснобродское поле находятся в северо-западной части Прокопьевско-Киселевского района Кемеровской области и входят в состав Краснобродского городского округа. Вахрушевское поле находится в юго-западной части Прокопьевско-Киселевского района Кемеровской области вблизи г. Киселевск.

Филиал ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез" добывает угли различных энергетических марок. К ним относятся такие марки, как: КС, ДГ, СС, 1-СС, Т, КО. Данный филиал имеет балансовые запасы в количестве 336 млн. 874 тыс. тонн угля. В среднем на данном разрезе добывается примерно 9 млн. тонн угля в год.

Технический парк угольного разреза включает в себя: примерно 50 экскаваторов с объемом ковша до 33 кубических метров, 34 бульдозера, 14 буровых станков, 10 погрузчиков. Парк горнотранспортной техники включает в себя более 100 БелАЗов, грузоподъемность которых составляет от 47 до 220 тонн.

Добываемый на данном разрезе уголь подлежит обогащению на двух обогатительных фабриках – «Краснобродская-Коксовая» и «Вахрушевская», мощности которых составляют соответственно 3 млн. тонн угля и 2,5 млн. тонн угля коксующихся марок с последующим получением концентрата углей.

Также на территории филиала находятся установки для обогащения угля с КНС «Краснобродская» и «Вахрушевская», дробильно-погрузочная установка, сортировочный технологический комплекс, дробильно-сортировочный комплекс и мобильные дробилки [7].

2.2 Технологический процесс

Системой открытой разработки при добыче угля является совокупность мероприятий, которая обеспечивает определенный порядок выполнения работ по подготовке, вскрыше и добычи угля, которые обеспечивают безопасную и планомерную разработку месторождения с определенной производственной мощностью угольного разреза при рациональном использовании его запасов и их минимальных затратах, а также при наименьшем воздействии на окружающую среду.

Подготовка скальных и коренных пород осуществляется буровзрывным способом с бурением взрывных скважин при помощи буровых станков вращательного бурения. Затем при помощи одноковшовых экскаваторов осуществляется экскавация горной массы. Для перемещения горной массы к местам складирования на угольном разрезе применяется автомобильный транспорт. Добываемый уголь транспортируется на погрузочный комплекс, существующий на территории разреза. Вскрышные породы укладываются во внутренние и внешние отвалы.

Отработка угольного месторождения производится по комбинированной транспортно-бестранспортной системе разработки, а вскрытие угольного разреза осуществляется системами скользящих съездов. Угольные пласты и вскрышные породы принято отрабатывать горизонтальными слоями по простиранию пластов.

Выемочно-погрузочными работами на угольном разрезе являются выемка горной массы в транспортные средства или перевалка пород в отвал.

Также на территории угольного разреза имеется карьер, используемый для добычи базальта для нужд самого разреза, например, для подсыпки дорог.

Когда запасы угля в карьеры исчерпываются или его дальнейшая добыча становится небезопасной или нерентабельной, карьер подлежит отсыпке. После отсыпки карьер подлежит грубой планировке с целью создания его равномерной усадки. Чистая планировка осуществляется спустя год после отсыпки отвала для ликвидации трещины и заколы, которые образовались в процессе усадки [3].

На угольных разрезах применяется, как правило, биологическая рекультивация, которая включает в себя следующие направления:

- откосы внутренних и внешних отвалов – санитарно-гигиеническое (предварительный посев многолетних трав, посадка деревьев и кустарников);
- платообразные поверхности отвалов – сельскохозяйственное (посев многолетних трав);
- остаточная горная выработка подлежит временному затоплению водой [8].

Добываемый уголь подлежит обогащению на существующей на территории разреза обогатительной фабрике. Обогащение угля на обогатительной фабрике происходит с использованием предусмотренного замкнутого водно-шламового цикла. При этом наружные гидротехнические сооружения для применяются.

На обогатительных фабриках применяются следующие методы обогащения угля:

- обогащение в магнетитовой суспензии, проводимое в тяжелосредном сепараторе, для угля класса 25-150 мм;
- обогащение в магнетитовой суспензии, проводимое в тяжелосредных гидроциклонах, для угля класса 2-25 мм;
- гравитационное обогащение, проводимое в спиральных сепараторах, для угля класса 0,2-2 мм;
- обогащение методом флотации для угля класса 0-0,2 мм.

Работы по обогащению угля проводятся на одну стадию с последующим выделением концентрата и отходов. Концентрат складывается на укрытый склад на территории угольного разреза.

Отгрузка товарной продукции потребителям осуществляется железнодорожным транспортом через погрузочный пункт оборудованной железнодорожными весами [3].

2.3 Классификация угольных разрезов по степени пожароопасности

Степень пожароопасности угольных разрезов определяется объективными и субъективными факторами. К объективным факторам относятся:

- угол падению угольного пласта и время его обнажения;
- наличие геологических нарушений;
- крепость угля;
- способ взрывания;
- способ, применяемый для отработки угольных пластов;
- оборудование, применяемое для выемки;
- природные факторы.

К субъективным факторам относится чистота зачистки площадок, бровок и откосов уступа.

Для проведения оценки степени пожароопасности на угольных разрезах установлена абсолютная значимость факторов, которая выражена в определенных числовых интервалах (баллах) (таблица 1) [4].

Таблица 1 – Классификация разрезов по степени пожароопасности

Категория пожароопасности	Степень опасности	Критерий пожароопасности P_0
I	Неопасные	до 25
II	Мало опасные	26-50
III	Умеренно опасные	51-75
IV	Опасные	76-100
V	Повышенной опасности	101-125
VI	Весьма опасные	более 125

Инкубационным периодом самонагрева угля считается период времени, в течение которого происходит процесс самонагрева угля от его естественной температуры до температуры, при которой процесс самонагрева угля становится необратимым и переходит в процесс возгорания угля (критической) [9]. Продолжительность инкубационного периода самонагрева угля ($t_{\text{инк}}$, сут.) на потенциально пожароопасных участках угольных разрезов в зависимости от категории пожароопасности представлена в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Продолжительность инкубационного периода самонагрева угля на потенциально пожароопасных объектах разрезов различной категории пожароопасности

Вид потенциально пожароопасных участков	Продолжительность инкубационного периода при категории пожароопасности, сут.					
	I	II	III	IV	V	VI
Ненарушенные целики	не горят	не горят	360	360	360	360
Целики, нарушенные взрывными работами	не горят	360	210-270	150-210	120-150	90-120
Целики с геологическими нарушениями; целики, деформированные оползнями	не горят	360	150-180	120-180	90-120	45-90
Целики с подземными горными выработками, склады угля, блоки взорванного угля, отвалы, навалы и осыпи объёмом более 200 м ³	не горят	360	120-180	60-180	45-90	20-60

Перечень мероприятий по профилактике и тушению эндогенных пожаров на угольных разрезах в зависимости от степени пожароопасности представлены в таблице 3 [4].

Таблица 3 – Перечень мероприятий по профилактике и тушению эндогенных пожаров на разрезах

Категория пожароопасности	Степень пожароопасности	Рекомендуемые мероприятия
I	неопасные	-
II	мало опасные	- систематический визуальный контроль за потенциально пожароопасными участками; - устранение условий возникновения очагов самонагревания технологическими способами; - ликвидация эндогенных пожаров поверхностной обработкой водой; - отгрузка охлаждённого угля;
III	умеренно опасные	- своевременное обнаружение очагов самонагревания визуальными наблюдениями и инструментальными замерами; - профилактическая обработка антипирогенами; - изоляция инертной породой горной массы, содержащей горючие материалы; - тушение пожаров поверхностной обработкой водой и антипирогенами.
IV	опасные	В дополнение к мероприятиям, предусмотренным для разрезов III категории пожароопасности: - нагнетание антипирогенов и применение инертной породы на нерабочих бортах и въездных траншеях
V	повышенной опасности	то же, что для разрезов IV категории

Продолжение таблицы 3

VI	весьма опасные	В дополнение к мероприятиям, рекомендуемым для разрезов III-V категорий пожароопасности: - предварительная поверхностная обработка антипирогеном взрываемого угольного блока, - применение инертной породы: - для предупреждения самовозгорания угля на рабочих бортах, - для изоляции отработанного пространства от рабочего борта разреза, - при тушении значительных и быстрораспространяющихся очагов пожаров, - на нерабочих бортах и въездных траншеях.
----	----------------	---

2.4 Расчет степени пожароопасности угольного разреза

Необходимо рассчитать степень пожароопасности филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез" и определить его категорию по пожароопасности. Для того, чтобы определить числовое значение критерия пожароопасности для данного филиала, необходимо определить: коэффициент пожароопасности угольного разреза K_1 , учитывающий влияние склонности углей к самовозгоранию; коэффициент пожароопасности угольного разреза K_2 , учитывающий влияние суммарной площади угольных обнажений; суммарное числовое значение объективных факторов, определяющих пожароопасность угольного разреза, Φ_0 .

Исходные данные, необходимые для расчета критерия пожароопасности для филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез" представлены в таблице 4 [3].

Таблица 4 – Исходные данные для расчета степени пожароопасности разреза

Фактор	Значение	Баллы
Угол падения пластов, град	$25 \leq \alpha \leq 90$	10
Крепость угля и вмещающих пород (по шкале проф. М.М. Протодияконова)	14	10
Время обнажения угольного пласта, мес	$3 < t_{\text{обн}} \leq 6$	50
Наличие пластов нерабочей мощности, м	0	20
Наличие пород с содержанием горючей массы	$20\% \leq C^r \leq 50\%$	5
Геологические нарушения оползневые явления, шт.	> 5	35
Наличие вскрытых подземных выработок	нет	0
Взрывание по породе на контакте с углем		5
Взрывание по углю	нет	0
Способ отработки угольного пласта валовый	да	5
Тип выемочного оборудования ЭКГ-10	да	15
Среднегодовое количество осадков, мм/год	≥ 500	10
Среднегодовая скорость ветра, м/сек	$\geq 3,5$	15
Чистота зачистки всех элементов уступов		15
Коэффициент K_1 , учитывающий склонность к самовозгоранию	0,25	
Коэффициент K_2 , учитывающий влияние площади угольных обнажений	1,25	

Определяем суммарное числовое значение объективных факторов, определяющих пожароопасность разреза (Φ_0):

$$\Phi_0 = 10 + 10 + 50 + 20 + 5 + 35 + 5 + 5 + 15 + 10 + 15 + 15 = 195 \text{ баллов}$$

Определяем степень пожароопасности разреза Π_0 по формуле:

$$\Pi_0 = K_1 \cdot K_2 \cdot \Phi_0 \quad (1)$$

Тогда

$$\Pi_0 = 0,25 \cdot 1,25 \cdot 195 = 60,94 \text{ балла.}$$

По таблицы 1 было определено, что по степени пожароопасности филиал ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез" относится к III категории (умеренно опасный).

По таблице 2 была определена продолжительность инкубационного периода самонагревания угля ($t_{\text{инк}}$, сут.) на потенциально пожароопасных участках данного угольного разреза. Так как данный разрез относится к III

категории пожароопасности, продолжительность инкубационного периода самонагрева угля составляет:

- в ненарушенных целиках: 360 суток;
- в целиках, нарушенных взрывными работами: 210-270 суток;
- в целиках с геологическими нарушениями; в целиках, деформированных оползнями: 150-180 суток;
- в целиках с подземными горными выработками, в блоках взорванного угля, на складах угля, навалах, отвалах, и осыпях объёмом более 200 м³: 120-180 суток.

По таблице 3 были определены мероприятия, которые должны выполняться в обязательном порядке на данном разрезе в соответствии с его категорией по пожароопасности. К таким мероприятиям относятся:

- своевременное обнаружение очагов эндогенных пожаров визуальными наблюдениями и инструментальными замерами;
- профилактическая обработка антипирогенами потенциально опасных участков угольного разреза;
- изоляция инертной породой горной массы, содержащей горючие материалы;
- тушение пожаров антипирогенами и поверхностной обработкой водой.

2.5 Рекомендации по снижению пожароопасности угольного разреза

2.5.1 Мероприятия по устранению условий самовозгорания

Мероприятия по устранению условий самовозгорания угля на угольных разрезах сводятся к:

- выполнению вскрышных и добычных работ в соответствии с технологическими схемами и календарным планом;
- недопущению или устранению нарушения целостности угольного массива и образования породно-угольных скоплений.

При отработке вскрышной породы и угля во вскрышной горной массе возможно присутствие материалов склонных к самовозгоранию, в виде угля от зачистки пласта и негодного угля.

Для профилактики самовозгорания отвальной массы, необходимо соблюдать следующие меры:

- в случае складирования в отвал пород от зачистки пласта и других углесодержащих пород, организовать (каждый раз в разных местах) площадное отвалообразование, другими словами формирование отвала производить картами, для формирования карты ярус нужно разделить на два подъяруса (высота каждого может меняться в пределах 2,5-4,5м);
- карта яруса формируется послойно, формирование производится с помощью автосамосвалов, которые разгружаются на поверхности предыдущего слоя пород, заполняя всю площадь карты [9].

Разгруженная порода разравнивается и уплотняется бульдозером и прицепным катком. Размеры таких карт будут зависеть от количества принимаемой углесодержащей породы:

- нижний слой отсыпается глинистыми породами, которые затем уплотняются катком и бульдозером для снижения воздухопроницаемости изолирующего покрытия, мощность слоя изоляции должна быть не менее 0,3 м;
- следующим отсыпается и уплотняется, бульдозером с прицепным катком, сам слой углесодержащих пород, который может достигать 0,3-1,0 м. Слой углесодержащих пород не должен выходить в откос яруса отвала;
- после укладки и уплотнения слоя углесодержащих пород, производится его изоляция верхним слоем глинистых пород, которые также уплотняются бульдозером и катком для снижения воздухопроницаемости изолирующего покрытия, мощность слоя изоляции должна быть не менее 0,3 м [4].

2.5.2 Профилактика, тушение пожаров и огнезащита антипирогеном

На угольных разрезах, которые по степени пожароопасности относятся к III-VI категориям, в качестве дополнительных мер необходимо проводить работы по профилактике, огнезащите и тушению эндогенных пожаров с использованием антипирогена.

С целью продления инкубационного периода самонагревания угля необходимо проводить профилактическую обработку антипирогеном. Профилактической обработке подлежат:

- угольные уступы, получившие нарушения вследствие ведения взрывных работ или геологические нарушения, сроки обработки которых превышают продолжительность инкубационного периода их самовозгорания;
- скопления угля, которые оставляются на территории угольного разреза в качестве автотракторных съездов, насыпей под конвейерные линии и временные железнодорожные пути.

Работы по тушению возникших эндогенных пожаров с использованием антипирогена необходимо осуществлять в угольных и породно-угольных уступах по рабочему и нерабочему бортам разреза, в штабелях угля и в скоплениях разрыхленного угля.

Огнезащита на угольных разрезах необходимо осуществлять с целью предотвращения возникновения и распространения по угольным обнажениям очагов эндогенных пожаров. На разрезах, которые по степени пожароопасности относятся к V-VI категориям, а также на разрезах, на которых ведутся работы по добыче углей с большим содержанием фюзениновых ингредиентов и углей высокой (более 30 %) влажности, необходимо осуществлять огнезащиту с использованием антипирогена. Обрабатывать огнезащитными составами необходимо:

- породно-угольные и угольные уступы в местах их геологических нарушений;

- породно-угольные и угольные уступы в местах образования скоплений угля, сроки отгрузки которых превышают продолжительность инкубационного периода самовозгорания угля.

Для обработки поверхности разреза или отвалов антипирогенами применяются стволы (оросители) специальной конструкции типа РС-Б, ОК-1, ОК-2.

Организация профилактики и тушения пожаров возложена на ремонтно-хозяйственный участок, укомплектованный поливомоечными машинами на базе БелАЗ с цистерной емкостью 12-25 м³, насосом производительностью 25,0 л/с, дальность подачи струи 32 м [10].

Для расчета годовой потребности в антипирогене ($Q_{ор}$, м³) для профилактики эндогенных пожаров в нарушенных целиках методом орошения используется формула:

$$Q_{ор} = 10^{-3} \cdot K_{ср} \cdot n \cdot q_{ор} \cdot \sum S \cdot N, \quad (2)$$

где $K_{ср}$ – средний коэффициент, учитывающий кратность обработок, определяемый по формуле:

$$K_{ср} = \frac{K_1 + K_2}{2}, \quad (3)$$

где $K_1 = 1$ – при первой обработке;

$K_2 = 0,66$ – при второй обработке.

n – кратность обработок разовой профилактической операции, раз: $n = 1 \div 2$;

$q_{ор}$ – удельный расход антипирогена при орошении 1 м² обрабатываемой поверхности (первичный), л/м² ($q_{ор} = 5-8$ л/м²);

$\sum S$ – сумма поверхностей угольных обнажений, подвергающихся профилактической обработке, м³:

$$\sum S = S_1 + S_2 \dots = L_1 \cdot H'_{ср} + L_2 \cdot H''_{ср} + \dots, \quad (4)$$

где L_1, L_2 – длины участков угольных обнажений, подвергаемых обработке, м;

$H'_{ср}, H''_{ср}$ – соответствующие мощности угольных пластов, м;

N – количество профилактических операций в год, раз [4].

Проведем расчет годовой потребности в антипирогене ($Q_{ор}$, м³) для профилактики эндогенных пожаров в нарушенных целиках методом орошения для филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез".

Определяем средний коэффициент, учитывающий кратность обработок:

$$K_{cp} = \frac{K_1 + K_2}{2} = \frac{1 + 0,66}{2} = 0,83$$

Примем, что кратность обработок разовой профилактической операции составляет 2 раза ($n = 2$), а удельный расход антипирогена при орошении 1 м² обрабатываемой поверхности (первичный) составляет 6,5 л/м² ($q_{ор} = 6,5$ л/м²). Сумма поверхностей угольных обнажений, подвергающихся профилактической обработке составляет приблизительно 100000 м².

Так как данный филиал находится в районе, где годовое количество осадков в среднем составляет около 600 мм, то в соответствии с таблицей 5, количество профилактических операций в год составляет 3 раза ($N = 3$ раза) [4].

Таблица 5 – Частота обработки угольных уступов антипирогеном в зависимости от годового количества осадков

Количество осадков, мм	Количество обработок	
	однократных	двукратных
До 300	2	-
300-500	3	-
Более 500	-	3

Следовательно, годовая потребность в антипирогене ($Q_{ор}$, м³) для профилактики эндогенных пожаров в нарушенных целиках методом орошения для филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез":

$$Q_{ор} = 10^{-3} \cdot K_{cp} \cdot n \cdot q_{ор} \cdot \sum S \cdot N = 10^{-3} \cdot 0,83 \cdot 2 \cdot 6,5 \cdot 100000 \cdot 3 \\ = 3237 \text{ м}^3.$$

Таким образом в целях профилактики эндогенных пожаров необходимо проводить двукратную обработку угольных уступов антипирогеном в количестве 3237 м³ в год.

В целях предотвращения развития эндогенных пожаров при применении антипирогена можно управлять длительностью инкубационного периода самовозгорания угля. Применение антипирогена способствует уменьшению скорости сорбции кислорода углем, что приводит к замедлению процесса самовозгорания угля за счет снижения количества выделяющегося тепла.

2.5.3 Контроль теплового состояния угольных отвалов

С целью контроля теплового состояния угольных отвалов на угольном разрезе необходимо проводить следующие работы:

1. С целью своевременного выявления на угольных разрезах возможных очагов эндогенных пожаров, а также для принятия мер по их предупреждению необходимо производить контроль теплового состояния угольных отвалов методом температурной съемки.

2. На действующих негорящих угольных отвалах замеры температуры необходимо проводить три раза в год, а именно в мае, июле и сентябре. При проведении обследования теплового состояния угольных отвалов необходимо замерять температуру в нескольких точках через каждые 20 метров; на хребтовидных и терриконах отвалах температуру необходимо измерять на расстоянии 10 метров от вершины отвалов, на откосах; на плоских отвалах температурные замеры необходимо проводить в 2-3 метрах от откоса, на горизонтальной части отвала. Предполагаемые (видимые) очаги эндогенных пожаров подлежат дополнительным температурным замерам. Температура должна измеряться на глубине 0,5 метров от поверхности.

3. Отдельные участки угольных отвалов не должны иметь температуру, которая превышает температуру окружающих пород более, чем на 5 °С. Также не допускается превышение температуры пород отдельных участков 45 °С.

4. Необходимо проводить замеры температур на действующих горящих породных отвалах два раза в год, а именно в мае и сентябре, на недействующих горящих породных отвалах – один раз в год, в сентябре. Измерение температур проводится на глубине 0,5 метров от поверхности.

5. До проведения работ по разборке горящих отвалов и их тушению необходимо производить замеры температур на глубине 0,1; ,5; 1,5; 2,5 метров от поверхности.

6. Проведение работ по разборке горящих отвалов и их тушению необходимо осуществлять при постоянных замерах температуры разбираемого слоя пород. Породы, подлежащие разборке, не должны иметь температуру более 80 °С.

7. С целью выявления опасных участков в породных отвалах, необходимо до проведения температурных замеров проводить работы по их обследованию с использованием щупов. Обнаруженные в процессе обследования опасные участки, должны быть обозначены предупредительными знаками.

8. Температурные замеры отвалов запрещено проводить в зоне отсыпки во время работы откатки, а также при обледенении откосов и при выпадении атмосферных осадков.

2.5.4 Способы и средства обнаружения эндогенных пожаров

Для того, чтобы своевременно выявлять очаги эндогенных пожаров на угольных разрезах, а также сократить трудовые энергетические затраты на проведение работ по их ликвидации, необходимо выполнять комплекс организационных мероприятий по их обнаружению на начальных стадиях.

Для обнаружения очагов самовозгорания угля используются визуальный, электрометрический, термометрический и газоаналитический способы.

В качестве средств обнаружения очагов самовозгорания угля широко используются пирометры и тепловизоры.

Пирометр служит для бесконтактного измерения температуры. Принцип его работы заключается в измерении мощности теплового излучения объекта измерения в диапазонах видимого света и инфракрасного излучения.

Тепловизор служит для наблюдения за распределением температуры поверхности исследования. На дисплее тепловизора показывается диапазон температуры поверхности, видимой в объектив [4].

2.5.5 Технологии тушения эндогенных пожаров на угольном разрезе

На данный момент существуют следующие способы тушения очагов самовозгораний угля на разрезах:

- поверхностные;
- объемные;
- тушение в слой материала.

Возникновение очага эндогенного пожара с наибольшей вероятностью может произойти на поверхности угольного пласта, уходящего в глубь месторождения угля, а также с выходом продуктов пиролиза угля, проходящих в микротрещинах, образовавшихся при разработке угольного пласта.

На сегодняшний день наиболее эффективным и перспективным способом тушения эндогенных пожаров является подача огнетушащего вещества в пласт.

Наиболее распространенным методом тушения эндогенных пожаров, осуществляемый путем тушения в слой материала, является тушение методом гидравлического разрыва пласта. Данный метод тушения предполагает подачу жидкости в массивы горных пород с целью образования в них трещин. С целью повышения дебита за счет разветвленной системы дренирования, образованной в результате формирования протяженных трещин, разрыв угольного пласта осуществляется в скважине. Данный метод тушения эндогенных пожаров реализуется с помощью насосных агрегатов со скоростью закачки 3-4 м³/мин и давлением 100 МПа. В качестве жидкости

используются загущенные жидкости на углеводородной или водной основе. С целью недопущения смыкания трещины применяется закрепляющий агент (песок или другой твёрдый материал), которым заполняют трещину. После разрыва пласта и образования в нем небольших трещин подается тушащий раствор, как правило, водный раствор с поверхностно-активными веществами.

В случае, когда возгорание угля возникает на борту разреза, для его тушения используются следующие методы:

1. Проводится бурение сетки скважин с вышележащего уступа и последующая подача воды на горизонт
2. Проводится бурение сетки скважин в уклоне борта с нижележащего уступа и последующее нагнетание эмульсии (водных растворов, водно-пенных растворов, суспензий и т.д.) в скважины под давлением к очагу пожара.

Самым эффективным, экономически целесообразным и экологически безопасным методом тушения эндогенных пожаров в данном случае является использование пульпы, которая состоит из смеси воды, глины и песка. Данная смесь проходит через щели и трещины, заполняя собой пустоты и таким образом способствует ликвидации пожара.

Еще одним способом тушения очага эндогенного пожара в условиях угольного разреза является тушение методом обработки раствором аммиака окисленных углей с получением гуматов аммония. В результате последующей активации гуматов аммония получают азотсодержащие активированные угли, которые увеличивают электронодонорную способность углей и их сорбционные свойства. В случае, когда угольный разрез отработан и на нем не ведутся работы по добыче угля, а также отсутствует работники, в качестве способа тушения очагов эндогенного пожара применяется обработка 2 %-ным водным раствором аммиака бортов угольного разреза [12].

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

Студенту:

Группа	ФИО
1E91	Пичугина Мария Юрьевна

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Определение потенциального потребителя результатов исследования Анализ конкурентных технических решений SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Расчет бюджетной стоимости ИР.
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности ИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет ИП
5. Основные показатели эффективности ИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	К.Т.Н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Пичугина Мария Юрьевна		

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения 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 данной ВКР – проведение оценки пожароопасности филиала ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» «Краснобродский угольный разрез», предложение мероприятий по снижению пожароопасности для данного разреза.

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт, которому посвящена данная работа – разработка мероприятий по снижению пожароопасности угольного разреза с целью повышения его функционирования в условиях чрезвычайной ситуации.

Необходимость в мероприятиях по повышению устойчивости угольного разреза вызвана принадлежностью данного вида производства к опасным производственным объектам и чрезвычайной дороговизной восстановления подобных объектов в случае возникновения аварии.

Предприятиями, нуждающимися во внедрении данных мероприятий, являются угольные разрезы, а в частности филиал ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» «Краснобродский угольный разрез». Целевой рынок – это сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. Для данного проекта целевым рынком являются угольные разрезы, ведущие открытые горные работы.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В таблице 1 приведена оценочная карта конкурентных технических решений для выполнения расчета риска ЧС.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _{руч}	Б _{пр}	К _{руч}	К _{пр}
1	2	3	4	5	6
Критерии оценки эффективности применения методики расчета					
1. Спрос методики расчета	0,1	3	4	0,3	0,4
2. Удобство в эксплуатации методик	0,12	4	5	0,48	0,6

Продолжение таблицы 6

3. Точность в расчетах	0,08	4	5	0,32	0,4
4. Возможности расчета по методике	0,06	5	5	0,3	0,3
5. Универсальность метода расчета	0,08	5	4	0,4	0,32
6. Эффективность расчета	0,1	3	4	0,3	0,4
7. Погрешность в расчетах	0,2	3	3	0,6	0,6
8. Эксплуатация на конкретном предприятии	0,1	2	5	0,2	0,5
9. Требовательность к полноте исходных данных	0,3	5	5	1,5	1,5
Итого	1	34	4	4,4	5,02

где $B_{руч}$ – методика расчета, выполняемая вручную; $B_{пр}$ – методика расчета риска с использованием специализированного программного продукта.

Расчет конкурентоспособности определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (5)$$

где, K – конкурентоспособность разработки; B_i – вес показателя (выражается в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Конкурентоспособность метода расчета пожарного риска вручную оценена в 4,4 балла, конкурентоспособность метода расчета пожарного риска с использованием специализированного программного продукта – в 5,02 балла.

Численные оценки показывают, что метод расчета с использованием специализированного программного продукта является наиболее эффективным методом для расчета риска ЧС для угольного разреза.

3.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На первом этапе SWOT анализа в таблице 7 были описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НИ.

Таблица 7 – Матрица SWOT анализа

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Прогнозирование и выявление чрезвычайных ситуаций в широком масштабе; С2. Устойчивое финансовое положение; С3. Потребность предприятий в разработке мероприятий по повышению устойчивости в ЧС; С4. Постоянная информационная насыщенность.	В1. Большой потенциал усовершенствования разработок; В2. Рост и развитие новых предприятий, которые будут вести открытые горные работы, требующие разработки мероприятий.
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Недостаток финансирования на усовершенствование проекта; Сл2. Большой срок проведения исследования; Сл3. Невозможность предвидеть все возможные ЧС, чтобы разработать на них мероприятия.	У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов; У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное

соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 8 и 9.

Таблица 8 – Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

	Сильные стороны					Слабые стороны		
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	-	+	+	-	+	0
	B2	+	+	0	+	+	-	+

Таблица 9 – Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

	Сильные стороны					Слабые стороны		
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	-		-	-	+
	У2	+	+	+	-	-	+	-

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей или слабых сторон и возможностей:

- B1C1C3C4; B2C1C2C4;
- B1Сл2; B2Сл1Сл3;
- У1C1C2C4; У2C1C2C3;
- У1Сл3; У2Сл2.

Что касается слабых сторон, то для данных методов требуется привлечение опытных и квалифицированных специалистов, обеспечение обучения нового персонала со знаниями методов, используемых в разработке мероприятий.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 10.

Таблица 10 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны: С1. Прогнозирование и выявление чрезвычайных ситуаций в широком масштабе; С2. Устойчивое финансовое положение; С3. Потребность предприятий в разработке мероприятий по повышению устойчивости в ЧС; С4. Постоянная информационная насыщенность.	Слабые стороны: Сл1. Недостаток финансирования на усовершенствование проекта; Сл2. Большой срок проведения исследования; Сл3. Невозможность предвидеть все возможные ЧС, чтобы разработать на них мероприятия.
Возможности: В1. Большой потенциал усовершенствования разработок; В2. Рост и развитие новых предприятий, которые будут вести открытые горные работы, требующие разработки мероприятий.	Большой потенциал применения разработки мероприятий в России и других странах способствует развитию и доработке разработки	Требуется привлечение опытных и квалифицированных специалистов, обеспечить обучение нового персонала со знаниями разработки
Угрозы: У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов; У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой.	При появлении новых конкурентов на рынке следует ожидать падение спроса и, как в следствие этого, снижение финансового положения, и, возможно, сосредоточение только на определенных потребителях. Несмотря на большие возможности проекта, имеется потенциальная возможность неточности	Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Инженер
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение исследования, выполнение поставленных руководителем задач	Инженер
	6	Согласование полученных данных с научным руководителем	Руководитель Инженер

Продолжение таблицы 11

Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Инженер
	8	Работа над выводами по проекту	Инженер
Оформление отчета по НИР	9	Составление пояснительной записки	Инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ разработка графика проведения

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, который зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мини} + 2t_{махи}}{5}, \quad (6)$$

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

$t_{мини}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{махи}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{ч_i}, \quad (7)$$

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

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (8)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (9)$$

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

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

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

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

В таблице 12 представлены временные показатели проведения научного исследования.

Таблица 12 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительнос ть работ в рабочих днях T_{pi}	Длительнос ть работ в календарн ых днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел- дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и утверждение техническог о задания	1	-	3	-	1,8	-	1,8	3
Выбор направления исследовани й	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
Подбор и изучение материалов по теме	-	14	-	21	-	16, 8	16,8	25
Календарное планировани е работ	1	1	3	2	1,8	1,4	1,6	2
Проведение исследовани я, выполнение поставленны х руководител ем задач	-	14	-	21	-	16, 8	16,8	25

Продолжение таблицы 12

Согласован ие полученных данных с научным руководите лем	3	1	7	3	4,6	1,8	3,2	5
Оценка эффективно сти полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
Работа над выводами по проекту	-	10	-	15	-	12	12	18
Составлени е пояснитель ной записки	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
Итого:	7	51	17	79	11	62,2	65,1	98

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

Наиболее удобным и наглядным представлением проведения научных работ является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Составлен план научного исследования, в котором разработан календарный план выполнения работ. Для построения таблицы временных показателей проведения НИ был рассчитан коэффициент календарности. С помощью показателей в табл. 12 был разработан календарный план-график проведения НИ по теме. Для иллюстрации календарного плана была использована диаграмма Ганта, указывающая на целесообразность проведения данного исследования (таблица 13).

Таблица 13 – Календарный план-график проведения научного исследования

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль			март			апрель			май		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4	■											
2	Выбор направления исследований	Инженер	4		■										
3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	3			■									
4	Календарное планирование работ	Инженер, Руководитель	1				■								
5	Проведение исследования, выполнение поставленных руководителем задач	Инженер	4				■								
6	Согласование полученных данных с научным руководителем	Инженер, Руководитель	4					■							
7	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, Руководитель	1						■						
8	Работа над выводами по проекту	Инженер	6							■	■	■	■	■	■
9	Составление пояснительной записки	Инженер	4											■	

■ - научный руководитель; ■ - инженер.

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

1. Материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР).

2. Затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ.
3. Основная заработная плата исполнителей темы.
4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы.
5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).
6. Накладные расходы НИР.

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (10)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z _М), руб.
Ручка	Шт.	4	60	240
Карандаш	Шт.	4	35	140
Блокнот	Шт.	2	80	160
Бумага офисная	Лист	500	0,4	200
Картридж	Шт.	1	1000	1000
				Итого: 1740

3.3.2 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:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (11)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

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

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

Затраты на оборудование представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ	1	3	30	30
Итого		30 тыс. руб.			

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату и рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (13)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (14)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (15)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Баланс рабочего времени представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48 0	0 0
Действительный годовой фонд рабочего времени	190	200

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$З_m = З_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (16)$$

где $З_{tc}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30 процентов от $З_{tc}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_m = 30000 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 62400 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$З_m = 15000 \cdot (1 + 0 + 0) \cdot 1,3 = 19500 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{дн} = 62400 \cdot \frac{10,4}{257} = 2525,14 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$З_{дн} = 19500 \cdot \frac{11,2}{252} = 866,67 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_p = 6$ раб. дней.

Инженер: $T_p = 48$ раб. дней.

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2525,14 \cdot 11 = 27776,54 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера составила:

$$Z_{\text{осн}} = 866,67 \cdot 62,2 = 53906,87 \text{ руб.}$$

Расчет основной заработной платы представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	k_T	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	1,866	30000	0,3	0,3	1,3	62400	2525,14	11	27776,54
Инженер	1,407	15000	0	0	1,3	7800	346,67	62,2	53906,87
Итого									81683,41

3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (17)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый на стадии проектирования за 0,15.

Дополнительная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 27776,54 = 4166,48 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера составила:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 53906,87 = 8086,03 \text{ руб.}$$

3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (18)$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Величина отчислений во внебюджетные фонды для научного руководителя:

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot (27776,54 + 4166,48) = 9582,91 \text{ руб.}$$

Величина отчислений во внебюджетные фонды для инженера:

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot (53906,87 + 8086,03) = 18597,87 \text{ руб.}$$

3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле:

$$З_{накл} = \sum \text{статей} \cdot k_{нр}, \quad (19)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16 %.

Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице 18 и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 18 – 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
2475	1740	81683,41	12252,51	28180,78	126061,7

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = [1740 + (27776,54 + 53906,87) + (4166,48 + 8086,03) + 28180,78] \cdot 0,16 = 19817,07 \text{ руб.}$$

3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 19.

Таблица 19 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	
1	Материальные затраты НИР	1740	5220	Пункт 3.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	2475	19305	Пункт 3.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	81683,41	81683,41	Пункт 3.3.3

Продолжение таблицы 19

4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12252,51	12252,51	Пункт 3.3.4
5	Отчисления во внебюджетные фонды	28180,78	28180,78	Пункт 3.3.5
6	Накладные расходы	19817,07	19817,07	Пункт 3.3.6
Бюджет затрат НИР		145878,77	166458,77	Сумма ст. 1- 6

3.4 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 показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (20)$$

где $I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{145878,77}{166458,77} = 0,88$$

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.2}} = \frac{166458,77}{166458,77} = 1$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i, \quad (21)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка характеристик представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,25	5	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4
3. Помехоустойчивость	0,2	5	3
4. Энергосбережение	0,15	4	4
5. Надежность	0,2	5	4
6. Материалоемкость	0,5	5	3
Итого	1	7,1	3,55

$$I_{p-\text{тек.пр.}} = 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,5 \cdot 5 = 7,1$$

$$I_{p-\text{исп.2}} = 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,5 \cdot 3 = 4,85$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{тек.пр.}} = \frac{I_{p-\text{тек.пр.}}}{I_{\text{фин.р}}} = \frac{7,1}{0,88} = 8$$

$$I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{\text{р-исп.2}}}{I_{\text{фин.р}}} = \frac{4,85}{1} = 4,85$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{исп.1}}} \quad (22)$$

Сравнительная эффективность разработки представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Текущий проект	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,88	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	7,1	4,85
3	Интегральный показатель эффективности	8	4,85
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,6

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является метод расчета с использованием специализированного программного продукта, это наиболее эффективно и целесообразно.

2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 98 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 95 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 20.

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 145878,77 руб.

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,88, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогом;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 7,1, по сравнению с 4,85;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 8, по сравнению с 4,85, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1Е91		Пичугина Мария Юрьевна	
Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Повышение устойчивости функционирования угольного разреза при возникновении чрезвычайной ситуации	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. 2. Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования:</i> участок ведения открытых горных работ угольного разреза. <i>Область применения:</i> работы по добыче угля открытым способом на открытой местности, а также в помещениях в зависимости от локации аварии. <i>Рабочая зона:</i> рабочая зона персонала, занятого в технологическом процессе ведения горных разработок. <i>Размеры территории:</i> 11 x 3 км. <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> буровые станки вращательного бурения, одноковшовые экскаваторы, БелАЗы, бульдозеры, автосамосвалы. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> извлечение, транспортировка и отгрузка угля потребителям.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: 1. специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; 2. организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	ПБ 05-619-03 «Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом» (Утв. Госгортехнадзором РФ от 30.05.2003 г. № 45); «Правила безопасности при взрывных работах», утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16 декабря 2013 года № 605; «Временные нормы технологического проектирования угольных и сланцевых разрезов» ВНТП 2-92; «Федеральное отраслевое соглашение по угольной промышленности на 2019 - 2021 годы»; СанПиН 2.2.2948-11 «Гигиенические требования к организациям, осуществляющим деятельность по добыче и переработке угля (горючих сланцев) и организации работ».
2. Производственная безопасность при эксплуатации: 1. Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные факторы: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень вибрации и шума, экстремальные температуры, напряженность труда, тяжесть труда. Опасные факторы: механический фактор, электрический ток. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: респираторы, антивибрационные перчатки и обувь, наушники, специальная одежда из ткани с комбинированной пропитки или из прорезиненной

	ткани, каска, защитные заземления, изолирующие устройства и покрытия, звукоизолирующие и звукопоглощающие устройства, виброизолирующие и вибропоглощающие устройства.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации:	Воздействие на литосферу: изменение природных ландшафтов, оседание земли и нарушения почв. Воздействие на гидросферу: изменение водного режима территории, выбросы в наземные воды металлов и твёрдых веществ, уменьшение ресурсов подземных вод. Воздействие на атмосферу: выбросы загрязняющих веществ (частицы пыли из угля и вмещающих пород).
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:	Возможные ЧС: несанкционированный взрыв взрывчатых веществ, пожар пролива дизельного топлива, пожар или взрыв на горнотранспортном оборудовании, обрушение бортов, самовозгорание углей, взрыв угольной пыли, пожар на территории угольного склада. Наиболее типичная ЧС: пожар породных отвалов.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Пичугина Мария Юрьевна		

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Угледобывающие разрезы являются опасными промышленными предприятиями, следовательно, их функционирование всегда связано с рисками возникновения ЧС. Особенно это актуально для такого богатого углем региона как Кемеровская область. В соответствии со статистикой на территории Кемеровской области ежегодно происходят несчастные случаи различного уровня, которые влекут за собой возникновение ЧС.

Рассматриваемым объектом является участок открытых горных работ на территории угледобывающего разреза ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» Филиал «Краснобродский угольный разрез». Размеры карьерного поля, на котором осуществляются горные работы, составляют 11 км x 3 км. Рабочий процесс по добыче угля открытым способом заключается в: удалении вскрышной породы с помощью горной техники или при помощи взрывных устройств; извлечении угля при помощи горной техники; отгрузки угля на транспорт, доставляющий его на склады, а после – потребителям. Для выемки горной массы используются экскаваторы разного типа, для транспортировки – самосвалы, железнодорожный транспорт и ленточные конвейеры, а также вспомогательная техника, которая включает в себя: бульдозеры, буровые установки, погрузчики и тракторы, грейдеры, грузовые автомобили, машины для полива дорог и внедорожники.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочие должны иметь профессиональное образование, соответствующее профилю выполняемых работ, быть обучены безопасным приемам работы, знать сигналы аварийного оповещения, правила поведения при авариях, места расположения средств спасения и уметь пользоваться ими; иметь инструкции по безопасному ведению технологических процессов, безопасному обслуживанию и эксплуатации машин и механизмов. Работники

должны быть обеспечены и обязаны пользоваться специальной одеждой, специальной обувью, исправными защитными касками, очками и другими средствами индивидуальной защиты, соответствующими их профессии [10]. Персонал, связанный с обращением с взрывчатыми материалами, для получения права работы с взрывчатыми материалами должен проходить соответствующее обучение и не иметь медицинских противопоказаний. Профессию взрывника могут получить только лица мужского пола, имеющие среднее образование и стаж работы [13].

Режим работы угольного разреза принят на вскрышных и добычных работах, бурении взрывных скважин, отвалообразовании – 353 рабочих дня, в 3 смены продолжительностью по 8 часов каждая. При этом взрывные работы предусматривается производить в светлое время суток [14]. Для Работников, занятых на работах, условия труда на которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 1 или 2 степени, устанавливается нормальная продолжительность рабочего времени 40 часов в неделю, при этом продолжительность смены не может превышать 12 часов.

Работникам предоставляются ежегодные отпуска в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации. В соответствии с действующими нормативными правовыми актами, регулирующими время отдыха работников, им предоставляются дополнительные оплачиваемые отпуска при работе с вредными и (или) опасными условиями труда [15].

Рабочим, занятым в угледобывающей промышленности, в соответствии с существующим законодательством, предоставляется лечебно-профилактическое обслуживание [16].

4.2 Производственная безопасность

Наибольшему воздействию опасных и вредных производственных факторов подвержены работники, занятые в технологическом процессе ведения горных разработок (таблица 22).

Таблица 22 – Опасные и вредные факторы при реализации технологического процесса ведения горных разработок

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
Повышенный уровень вибрации	СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Микроклимат	СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Повышенный уровень шума	СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Напряженность труда	Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
Тяжесть труда	
Освещенность	СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Механический фактор	ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

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

поступают в результате механического измельчения, дробления и разрушения твердых веществ. ПДК данных веществ и особенности их действия представлены в таблице 7 [23].

Таблица 23 – Характеристика веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК _{рз} , мг/м ³	Особенности действия
Оксид углерода	20	Остронаправленное механическое действие
Окислы азота	5	
Формальдегид	0,5	Способен вызывать аллергические заболевания
Пыль углеродная	4	Аэрозоль преимущественно фиброгенного действия

Мерами по снижению загазованности и запыленности являются: постоянное осуществление ТО автомобилей, увлажнение дороги с целью понижения пыльности, установка исправной вентиляции в кабинах водителей и машинистов, а так же использование средств индивидуальной и коллективной защиты.

Повышенный уровень вибрации

Источниками повышенного уровня вибрации при добыче угля служат практически все виды горного оборудования и транспортных машин.

При действии на организм общей вибрации страдает нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности, расстройство зрения, онемение и отечность пальцев рук, заболевание суставов, снижение чувствительности.

Предельно допустимой величиной виброускорения для общей транспортно-технологической вибрации на рабочих местах в машинах, перемещающихся по подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок и горных выработок, является 0,28 м/с² или 109 дБ, для локальной вибрации – 2,0 м/с² или 126 дБ [18].

Основными техническими мероприятиями по снижению воздействия вибрации являются:

- установка виброактивного оборудования на отдельных фундаментах, конструктивно не связанных с обслуживаемыми площадками;
- применение дополнительных резиновых прокладок между пружинными опорами виброгрохотов и строительными конструкциями;
- применение гибких перфорированных вставок на участках воздухопроводов, примыкающих к вентиляционному оборудованию.

Микроклимат

На рассматриваемом угледобывающем разрезе горные разработки ведутся круглый год. Учитывая специфику климатических условий месторасположения региона, можно говорить об экстремальных температурах рабочей зоны. Минимальная отмеченная температура воздуха составила -53°C , максимальная $+37^{\circ}\text{C}$.

Охлаждение человека способствует изменению его двигательной активности, нарушает координацию и способность выполнять точные операции; вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, способствует развитию патологии.

В холодный период года при категории работ III температура воздуха рабочей зоны не должна быть ниже -13°C , в теплый период года – не ниже $+15^{\circ}\text{C}$ [18].

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия, направленные на нормализацию теплового состояния организма работающего (спецодежда, средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха с нормируемыми показателями микроклимата, регламентация времени непрерывного пребывания в неблагоприятном микроклимате).

Повышенный уровень шума

Основной причиной повышенного шума является шум, заложенный в конструкциях машин.

Повышенный уровень шума может привести к: хронической бессоннице; сердечным заболеваниям; нарушениям слуха; повышению в организме гормонов стресса; снижению иммунитета; неврозам; нарушениям сна; истощению клеток головного мозга. Также у работников может возникнуть шумовая болезнь.

Согласно данным эксплуатации на участке открытых горных работ эквивалентный уровень звука превышает значение ПДУ (80 дБА) [18].

Основными мероприятиями по защите от шума являются организационные меры, регулирующие время воздействия шума на персонал:

- «защита временем», т.е. сокращение времени нахождения персонала в зонах обслуживания в течение смены за счет высокого уровня автоматического управления процессами;
- применение средств индивидуальной защиты – противошумных наушников и ушных вкладышей в периоды нахождения в зонах обслуживания.

Напряженность и тяжесть труда

Осуществление технологического процесса добычи угля связано с выполнением сложных задач по управлению техникой. Для рабочих, занятых в технологическом процессе характерны физические перегрузки на позвоночник, связанные с поддержанием рабочей позы, а также перегрузки на верхние и нижние конечности, связанные с переключением рычагов во время управления (в указанной позе находятся во время управления техникой порядка 75% времени смены). Помимо основного вида деятельности рабочие иногда вынуждены выполнять ремонтные работы, при которых более 60% времени она проводят в неудобных, вынужденных позах с использованием ручного инструмента различного веса (от 0,5 до 7 кг). Работы на участке ведения открытых горных работ относятся к классу условий труда 3.3 [19].

Профилактические меры должны включать физиолого-эргономические требования к снижению тяжести и напряженности трудовых процессов, связанных с добычей угля, обслуживанием машин и механизмов. К ним относятся: снижение тяжести труда путем механизации и автоматизации

трудоемких операций; изменение интенсивности работы; правильная организация рабочего места; смена видов деятельности; чередование производственных операций; введение рационального режима труда и отдыха; повышение уровня профессиональной подготовки.

Освещенность

Увеличение освещенности при напряженной зрительной работе способствует повышению производительности на 10-20%, уменьшению брака на 20%, снижению количества несчастных случаев на 30%. Недостаточное освещение может привести к профессиональным заболеваниям, травматизму.

Недостаточная освещенность рабочей зоны может вызвать ослепленность или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности. При недостаточном освещении растет вероятность ошибочных действий работника, что может привести к травматизму.

Для основной рабочей площадки ведения открытых горных работ предельно допустимый уровень параметров освещённости при системе общего освещения составляет 9 лк, при системе комбинированного освещения – 7 лк.

Контроль качества освещения на рабочих местах работников угольной промышленности по коэффициенту пульсации освещенности обязателен для рабочих мест, где выполняются зрительные работы с объектом различения менее 0,5 мм, а также, когда в поле зрения работников находятся вращающиеся и движущиеся механизмы и возможно возникновение стробоскопического эффект [18].

Механический фактор

Во время добычи угля существует опасность травмирования персонала движущимися машинами и механизмами, подвижными частями производственного оборудования, обрушивающимися горными породами.

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним

работающего или использованы другие средства, предотвращающие травмирование. Если функциональное назначение движущихся частей, представляющих опасность, не допускает использование ограждений, то конструкция производственного оборудования должна предусматривать сигнализацию, предупреждающую о пуске оборудования, а также использование сигнальных цветов и знаков безопасности [20]. Для того, чтобы избежать травмирования персонала, своевременно проводятся инструктажи с рабочей сменой.

Электрический ток

Занятый в технологическом процессе экскаватор имеет сетевое питание, таким образом, в рабочей зоне персонала существует повышенное значение напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Электрический ток при непосредственном воздействии на организм может вызвать поражения, степень которых зависит от рода и силы тока, продолжительности его действия, а также пути прохождения в теле. Под действием тока происходит возбуждение живых тканей, сопровождающееся непроизвольным судорожным сокращением мышц, - электрический удар. Могут возникнуть механические повреждения: разрывы кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани, вывихи суставов и переломы костей.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений: при переменном токе частотой 50 Гц – 2 В и 0,3 мА; при переменном токе частотой 400 Гц – 3 В и 0,4 мА; при постоянном токе – 8 В и 1 мА [21].

Для обеспечения безопасности и минимизации данного опасного фактора питающий кабель дополнительно изолируется и поднимается над уровнем земли на высоту, достаточную для беспрепятственного проезда другого технологического транспорта.

4.3 Экологическая безопасность

Одной из важнейших задач, от успешного решения которой зависит дальнейший процесс добычи угля открытым способом, является обеспечение экологического равновесия с окружающей средой. Каждая тонна добытого угля сопровождается выбросом в атмосферу вредных веществ, сбросом загрязненных сточных вод, размещением отходов производства – вскрышных пород.

Воздействие на литосферу

Воздействие деятельности угольного разреза на литосферу выражается в изменении природных ландшафтов, оседании земли и нарушения почв, что приводит к развитию эрозий.

Основное требование к планированию размещения отвалов – минимизация размеров отводимой площади земли за счет увеличения емкости внешних отвалов, а также реализация возможности использования внутреннего отвалообразования после достижения нижней проектной отметки отработки угольных залежей. Необходимо обеспечить рациональный режим нарушения и восстановления земель и создание благоприятных условий для их последующего использования [22].

Воздействие на гидросферу

Воздействие горного производства на водный бассейн проявляется в изменении водного режима, загрязнении вод и необходимости осушения разрабатываемого месторождения. Характерной особенностью горнодобывающего производства является значительное превышение объемов сточных вод над объемами водопотребления.

Существующая схема отвода карьерных вод предусматривает их откачку в отстойниках, под которые используются старые горные выработки. Очистка карьерной воды производится путем многоступенчатого отстаивания. Кроме этого карьерная вода используется на полив технологических дорог, на тушение эндогенных пожаров. Неиспользуемая карьерная вода отводится в реки [23].

Воздействие на атмосферу

К основным негативным последствиям для атмосферы относят выбросы метана при разработке угольных пластов и диоксида углерода при сжигании топлива, а также загрязнение атмосферы угольной пылью.

ПДК максимально разовая содержания метана в атмосферном воздухе – 0,006 мг/м³. ПДК содержания диоксида углерода в атмосферном воздухе составляет 5 мг/м³ [18].

Для уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предусмотрен ряд мероприятий:

- все котельные разреза оснащены пылеулавливающим оборудованием (циклонами) со степенью очистки 78-85 %;
- в теплый период года осуществляется гидрообеспыливание технологических автодорог, складов;
- увеличено использование безтротилосодержащих взрывчатых веществ и применение водоземulsionных взрывчатых веществ, что приводит к уменьшению выбросов пыли и газов при взрывных работах;
- применение универсально-запирающих устройств и придонных компенсаторов при взрывании скважин.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На участке ведения открытых горных работ на угольном разрезе возможны такие ЧС, как: несанкционированный взрыв взрывчатых веществ при возгорании транспортного средства, в котором доставляются взрывчатые вещества для проведения взрывных работ; пожар пролива дизельного топлива при нарушении герметичности цистерны топливозаправщика, перевозящего дизтопливо для заправки горнотранспортной техники, в результате ДТП; пожар или взрыв на горнотранспортном оборудовании в результате искрения электрооборудования, нагрева материалов и конструкций до температуры, способной вызвать воспламенение, электросварки, газосварки, механической обработки металла с образованием искр, высокого содержания метана в

скважине; обрушение бортов, высоких уступов вследствие нарушения устойчивости массива породы; самовозгорание углей.

Наиболее вероятной ЧС на участке открытых горных работ является пожар породных отвалов. Развитие пожара сопровождается возникновением ряда опасных факторов, представляющих серьезную угрозу здоровью и жизни людей. Так, ущерб здоровью людей могут нанести пламя, дым, разогретый воздух, излучение, токсичные газы, образующиеся при горении, взрывы, инициируемые пожаром, разрушающиеся конструкции зданий и сооружений.

Среди факторов, напрямую влияющих на опасность возгорания горных отвалов, выделяются: восстановленность углистых компонентов; зольность углей; наличие в угольных пластах сульфидной серы; минералогический состав осадочных горных пород; крупность обломков породы; размер и форма отвалов; термодинамические и физико-химические условия окисления и выщелачивания; условия отложения техногенных минералов.

Основные мероприятия по борьбе с возгоранием породных отвалов отражены в таблице 24 [10].

Таблица 24 – Основные мероприятия по борьбе с возгоранием породных отвалов

Направления предупреждения и борьбы с возгоранием породных отвалов		
Организационные	Технологические	Технические
Разработка мероприятий по предупреждению пожаров и их тушению. Выбор расположения отвалов на местности. Мониторинг состояния отвалов. Ограничение доступа посторонних лиц к отвалам.	Минимизация потерь угля и руд при ведении горных работ. Повышение извлечения полезного компонента при обогащении. Минимизация деформационных процессов. Отвод или подвод водотоков местности к отвалам. Перевалка отвалов.	Бурение скважин для мониторинга и борьбы с пожарами. Нанесение инертного материала для ограничения доступа воздуха. Нагнетание ингибиторов (газов и жидкостей) в массив. Уплотнение пород отвалов. Нагнетание воды на участки горения и самонагрева для охлаждения пород. Своевременная рекультивация отвалов. Переработка отвальных пород.

Выводы по разделу

Были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности работников угольного разреза, занятых в технологическом процессе на участке открытых горных работ. Можно сделать вывод, что рабочее место персонала соответствует нормативно-технической документации (все вредные и опасные факторы в пределах нормы).

Участок ведения открытых горных работ относится ко 2-ой категории по электробезопасности согласно ПУЭ, так как на данном участке относительная влажность воздуха может превышать 75%, а также имеется токопроводящая (угольная) пыль [24]. Персонал, участвующий в технологическом процессе, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже II [25]. Работы на участке ведения открытых горных работ относятся к категории тяжести труда – Пб [18]. Исследуемый угольный разрез по степени пожароопасности относится к III категории (умеренно опасный) [4]. Рассматриваемый объект является объектом, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду и относится к категории I [26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ возможных чрезвычайных ситуаций на угольном разрезе ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез", которые могут привести к потере устойчивости данного разреза. В ходе выполнения анализа были рассмотрены причины чрезвычайных ситуаций и их последствия.

Был проведен расчет степени пожароопасности филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез", в ходе которого было выявлено, что данный разрез по степени пожароопасности относится к III категории (умеренно опасный). Для определенной степени пожароопасности разреза были определены необходимые мероприятия по ее снижению. Также проведенный расчет позволил определить продолжительность инкубационного периода самонагревания угля на данном разрезе.

В ходе выполнения работы были предложены мероприятия по устранению условий самовозгорания угля, которые сводятся к выполнению горных работ в соответствии с технологическими схемами и календарным планом, а также недопущению нарушения целостности угольного массива и образования породно-угольных скоплений. Также были предложены мероприятия по профилактике, тушению пожаров и огнезащите с использованием антипирогена. Был проведен расчет годовой потребности в антипирогене для профилактики эндогенных пожаров для филиала ОАО "УК "Кузбассразрезуголь" "Краснобродский угольный разрез", в ходе которого было определено, что годовая потребность в антипирогене составляет 3237 м³. Были определен метод контроля теплового состояния угольных отвалов, а именно метод температурной съемки, позволяющий проводить замеры температур в разных точках отвалов с целью определения их теплового состояния. Также были предложены современные технологии тушения эндогенных пожаров на угольных разрезах, а именно тушение методом гидравлического разрыва пласта, тактико-технические методы тушения очага

пожара и метод тушения пожаров с использованием водного раствора аммиака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 22.2.12-2020. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Повышение устойчивости функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях : дата введения 2021-04-01. – Москва : Стандартиформ, 2020. – 23 с.
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1997. – № 30. – Ст. 3588.
3. Каталицкий, В.Н. Технический проект разработки Краснобродского каменноугольного месторождения в границах лицензии на право пользования недрами КЕМ11669ТЭ филиала ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» «Краснобродский угольный разрез» / В.Н. Каталицкий. – Кемерово : КУЗБАССГИПРОШАХТ, 2016. – 836 с.
4. Руководство по использованию комплекса техногенных мероприятий для профилактики и тушения пожаров на разрезах. – Челябинск : НИИОГР, 1994. – 83 с.
5. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору: официальный сайт. URL: <https://www.gosnadzor.ru> (дата обращения: 20.04.2023).
6. Литвинов, А.Р. Аварийность и травматизм на предприятиях угольной промышленности в 2010-2015 годах / А.Р. Литвинов, К.С. Коликов, О.Г. Ишхнели // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2017. – № 2. – С. 6-17.
7. Угольная компания «Кузбассразрезуголь»: официальный сайт. URL: <https://www.kru.ru> (дата обращения: 20.04.2023).
8. Чибрик, Т.С. Основы биологической рекультивации : учебное пособие / Т.С. Чибрик. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2002. – 172 с.

9. Профилактика и ликвидация горения породных отвалов / А.А. Твердов, А.Б. Яновский, С.Б. Никишичев, Г. Апель // Уголь. – 2010. – № 2. – С. 3-6.
10. Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом. – Москва : ЦЕНТРМАГ, 2020. – 77 с.
11. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16 декабря 2015 г. № 517 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Инструкция по предупреждению эндогенных пожаров и безопасному ведению горных работ на склонных к самовозгоранию пластах угля".
12. Васильев, К.А. Анализ методов пожаротушения бортов разреза «Коркинский» / К.А. Васильев // Безопасность производств. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 15-19.
13. Правила безопасности при взрывных работах : Приказ Ростехнадзора от 16.12.2013 №605 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2014. – № 23. – Ст. 31796.
14. Временные нормы технологического проектирования угольных и сланцевых разрезов. – Москва : Центрогипрошахт, 1993. – 78 с.
15. Федеральное отраслевое соглашение по угольной промышленности на 2019 - 2021 годы. – Москва : Роструд, 2019. – 51 с.
16. СанПиН 2.2.2948-11. Гигиенические требования к организациям, осуществляющим деятельность по добыче и переработке угля (горючих сланцев) и организации работ. – Москва : Минюст России, 2011. – 76 с.
17. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны : дата введения 1989-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 78 с.
18. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – Москва : Минюст России, 2021. – 1025 с.

19. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – Москва : Бюллетень нормативных и методических документов, 2005. – 152 с.
20. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности : дата введения 1992-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 11 с.
21. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов : дата введения 1983-06-30. – Москва : Издательство стандартов, 2001. – 7 с.
22. Постановление Правительства РФ № 800. О проведении рекультивации и консервации земель. – Москва : Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации, 1994. – 13 с.
23. СП 103.13330.2012. Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод. – Москва : Минрегион России, 2012. – 61 с.
24. Приказ Минэнерго РФ № 204. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – Москва : Вестник Госэнергонадзора, 2002. – 119 с.
25. Приказ Минтруда РФ № 903Н. Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок. – Москва : Минюст России, 2020. – 103 с.
26. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2398. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий. – Москва : Собрание законодательства Российской Федерации, 2021. – 14 с.