



Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность  
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Оценка техногенного риска на примере шахты ООО ОЭУ блок № 2 «Анжерская-Южная»</b>

УДК 614.8:622.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г11	Грибанова Юлия Михайловна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель каф. БЖДЭиФВ	Торосян Е.С.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе  
направления 280700 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
	<b>Универсальные компетенции</b>
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.



Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность  
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой БЖДЭиФВ  
 \_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г11	Грибановой Юлии Михайловне

Тема работы:

Оценка техногенного риска на примере шахты ООО ОЭУ блок № 2 «Анжерская-Южная»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 26/с

Срок сдачи студентам выполненной работы:	14.06.2016 г.
--	---------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Шахта «Анжерская-Южная» расположена в Кемеровском районе Кемеровской области, в 60 км к северу от областного центра города Кемерово. К первоначальной отработке принят пласт XXVII. Площадь шахтного поля составляем 23 км <sup>2</sup> . Длина по простиранию – 9,7 км, ширина – 1,80÷3,80 км.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1 Аналитический обзор проблемы возникновения ЧС на угледобывающих предприятиях. 2 Характеристика объекта исследования. 3 Разработка сценариев развития аварийных

	ситуаций на объекте исследования с указанием основных причин их возникновения. 4 Предложения по реализации мер, направленных на уменьшение риска аварий.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Романенко Василий Олегович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2016 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ст. преподаватель каф. БЖДЭиФВ	Торосян Е.С.			10.02.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-17Г11	Грибанова Юлия Михайловна		10.02.2016

## Реферат

Выпускная квалификационная содержит 88 страниц, 8 рисунков, 19 таблиц, 29 формул, 50 источников.

Ключевые слова: ГАЗ МЕТАН, УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ, ВЗРЫВ, ШАХТА, ПОЖАР.

Объектом исследования данной работы является ООО ОЭУ Блок № 2 шахта «АНЖЕРСКАЯ-ЮЖНАЯ».

Целью выпускной квалификационной работы является определение вероятности возникновения аварийных ситуаций на шахте «Анжерская-Южная».

За последние годы быстро растет интерес к проблеме экологической безопасности, к созданию методов оценки техногенных воздействий на здоровье населения и экологические системы, оценки рисков и экономических потерь, разрабатываемый такими воздействиями, и поиску путей управления, гарантирующих их снижение.

Проблема оценки риска является весьма важной, поскольку новейшие системы управления техногенной и экологической безопасности опирается именно на методах оценки риска.

В процессе работы были проанализированы возможные чрезвычайные ситуации на шахте «Анжерская-Южная» и рассмотрены предложения по снижению негативного воздействия опасных факторов при обеспечении технологических процессов на объекте экономики.

## Summary

Final qualification contains 88 pages, 8 drawings, 19 tables, 29 formulas, 50 sources.

Keywords: GAS METHANE, COAL DUST, EXPLOSION, MINE, FIRE.

Object of research of this work is LLC OEU Blok No. 2 «Anzherskaya-Yuzhnaya».

The purpose of final qualifying work is to determine the probability of accidents at the mine «Anzherskaya-Yuzhnaya».

In recent years, rapidly growing interest in the problem of ecological safety, the creation of man-made impact assessment on human health and ecological systems, risk assessment and economic losses, developed such effects, and finding ways to manage to ensure their decline.

Risk assessment is a very important problem, as the latest technological and environmental safety management system is based on risk assessment methods.

In the process, we analyzed the possible emergency on mine «Anzherskaya-South» and consider proposals to reduce the negative effects of hazardous factors in the production process on the subject of the economy.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**штрек:** Горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность земли.

**лава:** Подземная очистная выработка (в котором производится добыча угля).

**уклон:** Наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначенная для транспортирования горной массы с нижних горизонтов на верхнее.

**ходки:** Горная выработка, проводимая параллельно бремсбергу и уклону и служащая для передвижения людей и доставки грузов, проветривания и других целей.

**бремсберг:** Используется для подъема груза по наклонной плоскости.

**террикон:** Искусственная насыпь из пустых пород, извлеченных при подземной разработке месторождений угля.

### Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 25543-88. Межгосударственный стандарт угли бурые, каменные и антрациты. Марка угля.

ГОСТ Р ИСО/ МЭК 31010-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

ГОСТ 511901.1-2002. Государственный стандарт Российской Федерации. Метод анализа риска.

## Оглавление

	С.
Введение	10
1 Обзор литературы	12
1.1 Опасные производственные объекты, их классификация, категорирование	12
1.2 Шахты – как опасный производственный объект	14
1.3 Статистика аварий на опасных производственных объектах	22
1.4 Оценка техногенного риска	24
2 Объект и методы исследования	30
2.1 Характеристика шахтного поля	30
2.1.1 Характеристика шахтного поля	31
2.1.2 Геологопромышленная характеристика месторождения	31
2.1.3 Горнотехнические условия	30
2.2 Метод анализа рисков	33
3 Анализ рисков технологических систем ООО «ОЭУ Блок № 2 шахта Анжерская-Южная»	35
3.1 Взрывы в подземных горных выработках	36
3.2 Эндогенные, экзогенные пожары	40
3.3 Газодинамическое явление	44
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	48
4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на ООО ОЭУ Блок № 2 шахта «Анжерская-Южная». Расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий	48
4.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии	49
4.1.2 Расчет затрат на заработную плату Расчет затрат на оплату труда ликвидаторов аварии	50
4.1.3 Расчет затрат на топливо и горюче-смазочные материалы	52
4.1.4 Расчет затрат на амортизацию используемого оборудования и технических средств	53
4.1.5 Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших	54
4.1.6 Расчет сумм платы за выбросы загрязняющих веществ стационарными источниками	56
4.1.7 Расчет суммы платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу	57
4.1.8 Расчет суммы платы за размещение отходов	58
4.1.9 Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности	59
4.1.10 Определение предотвращенного экономического ущерба	60



5	Социальная ответственность	64
5.1	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	64
5.1.1	Влияние метеоусловий на производственную среду	64
5.1.2	Борьба с угольной пылью	65
5.1.3	Освещение	66
5.1.4	Шум	67
5.1.5	Вибрация	68
5.2	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	70
5.2.1	Механические опасности	70
5.2.2	Электроопасность	71
5.2.3	Пожаровзрывоопасность	73
5.3	Охрана труда	74
5.3.1	Анализ воздействия объекта на атмосферу	74
5.3.2	Анализ объекта на гидросферу	75
5.3.3	Анализ воздействия объекта на литосферу	75
5.3.4	Решение по обеспечению экологической безопасности	76
5.4	Защита в чрезвычайных ситуаций	77
	Заключение	79
	Список публикаций	81
	Список используемых источников	81

## Введение

Актуальность данной работы заключается в проведении анализа техногенного риска позволяющего определить вероятность возникновения опасных ситуаций и разработать мероприятия по их снижению.

Оценка риска опасного производственного объекта проводится в соответствии с требованиями Федерального закона № 116 «О промышленной безопасности опасного производственного объекта».

За последние 10 лет 30 % аварий были связаны со вспышками, взрывами, угольной пыли. В этих авариях погибло 43 % от общего числа погибших во всех авариях за 10 лет. Треть этих аварий произошло по причине пожаров.

В период с 2006 по 2015 гг. пожары регистрировались 69 раз, что составляет 49 % от общего количества аварий.

Россия является одним из мировых лидеров по производству угля. В ее недрах сосредоточена треть мировых ресурсов угля и пятая часть разведанных запасов – 193,3 млрд. т. Из них 101,2 млрд. т бурого угля, 85,3 млрд. т каменного угля (в том числе 39,8 млрд. т коксующегося) и 6,8 млрд. т антрацитов. Промышленные запасы действующих предприятий составляют почти 19 млрд. т, в том числе коксующихся углей – около 4 млрд. т. Российская Федерация занимает второе место по запасам и пятое место по объему добычи угля (более 320 млн. т в год). При существующем уровне добычи угля его запасов хватит более чем на 550 лет.

Добыча угля в России, как шахтным способом, так и в угольных разрезах, постоянно увеличивается. Являясь лидером по угольному экспорту, Россия поставляет уголь в страны Европейского Союза, в Китай, Японию, Турцию и другие государства. Практически в полном объеме угледобыча ведётся частными компаниями, формирующими специфику рынка. Что касается качества угля, добываемого в российских угольных бассейнах, то оно неоднородно. В России сосредоточено более трети общемировых запасов угля, из которых около 70 %

приходится на долю бурого угля. Угольные бассейны, при этом, являются весьма доступными, и их разработка в сочетании с применением современных технологий ничем не затруднена.

Угольная отрасль играет огромную роль в энергобалансе страны. Уголь широко используется в выработке электроэнергии, составляя более 25 % в балансе топливно-энергетического комплекса. Но доля угля в работе тепловых электростанций продолжает увеличиваться. Согласно стратегическим планам развития отрасли она должна составить 31–38 % к 2020 году.

Помимо этого, на рынке коксующегося угля происходит существенное возрастание спроса. Около 57 % рынка формируют его основные участники, в число которых входит «Евраз групп», «Сибуглемет» и «Южный Кузбасс». Они же добывают до 70–80 % твёрдого и полутвёрдого угля, который считается наиболее ценным для промышленности.

Перспективы развития угольной отрасли в России связаны с интеграцией угольного производства и энергетики, что позволит создать на базе шахт современные энергетические объекты. Развитие должно происходить по пути переоборудования имеющихся шахт электроэнергетическими генераторами для выработки энергии. Также возможно переоснащение перерабатывающего производства для изготовления синтетического моторного топлива.

Ожидается, что в ближайшие годы России не угрожает дефицит угля, и баланс спроса и предложения на рынке будет сохраняться. Однако внутренние цены на коксующийся уголь могут существенно повыситься в ближайшее время.

Цель данной работы: Определить вероятность возникновения аварийных ситуаций на шахте «Анжерская-Южная».

Для достижения цели ставятся следующие задачи:

1. Выявить события которые могут произойти и их причины;
2. Определить последствия в случае возникновения этих событий;
3. Оценить вероятность возникновения опасных событий;
4. Разработать мероприятия по уменьшению вероятности возникновения опасных ситуаций.

## 1 Обзор литературы

### 1.1 Опасные производственные объекты, их классификация, категорирование

Рождение промышленности произошло из натурального домашнего хозяйства. В эпоху первообщинного строя у большинства народов формировалась производственная деятельность, как (земледелие и скотоводство).

Для средневекового хозяйственного режима произошло соединение крестьянских домашних промыслов с натуральным земледелием, являющейся основной частью способа производства. При этом изделия покидали пределы крестьянского хозяйства в виде натурального оброка земледельцу, а домашняя промышленность постепенно заменялась мелким ручным производством, на производство промышленных изделий.

Процесс отделения ремесла от сельского хозяйства способствовал становлению самостоятельной отрасли общественного производства – промышленность.

Промышленность – важнейшая отрасль народного хозяйства, оказывающее воздействие на уровень развития производительных сил общества [1].

В настоящее время промышленность сконцентрировала в себе огромные запасы энергии и материалов.

Многие современные объекты промышленности, а также технологии, которые на них применяются, представляют значительную опасность, для работников предприятия, населения, окружающей природной среде и самой промышленности в целом. Такие предприятия можно отнести к опасным производственным объектам.

Опасным производственным объектом – может быть любое предприятие или его цех, участок, а также другие производственные объекты, на котором происходит следующая деятельность:

- производство, на которомполучается, перерабатывается, хранятся, транспортируются (горючие, едкие, взрывоопасные, токсичные, легковоспламеняющиеся) вещества несущие потенциальную опасность для людей и окружающей среде;

- горные работы, в т.ч. подземные;

- использование грузоподъемных механизмов, представляющих угрозу здоровью и жизни работающего персонала;

- плавление металла;

- использование оборудования, давление в которых может превышать показатель 0,07 мРа;

- производство, на котором вода может нагреваться с выше 115 °С [2].

В соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» все опасные производственные объекты, в зависимости от степени опасности для жизни и здоровья людей и окружающей среды, делятся на четыре класса опасности ОПО:

- I класс опасности – опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности (химически опасные объекты, объекты угольной и горнорудной промышленности);

- II класс опасности – опасные производственные объекты высокой опасности (объекты добычи нефти и газа, газораспределительные сети и др.);

- III класс опасности – опасные производственные объекты средней опасности (объекты хранения и переработки растительного сырья, металлургия);

- IV класс опасности – опасные производственные объекты низкой опасности (объекты котлонадзора, объекты угольной и горнорудной промышленности).

Класс опасности, определяется в зависимости от двух критериев:

- от оборудования, используемого на объекте;
- от количества опасных веществ, находящихся в нем.

Классы опасности присваиваются при госрегистрации опасного производственного объекта [3].

Руководитель организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, несет полную ответственность за полноту и достоверную информацию, представленную для регистрации в государственном реестре опасного производственного объекта [4].

Вводимая классификация опасного производственного объекта, учитывает степень риска возникновения аварий и масштабы их возможных последствий. В отношении опасных производственных объектов I и II класса опасности используется режим непрерывного надзора. Плановые проверки организаций эксплуатирующих ОПО проводятся не чаще одного раза в год. III класса – одного раза в три года. А плановые проверки IV класса – не проводятся.

В промышленности используют, различные виды опасных производственных объектов и к каждому виду опасности присваивается свой класс опасности [5].

## 1.2 Шахты – как опасный производственный объект

Подземные горные работы всегда были одной из наиболее опасных сфер трудовой деятельности человека, требовавшей постоянного внимания к обеспечению безопасности горнорабочих.

Горные предприятия отличаются наличием многочисленных опасных и вредных факторов, угрожающих здоровью и жизни людей. Насыщенность пространства техническими устройствами, стесненность на рабочих местах, высокая вероятность появления в атмосфере опасных газов, пожаров, обрушение горных пород значительно осложняют трудовой процесс

работников горных предприятий. Результат негативного воздействия окружающей природной среды – профессиональные заболевания, высокий уровень травматизма среди работников горных предприятий. Наиболее распространенным фактор на горных предприятиях, приводящим к развитию профессиональных заболеваний, является запыленность атмосферы шахт, разрезов, обогатительных фабрик из-за дробления полезного ископаемого, его транспортировки, перегрузки и других технологических процессов.

Большую опасность для людей представляют аварии, происходящие на горных предприятиях. Наибольшее число аварий приходится на угольные шахты. Опасными зонами в шахтах, на которых приходится основная часть травмированных, происходит на различных участках выработок, в которых возможны обрушения из-за отсутствия крепи, плохого ее состояния или вследствие неправильно выбранных параметров горных работ. Серьезную угрозу здоровью и жизни людей представляют пространства, примыкающие к неогражденным движущимся частям и органам горнодобывающих механизмов. Множество травм на шахтах связано с передвигающимися транспортными средствами.

Большую опасность для людей представляют аварии, происходящие на горных предприятиях. Наиболее частыми на угольных шахтах, где фиксируется основная часть аварий, среди которых является, взрывы горючего газа и угольной пыли, пожары от самовозгорания угля и от внешних источников тепла, обрушения горных пород внезапные выбросы горных пород и газа, горные удары, прорывы в действующие горные выработки воды и пульпы [6].

В соответствии с законодательством в области промышленной безопасности [4] объекты, на которых ведутся горные работы, подземным способом относятся к опасным производственным объектам I или II класса опасности.

I класс опасности – для шахт угольной промышленности, а также иных объектов ведения подземных горных работ на участках недр, где могут произойти:

- взрывы газа или пыли;
- внезапные выбросы породы, газа или пыли;
- горные удары;
- прорывы воды в подземные горные выработки.

II класс опасности – для объектов ведения подземных и открытых горных работ, объем разработки горной массы, которых составляет один миллион кубических метров в год и более, для объектов переработки угля.

Шахта – это механизированное и автоматизированное предприятие, оборудованное производительными машинами и механизмами для добычи и транспортировки полезного ископаемого, проведение горных выработок, водоотлива и вентиляции [7].

В состав шахты входит наземные сооружения, такие как надшахтные здания стволов, административно-бытовой комбинат, склад, угольный склад, террикон (рис. 1) и множество горных подземных выработок штреки, лава, уклон, ходки.

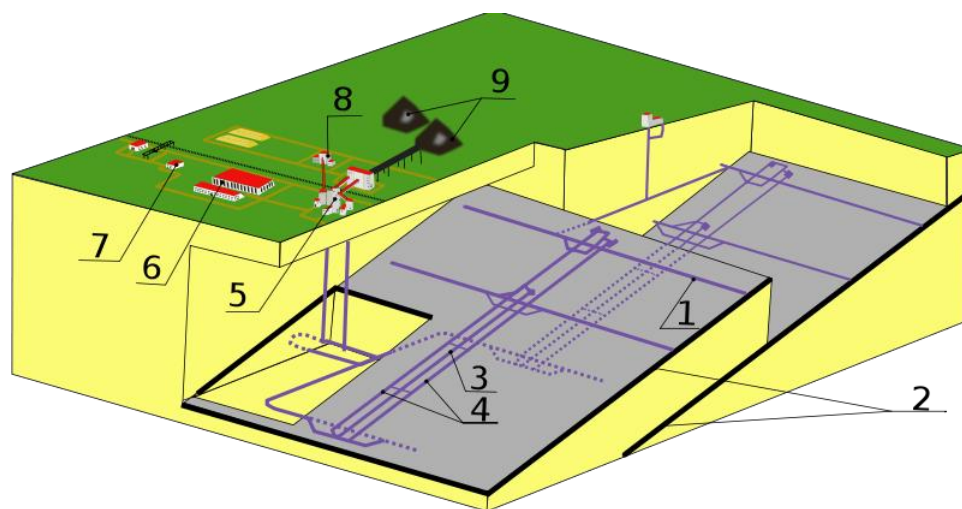


Рисунок 1 – Угольная шахта в разрезе:

1 – штреки, 2 – лава, 3 – уклон, 4 – ходки, 5 – надшахтные здания стволов, 6 – административно-бытовой комбинат, 7 – склад, 8 – угольный склад, 9 – террикон.

Глубины угольных шахт уходят к отметкам 1,3–1,5 км. Суммарные объемы подземных выработок шахт достигают десятков тыс. км<sup>3</sup>, длина – десятков километров. Современная шахта представляет собой взаимосвязанную



производственную систему подземного хозяйства и технологического комплекса поверхности шахт.

Характер ведения горных работ на шахте связан с видом и условиями залегания полезных ископаемых, которых определяют средства и способы добычи, организацию работ, режим работ горного предприятия.

При подземной разработке полезных ископаемых горно-подготовительные работы регламентируются технологическими схемами проведения горных выработок [8].

Основа угольной шахты – главный ствол – вертикальная горная выработка, которая необходима для подъема полезных ископаемых на поверхность и обслуживания подземных работ в целом. По стволам продвигаются скипы и клетки, в которых перевозят людей и небольшое оборудование. Если выработка наклонная, то по стволу проходит лента конвейера.

От главного ствола на разной глубине отходят штреки – подземная горная выработка, пройденная в горизонтальной плоскости вдоль линии простирания пласта. По форме поперечного сечения штреки делятся на:

- *прямоугольные*. Крезь воспринимает только вертикальное давление. Современная угольная шахта практически не проектируется таким образом;
- *трапецевидные*. На сечение есть как вертикальная, так и горизонтальная нагрузка;
- *полигональные*. Такая форма сечения должна укрепляться железобетоном;
- *сводчатые*. Раньше применяли при каменной крепи;
- *круглые*. Нагрузка, поступающая со всех сторон, равномерно распределяется по окружности железобетонного крепления;

Форма выбирается с учетом состояния угольного пласта, направления давления, а также запланированных сроков эксплуатации.

Штреки служат как для вентиляции; так и для подвозки угля к главному стволу, который они соединяют с забоем – непосредственным местом добычи

угля. В забое шахтеры отделяют полезное ископаемое от пласта и загружают для отправки. Груз по штрекам передвигается с помощью рельсовых вагонеток или конвейеров. И только после всех описанных процессов полезное ископаемое попадает с помощью подъемного механизма на поверхность [9].

Высокая опасность и вредность факторов горного производства объясняется, прежде всего, опасностью природных условий, в которых ведутся подземные горные работы. При работах в шахтах по-особому проявляется сила тяжести, которая вызывает обрушения горных пород в выработках, порождая связанные с этим опасности и несчастные случаи. Недра Земли насыщены различными газами; некоторые из них взрывчаты, ядовиты и радиоактивны. Выделяясь в горные выработки, часто в виде мощных динамических явлений, эти газы могут изменить состав атмосферного воздуха в шахте, достигая опасных концентраций [10].

На многих шахтах работы ведутся на больших глубинах при высоких температурах горных пород, что оказывает не благоприятное воздействие на работающих там людей. В выработках шахт часто наблюдаются большие притоки подземных вод, которые еще больше осложняют условия работы. Эти, а также и другие факторы делают среду, окружающую человека в шахте, особо опасной [11].

Второй причиной высокой степени неблагоприятности факторов это, прежде всего непостоянство рабочего места. Перемещение очистных и подготовительных забоев в пространстве существенно затрудняет их обустройство в части безопасности. Если же к этому добавить высокую насыщенность рабочих мест оборудованием, порой недостаточную освещенность, высокое пылеобразование, применение взрывчатых веществ.

К основным неблагоприятным факторам очистных выработок, а точнее к факторам, величины которых имеют неблагоприятные для человека значения, относятся следующие:

- природные факторы – сила тяжести, газовыделение из горных пород, обводненность, недостаток освещенности;

- антропогенные факторы – стесненность рабочего пространства, работа машин и механизмов, шум, запыленность воздуха, взрывные работы и электрический ток.

Сила тяжести, воздействует на горные породы, вызывает обрушение пород кровли и груди забоя и пучение пород почвы. Обрушения вызывают опасность травмирования людей, пучение уменьшает рабочее пространство выработки, что может привести к авариям и травмам.

Газовыделение из горных пород происходит в горные выработки, а также в помещения на земной поверхности, расположенные на выходах газоносных и трещиноватых пород.

Обводненность выработок обычно сопутствует разработке обводненных месторождений. Иногда она является причиной аварийного поступления воды из подземных и поверхностных водоемов, а также атмосферных осадков. Аварийная обводненность (затопление) опасна. Для борьбы с обводненностью выработку проводят с уклоном, способствующим отводу воды от мест ведения работ [12].

Недостаток освещенности является, прежде всего, результатом отсутствия солнечного света в горных выработках. Это требует постоянного применения искусственного освещения, интенсивность которого существенно ниже естественного освещения на поверхности.

Стесненность рабочего пространства выработок обусловлена требованиями поддержания кровли – чем меньше поперечное сечение выработки, тем легче ее поддержать. Это особенно важно в условии очистной выработки, где управление кровлей является весьма сложной задачей. Стесненность рабочего пространства очистных забоев затрудняет движение горнорабочих, увеличивает вероятность опасного соприкосновения с работающим оборудованием, вынуждает работать в неудобных позах.

Очистные выработки на угольных шахтах, до предела насыщены машинами и механизмами. На угольной шахте в очистной выработке в большинстве случаев работает очистной комбайн в комплексе с

механизированной крепью и конвейером, возможна также работа оборудования по обушиванию забоя для увлажнения угольного массива с целью борьбы с пылью. Все эти машины и механизмы имеют открытые движущиеся части (режущая цепь и погрузчик комбайна), соприкосновение человека, с которыми может привести к травмам.

Шум и запыленность являются результатом работы машин и механизмов. Положение усугубляется стесненностью рабочего пространства, при котором человек вынужден находиться в непосредственной близости от источников шума и пыли.

Взрывные работы являются весьма опасным и вредным фактором горного производства. Опасность заключается в возможном воздействии на людей разлетающихся кусков взрываемой породы и взрывной волны, а также в возможности воспламенения взрывчатого газа, если таковой содержится в этой породе [13].

Электрический ток – основной вид энергии, применяемый в очистных выработках. В угольных шахтах он является основным видом энергии. Опасность использования электрического тока в горных выработках, в том числе и в очистных, увеличивается в связи с малым электрическим сопротивлением окружающей среды (это усиливает опасность поражения человека), более быстрым износом изоляции электрокабелей передвижных машин, сложность заземления последних, возможностью воспламенения при неисправности электрооборудования.

Проводимые выработки. В проводимых горных выработках действуют практически те же неблагоприятные факторы, что и в очистных выработках. Однако проявления некоторых из них имеют свои особенности. Во-первых, проводимые выработки имеют лишь один выход, что затрудняет, а иногда делает невозможным выход людей в случае пожара. Во-вторых, проводимые выработки проходят практически нетронутым массиве, что интенсифицирует проявление ряда факторов. В таких выработках горное давление вокруг выработок газ чаще вызывает внезапные выбросы породы и газа.

Прочие выработки. Их можно разделить на выработки со свежей струей воздуха, выработки с исходящей струей воздуха (вентиляционные) и камеры.

Выработки со свежей струей – это транспортные выработки. По ним производят транспортирование добытого полезного ископаемого и люди следуют к местам работы. Основным опасным фактором здесь являются транспортные машины и механизмы.

Неблагоприятные факторы при авариях в шахте. Основными авариями в шахтах являются пожары и взрывы газа, реже – крупномасштабные обрушения.

При пожарах основным неблагоприятным фактором является атмосфера, в которой образуется значительное количество ядовитых газов. Последнее вентиляционной струей разносится далеко от места пожара, и могут быть причиной отравления большого числа людей. Вторым опасным фактором при пожарах является высокая температура воздуха, вызываемая процессом горения. Она может распространиться на значительное расстояние от места пожара.

Взрывы газа наиболее присущи угольным шахтам, где часто выделяется газ метан. Его скопления при недостаточно эффективной вентиляции, а иногда даже и при нормальной вентиляции являются основной причиной взрывов. Во взрывах метана обычно принимает участие и угольная пыль.

Неблагоприятные факторы технологического комплекса шахтной поверхности. Основные неблагоприятные факторы шахтной поверхности в основном те же, что и в шахтах, однако их проявления имеют свою специфику.

На поверхности существенное значение имеет изменчивость климатических факторов (зима, лето). Добавляется действие солнца (освещение), атмосферных осадков, атмосферного электричества [14].

### 1.3 Статистика аварий на опасных производственных объектах

Горное дело всегда являлось одной из опасных сфер трудовой деятельности человека, которое требует постоянного контроля в обеспечении безопасности.

На данный момент на территории Российской Федерации действуют 106 шахт, 15 из которых, неопасные по газу метану; 21 одна шахта относится к I категории по выбросу метана, 9 – к II категории, 18 – к III категории, 24 – сверхкатегорийные шахты и 19 – опасные по внезапным выбросам.

На 10 шахтах добыча ведется по пластам опасных по горным ударам. При этом в эксплуатации находилось 512 поднадзорных объектов. Общая добыча угля за 2015 год по сравнению с 2014 годом увеличилась на 4,1 % и составила 373 млн. т, в т. ч.:

- подземным способом – 103,7 % млн. т.;
- открытым способом – 269,7 % млн. т.

Среднесписочная численность работающих в угольной отрасли – 143 тыс. человек.

В 2015 году зарегистрировано и расследовано 4 аварии, групповых несчастных случаев с тяжелыми последствиями – 10, 164 тяжелых несчастных случаев и 39 – со смертельным исходом. Смертельно травмированных – 44 работника, среди которых 6 женщин.

За аналогичный период 2006 года произошло 23 аварий, групповых несчастных случаев с тяжелыми последствиями 27, 192 тяжелых несчастных случаев и 72 смертельных несчастных случаев, смертельные травмы получили 68 работников, среди которых 3 женщины.

В угольной отрасли в 2015 году количество аварий снижено на 50 %, общий травматизм остался на том же уровне, смертельный травматизм снижен на 67,2 % [15].

Проводимые Ростехнадзором мероприятия, производственный контроль на предприятиях угольной промышленности системой управления

промышленной безопасности (СУПБ) позволили, снизить аварийность и смертельный травматизм в отрасли на 0,05 чел./млн.т. Это соответствует наилучшим значениям в развитых угледобывающих странах.

Причина эндогенных пожаров – отсутствие необходимого контроля, плохая изоляция выработанного пространства и самовозгорания угля. Взрывы происходили из-за недостаточного проветривания, скопления взрывоопасной концентрации газа.

За последние 10 лет 30 % аварий были связаны со вспышками, взрывами, угольной пылью. В этих авариях погибло 43 % от общего числа погибших во всех авариях за 10 лет. Треть этих аварий произошло по причине пожаров (рис. 2).

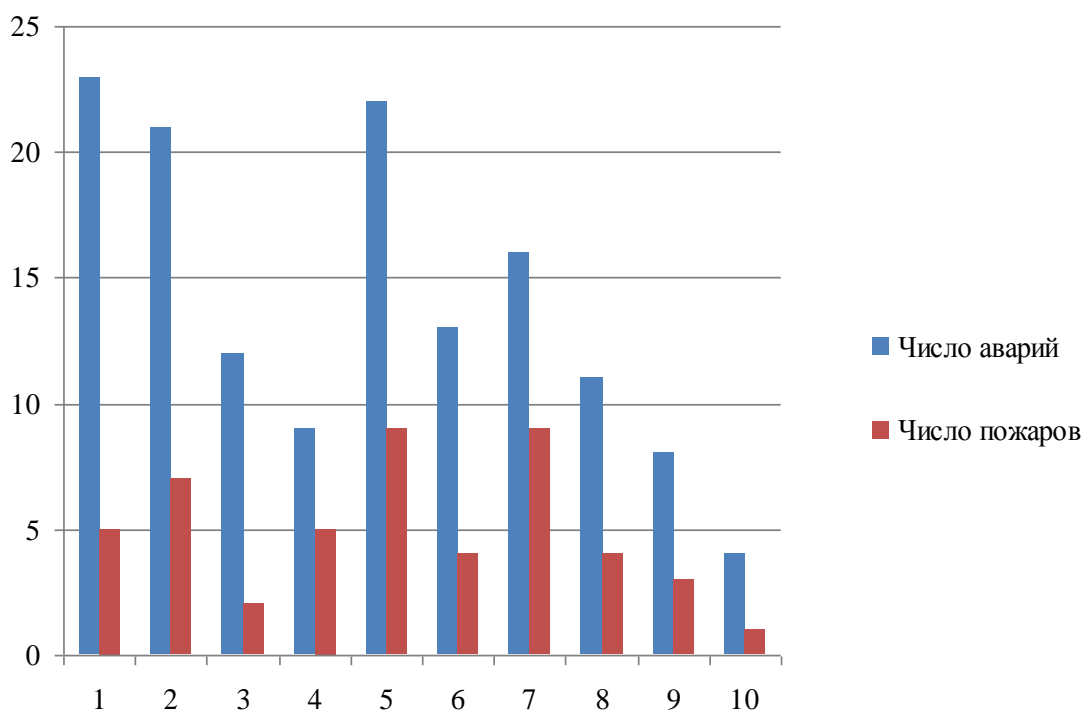


Рисунок 2 – Динамика общего числа аварий и пожаров в период с 2006 по 2015 г.

В период с 2006 по 2015 гг. пожары регистрировались 69 раз, т. е. 49 % от общего количества аварий [16].

Нестабильная ситуация за 10 лет наблюдается с такими авариями, как взрывы газа и угольной пыли, пожаров. Так, пик по количеству эндогенных

пожаров наблюдался в 2010 году. Причиной аварии стало нарушение технологии добычи угля и внезапный выброс метана.

С 2012 года наблюдается снижение числа аварий, вызванных пожарами. Если учесть, что количество объемов добычи угля не изменялось, то можно предположить, что система обеспечения безопасности осуществляется в соответствии с требованиями законодательства в области промышленной безопасности [17].

#### 1.4 Оценка техногенного риска

За последние годы быстро растет интерес к проблеме экологической безопасности, к созданию методов оценки техногенных воздействий на здоровье населения и экологические системы, оценки рисков и экономических потерь, разрабатываемый такими воздействиями, и поиску путей управления, гарантирующих их снижение.

Проблема оценки риска является весьма важной, поскольку новейшие системы управления техногенной и экологической безопасности опирается именно на методах оценки риска.

Образование опасных и чрезвычайных ситуаций – результат определенный состав факторов риска, вызванных соответствующими источниками.

В большом смысле риск показывает возможную опасность и вероятность нежелательного события. В связи с проблемами безопасности жизнедеятельности которое может привести к ухудшению здоровья или смерть человека, авариям или катастрофам технической системы или устройства, загрязнение или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастание смертности населения, материальный ущерб от произошедших опасностей или увеличения затрат на безопасность [18].

Соотношение объектов риска и нежелательных событий позволяет выделить 5 видов риска (рис.3)



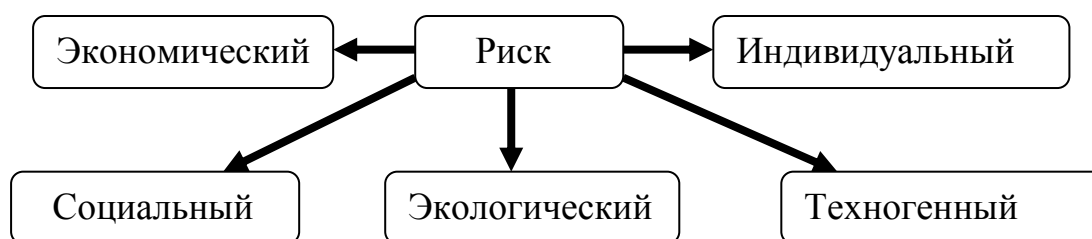


Рисунок 3 Виды рисков

В условиях хозяйственной деятельности необходим поиск оптимального соотношения затрат на безопасность и возможного ущерба от недостаточной защищенности. Найти его можно, если задаться некоторым значением реально достижимого уровня безопасности производства.

Управление риском позволяет выполнять поиск оптимальных решений по обеспечению безопасности жизнедеятельности, как на уровне предприятия, так и на макроуровнях в масштабах инфраструктур [20].

Техногенный риск – комплексный показатель надежности элементов техносферы. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Источники техногенного риска: низкий уровень научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; производство новой техники; серийный выпуск небезопасной техники; нарушение правил безопасной эксплуатации технических систем.

В Федеральном законодательстве на основе процедуры анализа риска успешно внедрены и продолжают развиваться Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 года №184-ФЗ, а также нормативный документ ГОСТ Р 51901-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем.

Они не только регламентируют порядок применения процедуры анализа риска на практике, но и во многом обозначен подход к менеджменту техногенного риска как эффективному этапу в управлении процессом обеспечения безопасности в техносфере [21].

Оценка риска – анализ происхождения (возникновения) и масштабы риска в конкретной ситуации (табл.1).

Таблица 1 – Оценка риска

Риск				
Угроза	Собственности		Организму	
Тип ущерба	Оцениваемый количественно	Неоцениваемый количественно	Ущерб здоровью	Летальный исход
Оценочный параметр	Ожидаемое значение	Вероятность превышения предела	Оценка вероятности	Оценка вероятности

Несмотря на различие в подходах к последовательности этапов процесса управления риском, можно выделить три общие для всех документов составляющие этого процесса: информацию о производственной безопасности, анализ риска и контроль производственной безопасности. Анализ риска базируется на собранной информации и определяет меры по контролю безопасности технологической системы, поэтому основная задача анализа риска заключается в том, чтобы обеспечить рациональное основание для принятия решений в отношении риска [22].

Анализ риска представляет собой систематический анализ имеющейся информации для выявления опасностей и оценки риска для отдельных людей, имущества или окружающей среды. Понятие риска всегда включает два элемента: частоту, с которой осуществляется опасное событие, и последствия опасного события. Применение понятия риска позволяет переводить опасность в разряд измеряемых категорий. Риск фактически есть мера опасности. Оценка риска включает в себя анализ частоты, анализ последствий и их сочетание.

Анализ риска проводится по следующей общей схеме:

1. Планирование и организация мероприятий по проведению анализа и оценки риска.
2. Идентификация опасностей, которая включает в себя:
  - выявление опасностей;
  - предварительная оценка характеристик опасностей.
3. Оценка риска (анализ частоты, анализ последствий, анализ неопределенностей).

#### 4. Разработка рекомендаций по управлению риском.

В соответствии с концепцией безопасности населения и окружающей среды практическая деятельность в области управления риском должна быть построена так, чтобы общество в целом получало наибольшую доступную сумму природных благ.

В принципах управления риском заложены стратегические и тактические цели. В стратегических целях выражено стремление к достижению максимально возможного уровня благосостояния общества в целом, а в тактических – стремление к увеличению безопасности населения, продолжительности жизни. В них оговариваются как защите от чрезвычайного риска [23].

Количественный анализ опасностей дает возможность определить вероятности аварий и несчастных случаев, величину риска, величину последствий. Методы расчета вероятностей и статический анализ являются составными частями количественного анализа опасностей. Установление логических связей между событиями необходимо для расчетов вероятностей аварии или несчастного случая.

Общепризнанной «шкалой» для количественного измерения опасностей является «шкала», в ней в качестве измерения применяются единицы риска. Количественная оценка риска – это процесс оценки численных значений вероятности и последствий нежелательных процессов, событий, явлений. К полученным оценкам необходимо подходить осторожно [24].

Деревья отказов есть сложная логическая структура. Их построение и количественный анализ требует необходимых знаний булевой алгебры, теории множеств и многих разделов математики.

Превосходство и ценность дерева отказов состоит в следующем:

- анализ, нацеленный на отыскание отказов;
- находятся такие аспекты системы, имеющие важное значение для рассмотрения рассматриваемых отказов;
- предоставляющий возможность проведения качественного и количественного анализа надежности систем и оценки риска аварий;

- метод качественного и количественного анализа позволяет специалисту попеременно сосредоточиться на отдельных конкретных отказах системы;

- гарантировавший глубокое проникновение в процесс работы технической системы.

При построении дерева отказов окончательное событие ставится сверху и соединяется с рядом более простых отказов путем установлений событий и специальных логических символов.

Самое главное превосходство метода дерева отказов по сравнению с другими методами состоит в том, что анализ сводится к выявлению только тех элементов и событий, которые приводят к данному конкретному отказу системы и аварии [25].

Метод «построения дерева неисправностей» представляет собой комплекс приемов качественных и количественных, при помощи них выявляется метод дедукции, выстраивается в логическую цепь, и показывает в графической форме те условия и факторы, которые могут привести определенному нежелательному событию. Дальнейшая поэтапная идентификация нежелательного функционирования системы в направлении поочередно снижающихся уровней системы приводит к начальному уровню системы, которым является аварийное состояние компонента [26].

Оценка риска может быть выполнена с различной степенью глубины и детализации с применением одного или нескольких методов разного уровня сложности. Форма оценки и ее полученные данные должны быть совокупными с критериями риска, установленными при определении области применения.

При выборе метода оценки риска нужно учитывать, что метод должен быть:

- соответствовать рассматриваемой ситуации и организации;
- представлять результаты в форме, способствующей повышению осведомленности о виде риска и способах его обработки;

- обеспечивать прослеживаемость, воспроизводимость и верификацию процесса и результатов.

После принятия решения о выполнении оценки риска и определения области ее применения следует выбрать методы оценки риска на основе:

- цели исследования;
- ответственности принимаемых решений;
- типа и диапазона анализируемого риска;
- возможных последствий опасного события;
- степени необходимых экспертиз, человеческих и других ресурсов;
- доступности информации и данных;
- потребности модификации / обновлении оценки риска;
- обязательных и договорных требований.

Задача оценки риска может быть сложной, например, оценка риска для сложной системы не сводится к оценке риска ее компонентов без учета их взаимодействия. В некоторых случаях обработка единичного риска может иметь большое значение из-за воздействия риска на другую деятельность [27].

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Характеристика шахты

Шахта «Анжерская-Южная» была создана в 1989 году.

Шахта «Анжерская-Южная» расположена в Кемеровском районе Кемеровской области, в 60 км к северу от областного центра города Кемерово (рис. 5). В 25 км южнее промплощадки расположен город Березовский, а в 35 км севернее город Анжеро-Судженск. Южная граница шахты общая с действующей шахтой «Первомайская».



Рисунок 5 – Расположение шахты «Анжерская-Южная»

Существующий режим работы шахты:

1. Количество рабочих дней в году:

- для предприятия – 353;

- для трудящихся – 260.

2 Продолжительность рабочей смены:

- Для подземных рабочих – 6 часов;
  - Для рабочих на поверхности – 8 часов.
1. Количество рабочих смен в сутки:
    - На подземных работах – 4, в том числе 3 по добыче угля и 1 ремонтно-подготовительная;
    - На поверхности – 3.
  2. Количество смен в году на подземных работах – 1412.

### 2.1.1 Характеристика шахтного поля

Площадь шахтного поля, это слабо всхолмленная равнина, расчлененная долинами ручьев и речек. Основная водная артерия – р. Ерпак с притоками р. Соснушка и р. Ровенькая. Климат района резко континентальный. Преобладающее направление ветров южное и юго-западное. Средняя глубина сезонного промерзания почвы – 1,5 м. Среднегодовая сумма осадков – 576 мм.

В 10–15 км к юго-западу промплощадки располагаются поселки Разведчик, Терентьевка и Ровенский. В непосредственной близости от поля шахты проходит действующая железнодорожная ветка «Барзас-Анжерская» с ближайшим разъездом Кайгур (7 км) и асфальтированная автодорога «Кемерово-Анжеро-Судженск» (2 км).

В пределах шахтного поля залегают пласты Бирюлинский, Семеновский, XXI, XXIII, XXVI, XXVII. К числу рабочих отнесены пласты XXI, XXIII, XXVI, XXVI, XXVII. Горные работы сконцентрированы на пласте XXVII [28].

### 2.1.2 Геологопромышленная характеристика месторождения

Поле шахты «Анжерская-Южная» расположено в северо-восточной части кузнецкой котловины в северном окончании Березово-Бирюлинского месторождения на восточном крыле Кемеровской синклинали.

Угленосность месторождения связана с отложением алыкаевской свиты. Мощность свиты в пределах месторождения составляет 580–600 м верхняя граница свиты проходит по почве мощного слоя песчаников, расположенного в 70–75 м выше кровли пласта XXI.

Отложения алыкаевской свиты по литологическому составу разделяют на три части:

Нижняя часть пласта XXVII мощностью 250 м состоит из равномерных чередований слоев песчаника с алевролитом, аргиллитом и углистым аргиллитом. 50 % этой части разреза состоит из песчаника.

Средняя часть сложена песчаником с маломощным горизонтом углистых аргиллитов.

Верхняя часть мощностью 150 м состоит из песчано-глинистого комплекса с преобладанием в них алевролитом, которые составляют около 60% толщи. Алевролиты более тонкие, чем в нижележащих горизонтах.

К первоначальной отработке принят пласт XXVII. Площадь шахтного поля составляем 23 км<sup>2</sup>. Длина по простиранию – 9,7км, ширина – 1,80÷3,80 км [29].

### 2.1.3 Горнотехнические условия

Пласт XXVII имеет сложное строение и представлен двумя пачками штриховато-полосчатого, полуматового угля с прослойками полублестящего угля, разделенными породным прослоем. Верхняя пачка имеет мощность 0,3–0,7 м, нижняя 1,4–2,3 м. Уголь пласта XXVII относится к коксующимся маркам. Средняя зольность составляет 9,6 % [30].

Содержание серы в угле – 0,39 %, фосфора – 0,006 %. По элементарному составу уголь характеризуется высоким содержанием углерода (89,55 %) и водорода (4,78 %). Теплота сгорания угля составляет – 36,2 МДж/кг. По содержанию токсичных компонентов уголь безопасен для человека и окружающей среды. Попутные полезные ископаемые, имеющие промышленное



значение, на рассматриваемом участке, как и на всем шахтном поле в целом, отсутствуют.

Зольность добываемого угля из лавы составляет 17–22 %. Непосредственная кровля сложена серовато-черным мелкозернистым слаботрещиноватым алевролитом мощностью около 1,5–2,0 м. Непосредственная кровля – устойчивая.

Газоносность пласта XXVII увеличивается глубиной и степенью метаморфизма угля. Отмечается закономерность снижения природной газоносности пласта в направлении с юга на север. Природная газоносность пласта XXVII повышается с глубиной от остаточной на выходах пласта под насосы до 15 м<sup>3</sup>/т с. б. м. на горизонте – 105 м.

Пласт XXVII с глубины 300 м отнесен к угрожаемым по внезапным выбросам угля и газа [31].

С глубины 220 м – отнесен к угрожаемым по горным ударам [32].

Горные работы в лаве ведутся ниже границы удароопасности, но выше границы выбросоопасности.

Пласт XXVII имеет выход летучих веществ 18,5 % и относится к опасному по взрывчатости угольной пыли.

Содержание свободной двуокиси кремния (SiO<sub>2</sub>) во вмещающих породах по данным физико-петрографических исследований колеблется в песчаниках от 33,8 до 55,5 %, в алевролитах от 18,2 до 27,1 %. Все породы на участке отнесены к силикозоопасным.

Пласт XXVII отнесен к группе склонных к самовозгоранию с инкубационным периодом 52 суток. Самовозгораний угля по пласту XXVII за весь период работы шахты зафиксировано не было [33].

## 2.2 Метод анализа рисков

В качестве основного анализа рисков выбран метод «построения дерева неисправностей».

Метод «построения дерева неисправностей» представляет собой совокупность приемов качественных или количественных, при помощи которых выявляются методом дедукции, выстраиваются в логическую цепь и представляются в графической форме те условия и факторы, которые могут способствовать определенному нежелательному событию (называемому вершиной событий). Неисправностями или авариями, идентифицируемыми в «дереве», могут быть события, связанные с повреждениями механической конструкции компонента, ошибками персонала или любыми другими событиями, которые влекут за собой нежелательное событие. Начиная с вершины событий, выявляются возможные причины или аварийные состояния следующего, более низкого функционального уровня системы. Последующая поэтапная идентификация нежелательного функционирования системы к искомому уровню системы, которым является аварийное состояние компонента.

Указанный метод предоставляет возможность подхода, который является в высокой степени системным, но в то же время достаточно гибким для того, чтобы обеспечить возможность анализа множества факторов, включая взаимодействия людей и физические явления. Применение подхода по принципу «сверху вниз», неявного по своей методике, концентрирует внимание на тех воздействиях неисправности или аварии, которые имеют непосредственное отношение к вершине событий. Это представляет собой определенное преимущество, несмотря на то, что может стать и причиной утраты тех воздействий, которые являются существенно важным где-нибудь еще особенно полезен для анализа систем множеств областей контакта и взаимодействий. Графическое представление приводит к тому, что можно без особого труда понять поведение системы и поведение включенных в него факторов [34].

### 3 Анализ рисков технологических систем ООО «ОЭУ Блок № 2 шахта «Анжерская-Южная»

Анализ рисков технологических систем ООО «ОЭУ Блок № 2 шахта «Анжерская-Южная» осуществляется во исполнение требований Постановления Правительства Российской Федерации № 536 от 26 июня 2013 года «Об утверждении требований к документационному обеспечению систем управления промышленной безопасностью». Анализ выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51901.1-2002. «Менеджмент риска», а также Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов (РД 03-418-01), утвержденных постановлением Госгортехнадзора России от 10.07.01 №30.

Основная задача заключается в предоставлении лицам, принимающим решения, объективной информации о состоянии промышленной безопасности объекта, сведений о наиболее опасных, «слабых» местах с точки зрения безопасности, обоснованных рекомендаций по уменьшению риска.

Построение «дерева неисправностей» и анализ риска технологических систем.

Риск аварии или шахте может быть рассчитан по формуле:

$$R = P \times U, \quad (3.1)$$

где R – риск;

P – вероятность возникновения аварии;

U – ущерб от аварии.

Для расчета вероятности возникновения аварийных ситуаций использовались статистические данные за 2014 год, оценки специалистов экспертной группы.

Качественное определение частоты событий осуществлено в соответствии с рекомендациями ГОСТ 51901.1.

Главной задачей работы является определение вероятности возникновения аварийных ситуаций, поэтому для оценки ущерба использованы условные единицы. Характеристики последствий аварий приняты на основании рекомендаций, условная величина ущерба – решением экспертной группы. Принятые решения, по оценке ущерба.

### 3.1 Взрывы в подземных горных выработках

Изходя и статистических данных Ростехнадзора большинство аварий на угольных предприятиях России происходят по причине взрыва газометана и угольной пыли.

Объектами воспламенения являются:

- взрывоопасные скопления метана (загазирование);
- наличие взрывоопасных концентраций угольной пыли, находящейся во взвешенном состоянии или в виде отложений (скоплений).

Наиболее вероятные источники воспламенения:

- экзогенные пожары;
- эндогенные пожары;
- электрическая дуга;
- курение;
- взрывные работы.

Идентификация опасностей и оценка последствий аварий на шахте «Анжерская-Южная» рассмотрены случаи возникновения взрывов в следующих горных выработках:

- Лава 7-2-3;
- Конвейерный уклон;
- Грузолюдской уклон;
- Вентиляционный штрек 7-2-4;
- Монтажная камера 7-1-4;
- Вентиляционный бремсберг 7-1-4.

Последствия возникновения взрывов во всех случаях оценены как «катастрофические», т.к. связаны с массовой гибелью людей, полной или длительной приостановкой предприятия[35].

Расчет и экспертная оценка вероятности возникновения взрывов в горных выработках шахты показывают достаточно высокий, но приемлемый уровень.

Анализ сложившийся в 2015 г. На шахте ситуации показывает, что наиболее опасным источником загазирования может стать внезапный выброс метана в подготовительных забоях (грузолюдской уклон, конвейерный уклон, конвейерный штрек 7-1-4 и др.). Представляется целесообразным в указанных выработках, а также в выработках со струей, исходящей из указанных забоев (сбойка 10, уклон 2, наклонный конвейерный ствол №1, вентиляционный штрек 7-1-4):

- Составит график работы дизелевозного транспорта для того чтобы исключит его работу во время производства работ по бурению разгрузочных и дегазационных скважин, а также во время работы проходческих комбайнов;

1) Усилить контроль работоспособности систем АГК.

2) Провести повторное обучение и проверку знаний операторов.

3) Разработать и реализовать меры по снижению вероятности возникновения пожаров, проноса курительных принадлежностей и курения.

4) Исключить или значительно ограничить возможность ведения взрывных работ, усилить контроль соблюдения норм безопасности при взрывных работах [36].

Достаточно высокий уровень вероятности взрыва в выработках, оборудованных конвейерами, обусловлен использованием указанных выработок для выпуска исходящей струи из подготовительных и очистных забоев, в т.ч. опасных по внезапным выбросам угля и газа, что в очередной раз указывает на необходимость коренной реконструкции схемы и проветривания шахты [37].



Рисунок 6 – Дерево неисправностей по взрывам

Для снижения скопления метана и угольной пыли необходимо обратить внимание на систему проветривания (табл. 2) .

Таблица 2 – Характеристика Вентиляторов главного проветривания

Характеристика вентилятора	ВЦ-15	ВДК-24	ВДК-4-10
Мощность вентилятора	5460м <sup>3</sup> /мин	6140м <sup>3</sup> /мин	7240м <sup>3</sup> /мин
Управление вентилятора	ручное	автоматическое	автоматическое
Диаметр рабочего колеса	1,5м	2,4м	4м и 1м

На шахте установлены вентиляторы главного проветривания типа ВЦ-15 (Вентилятор центробежный с диаметром рабочего колеса 1,5 м). Максимальная мощность подачи воздуха 5460 м<sup>3</sup>/мин. Этой мощности не хватает для полного проветривания подземных выработок. Проветривание необходимо для удаления пыли во взвешенном состоянии и газометановой смеси из подземных выработок. В таком состоянии загозирование и пыль является наиболее взрывопожароопасным [38].

Значительную опасность представляет состояние системы проветривания. В системе задействовано 18 шлюзов. Открытие хотя бы одного из них в значительной степени нарушает проветривание наиболее опасных

забоев: лавы 7-2-3, грузолюдского и конвейерного уклонов, конвейерного штрека 7-1-4. Представляется целесообразным усилить контроль состояния вентиляционных сооружений шахты, исключить случаи несанкционированного вмешательства в работу шлюзов.

Из-за потери воздуха в выработках происходит скопление угольной пыли во взвешенном состоянии, что приводит к возрастанию вероятности заболеваний профессиональных заболеваний [39].

Каждый год работники шахты «Анжерская-Южная» проходят медицинское освидетельствование на профессиональную пригодность. Из ходя из анализа заболеваемости можно судить о возрастании профессиональных заболеваний у шахтеров.

К этим болезням относятся:

- силикоз;
- пневмокониоз;
- туберкулез.

Проведя анализ заболеваемости за 2014–2015гг. можно судить о возрастании заболеваемости у шахтеров (табл. 3).

Таблица 3 – Заболеваемость у шахтеров

Профессиональные заболевания у работников	Число заболевших за 2014 г.	Число заболевших за 2015 г.
Силикоз	10	17
Пневмокониоз	3	10
Туберкулез	9	15

Это говорит о том, что в шахте из-за нехватки мощности свежей вентиляционной струи происходит большое скопление угольной пыли во взвешенном состоянии приводящим к заболеваемости [40].

Для достижения лучшего проветривания рекомендуется провести замену существующей вентиляторной установки на более мощную (табл.4).

Для шахты из существующих вентиляторных установок самым лучшим и часто использующимся на других шахтах является вентилятор типа ВДК-4-10 (вентилятор двуканцевой с двумя рабочими колесами диаметрами 4 м и 1 м).

Таблица 4 – Оценка рисков взрыва в горных выработках

Наименование выработки	Вероятность	Определение вероятности события	Оценка последствий	Ущерб усл. ед.	Риск значение, усл. ед.
	Численное значение				
Лава 7-2-3	$4,11 \cdot 10^{-5}$	«неправдоподобное», «редкое»	Катастрофические	100	$3,96 \cdot 10^{-3}$
Забой Грузолюдского уклона	$5,99 \cdot 10^{-5}$	«неправдоподобное», «редкое»		100	$6,75 \cdot 10^{-3}$
Забой Конвейерного уклона	$5,98 \cdot 10^{-5}$	«неправдоподобное», «редкое»		100	$6,75 \cdot 10^{-3}$
Забой Монтажной камеры (Конвейерного штрека 7-1-4)	$1,95 \cdot 10^{-5}$	«неправдоподобное», «редкое»		100	$1,95 \cdot 10^{-3}$
Забой Вентиляционного бремсберга 7-1-4	$1,95 \cdot 10^{-5}$	«неправдоподобное», «редкое»		100	$1,95 \cdot 10^{-3}$
Забой вентиляционного штрека 7-2-4	$3,01 \cdot 10^{-5}$	«неправдоподобное», «редкое»		100	$3,00 \cdot 10^{-3}$
Выработки, оборудованные конвейерным транспортом	$1,94 \cdot 10^{-4}$	«маловероятное», «редкое»		100	$1,94 \cdot 10^{-2}$
Выработки, оборудованные монорельсовым и дизелевозами	$5,84 \cdot 10^{-6}$	«неправдоподобное», «редкое»		100	$5,27 \cdot 10^{-4}$
Перекрепка магистрального конвейерного штрека 7-2	$3,08 \cdot 10^{-6}$	«неправдоподобное», «редкое»		100	$3,08 \cdot 10^{-4}$

При построении дерева неисправностей была взята средняя вероятность возникновения взрыва  $2,58 \cdot 10^{-5}$ .

### 3.2 Эндогенные, экзогенные пожары

По утверждению некоторых специалистов эндогенный пожар может возникнуть даже при весьма незначительных по массе (1–5 т), но



концентрированных потерях угля. Учитывая горно-геологические условия шахты, а также невысокую степень достоверности геологоразведочных работ, нельзя исключить вероятность формирования потерь угля в выработанном пространстве при переходе зон малоамплитудных дизъюнктивных и пликативных нарушений, наличие углистых пропластков, разрушения краевых участков межлавных целиков. По мере углубления горных работ притоки воды, естественная влажность угля и вмещающих пород будут уменьшаться, а опасность самовозгорания увеличиваться [41].

Ситуация в значительной степени усугубляется исторически сложившейся крайне ненадежной схемой проветривания. По состоянию на 01.02.2015 года глухих перемычек обеспечивают изоляцию выработанного пространства от выработок, обеспечивающих проветривание выемочного участка 7-2-3. Контроль состояния изолирующих перемычек был и остается одной из главных задач участка АБ [42].

Следует признать целесообразным выполнение следующих особенностей ведения горных работ:

- 1) Полное исключение сварочных работ.
- 2) Исключить работу дизельного транспорта во время работ по бурению дегазационных скважин.
- 3) Исключить или максимально снизить ведения взрывных работ усилить контроль соблюдения норм безопасности.
- 4) Пресекать любые возможности несанкционированного вмешательства в работу систем АГК, всех видов электрической защиты, систем автоматизации и связи, автоматических систем пожаротушения [43].

Экзогенные пожары возникают и распространяются быстро, особенно в выработках с интенсивным проветриванием. При отсутствии заранее подготовленных средств борьбы с ними и несвоевременном тушении они могут нанести большой материальный ущерб и привести к человеческим жертвам .

Экзогенные пожары возникают и развиваются медленно, постепенно. К признакам начинающегося эндогенного пожара относятся повышение

температуры воздуха, воды и пород, рост влажности воздуха, повышение концентрации вредных газов. Эти признаки легко обнаруживаются задолго до интенсивной стадии пожара, поэтому тушение его начинается, как правило, своевременно, пока он не достиг больших размеров [44].



Рисунок 7 – Дерево неисправностей по пожарам

Непосредственные причины подземных экзогенных пожаров: короткое замыкание токоведущих жил в бронированных и гибких кабелях; короткое замыкание контактных проводов; загорание электровозных аккумуляторных батарей; короткое замыкание в обмотках электродвигателей; загорание в пусковом электрооборудовании и контролирующих аппаратах и приспособлениях, возникающее из-за короткого замыкания или нагрева; трение конвейерных лент о приводные барабаны, роlikоопоры и элементы крепи; трение канатов о направляющие и отводящие ролики, шпалы и элементы крепи; трение исполнительных органов машин и буровых механизмов о твердые породы (песчаник, колчедан и т. д.); перегрев масла в маслостанциях, гидросистемах и турбомуфтах; пламя при электросварочных работах и газовой резке и сварке; ведение взрывных работ; применение открытого огня [45].

Профилактика экзогенных пожаров предусматривает сокращение в горных выработках количества горючих материалов; максимальное устранение возможных источников тепловых импульсов; возведение копров, надшахтных зданий и сооружений из негорючих материалов; возведение крепи устьев стволов, штолен и шурфов, по которым подают в шахту свежий воздух, а также сопряжений этих выработок с выработками вскрываемых горизонтов, устьев уклонов, бремсбергов и ходков из негорючих материалов; возведение крепи наклонных стволов и штолен, по которым подают свежий воздух, главных квершлагов, главных и групповых откаточных штреков, специальных камерных выработок из негорючих материалов [46].

Все выработки шахты и установки должны быть обеспечены необходимыми средствами пожаротушения - трубопроводами для подачи воды, пожарными гидрантами и огнетушителями; средствами ликвидации очагов пожаров – вентиляционными и противопожарными дверями, лядами и водяными завесами; изоляционными материалами - глиной, песком, цементом и гипсом[47].

Тушение пожаров осуществляют активными средствами и путем полной изоляции очагов пожара.

Противопожарное водоснабжение и расстановку средств обнаружения и ликвидации пожаров выполняют в соответствии со специальным проектом комплексной противопожарной защиты шахты.

В шахте используются железные перемиčky между действующими и отработанными выработками. Их недостаток заключается в том, что идет потеря воздуха из-за не герметичности их закрывания в горных выработках и слабая устойчивость при взрыве и ударной волны (рис. 8).

Для повышения устойчивости при взрыве и ударной волны и исключить потерю воздуха в шахте необходимо применить бетонные перемиčky.

Для установки необходимо сделать опалубку шириной не менее 1 метра. Перемичка возводится во все сечение выработки (таб. 5).

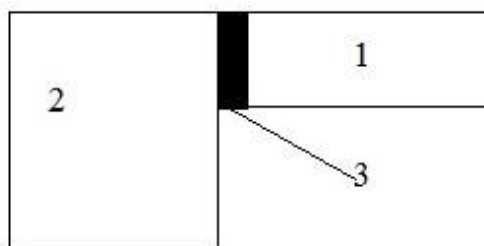


Рисунок 8 – Расположение бетонной перемычки между выработками:

1 – рабочая выработка; 2 – брошенная выработка; 3 – бетонная перемычка

Таблица – 5 Оценка рисков Эндогенных и экзогенных пожаров

Наименование выработки	Вероятность	Определение вероятности события	Оценка последствий	Ущерб, усл.ед.	Риск значение, усл. ед.
	Численное значение				
Пожар в подземных выработках шахты	$4,08 \cdot 10^{-3}$	«Маловероятное»	Катастрофические	100	$4,08 \cdot 10^{-1}$
Конвейерный транспорт	$3,58 \cdot 10^{-3}$	«Маловероятное»		100	$3,58 \cdot 10^{-1}$
Электрические машины и механизмы, кабельные сети	$1,57 \cdot 10^{-4}$	«Маловероятное»		100	$1,57 \cdot 10^{-2}$
Дизелевозный транспорт	$5,67 \cdot 10^{-5}$	«Неправдоподобное»		100	$5,67 \cdot 10^{-3}$
Компрессорные установки	$1,27 \cdot 10^{-4}$	«Маловероятное»		100	$1,27 \cdot 10^{-2}$
Курение	$1,42 \cdot 10^{-5}$	«Неправдоподобное»		100	$1,42 \cdot 10^{-3}$
Взрывные работы	$1,44 \cdot 10^{-4}$	«Маловероятное»		100	$1,44 \cdot 10^{-2}$

При построении дерева неисправностей была взята средняя вероятность возникновения пожара  $1,177 \cdot 10^{-3}$ .

### 3.3 Газодинамическое явление

Главным источником сил, инициирующим газодинамические проявления, является высокий уровень действующих напряжений в силовом поле природного массива. При этом факторы уменьшения показателей

прочности угля и пород, роста давления газа в пустотах тектонически нарушенной среды несколько повышают вероятность проявлений выбросов. Однако они являются подчиненными, и доля их влияния существенно зависит от величин действующих напряжений в силовом поле природного массива [48].

Пласт XXVII с глубины 300 м отнесен к угрожаемым по внезапным выбросам угля и газа, с глубины 220 м – к угрожаемым по горным ударам. Горные работы в лаве 7-2-3 ведутся ниже границы удароопасности, но выше границы выбросоопасности. Ниже границы выбросоопасности ведутся работы в забоях грузолодского и конвейерного уклонов [49].

Горно-геологические условия в указанных забоях идентичны, взаимное влияние выработок исключено. Расчетное значение вероятности внезапных выбросов в забоях грузолодского и конвейерного уклонов составляет  $8,83 \cdot 10^{-3}$ , что соответствует определению «маловероятное» событие (табл. 6).

Таблица 6 – Вероятность рисков газодинамических явлений

Наименование выработки	Вероятность	Определение вероятности события	Оценка последствий	Ущерб, усл. ед.	Риск значение, усл. ед.
	Численное значение				
Забой грузолодского уклона	$8,83 \cdot 10^{-3}$	«Маловероятное»	Катастрофические	100	$8,83 \cdot 10^{-3}$
Забой конвейерного уклона	$8,83 \cdot 10^{-3}$	«Маловероятное»		100	$8,83 \cdot 10^{-3}$
Лавы 7-2-3 (горные удары)	$1,08 \cdot 10^{-3}$	«Маловероятное»		100	$1,08 \cdot 10^{-3}$

По мере углубления горных работ опасность газодинамических явлений будет возрастать. Потребуется ужесточение системы прогноза газодинамических явлений, контроля мер предупреждения [50].

Представляется целесообразным:

1) Усилить маркшейдерское и геологическое сопровождение работ в забоях опасных по внезапным выбросам угля и газа, в части ведения планшетов, оперативного прогнозирования горно-геологических условий,

оперативного контроля (приемки и браковки) работ по бурению разгрузочных и дегазационных скважин.

2) Обеспечит бригады по бурению скважин комплектом инструментов (шаблонов) для контроля углов заложения скважин.

3) Продумать систему мотивации персонала в выполнении работ предусмотренных комплексом мер по предупреждению газодинамического явления на шахте.

4) Постоянно доводить до сведения коллектива шахты опыт работы соседних предприятий, показывать на их примере к каким последствиям могут привести нарушения требований нормативных документов.

5) Завершить обучение персонала ведению работ на шахтах опасных по внезапным выбросам угля и газа, а также горным ударам.

Проведя анализ по шахте «Анжерская-Южная» на предмет возникновения опасных производственных факторов. Было выявлено 2 основных объекта воспламенения.

1. Взрывоопасное скопление метана.

2. Взрывоопасная концентрация угольной пыли во взвешенном состоянии.

И выявлено 3 основных источника воспламенения:

- эндогенный пожар;
- экзогенный пожар;
- газодинамическое явление.

Рассмотрены мероприятия разработанные на шахте «Анжерская-Южная» по снижению уровня взрывопожароопасности.

К ним относят:

- проветривание шахты при помощи вентилятора главного проветривания тип ВЦ-15;
- железных перемычек между заброшенными и действующими выработками.

Из-за большой протяженности выработок мощности вентилятора тип ВЦ-15 не хватает до полного проветривания для удаления пыли и газа метана. Необходимо заменить действующий вентилятор на более мощный вентилятор главного проветривания тип ВДК-4-10.

В связи с плохой герметичностью железных перемычек происходит потеря воздуха в заброшенные выработки. Что приводит к застою угольной пыли и скоплению газа метана. Это может привести к взрыву. При взрыве железные перемычки не выдержат ударной волны. Для этого необходимо полностью заменить все железные перемычки на бетонные. Бетонные перемычки устанавливаются шириной 1 м и высотой во все сечение выработки.

Возникновение чрезвычайной ситуации связанной с взрывом на шахте ООО «ОЭУ Блок № 2 Анжерская-Южная» влечет за собой ущерб здоровью и жизни людей, окружающей природной среде, потери материальных ценностей и затраты на проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Последствия аварийной ситуации имеют стоимостное выражение, характеризующее масштаб ЧС и воздействие опасности на людей, окружающую среду, материальные ценности.

Экономический ущерб от аварии складывается из затрат на локализацию и ликвидацию последствий аварии, а также возмещения ущерба пострадавшим людям и экономике предприятия.

В результате чрезвычайной ситуации количество людей получивших травмы различной степени тяжести составляют 46 человек. Поскольку рассматриваемая в дипломном проекте ЧС носит локальный (объектовый характер), затраты на материально-техническое обеспечение рассчитываются только для спасательных формирований и на эвакуацию персонала с территории предприятия домой и в медицинские учреждения.

4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на ООО «ОЭУ блок № 2 Анжерская-Южная». Расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий

К основным показателям, составляющим затраты на ликвидацию ЧС на ООО «ОЭУ Блок № 2 Анжерская-Южная», относятся:

- затраты на питание ликвидаторов аварии;
- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии;
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы;



- затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств;
- затраты на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших;
- ущерб земельным ресурсам;
- показатели воздействия волны прорыва на здания и сооружения
- показатели силового воздействия волны прорыва на человека
- показатели последствий аварии по воздействию на окружающую природную среду.

#### 4.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии

Затраты на питание рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей («Методические рекомендации по первоочередному обеспечению пострадавших и участников АСДНР»), в соответствии с режимом проведения работ:

$$Z_{\text{Псут}} = \sum (Z_{\text{Псут } i} \times \text{Ч}_i), \quad (4.1)$$

где  $Z_{\text{Псут}}$  – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$Z_{\text{Псут } i}$  – суточная норма обеспечения питанием, руб./(сут. на чел.);

$I$  – число групп спасателей, проводящих работы различной степени тяжести;

$\text{Ч}_i$  – численность личного состава формирований, проводящих работы по ликвидации последствий ЧС.

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$Z_{\text{п}} = (Z_{\text{Псут. спас.}} \cdot \text{Ч}_{\text{спас}} + Z_{\text{Псут. др.ликв.}}) \cdot D_{\text{н}}, \quad (4.2)$$

где  $D_{\text{н}}$  – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 3 дня.

К работе в зоне ЧС привлекаются 23 человека (в соответствии с планом ликвидации аварии), из них 15 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 8 человек – работу средней и легкой тяжести (табл. 7)

Таблица – 7 Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

Наименование продукта	Работы средней тяжести		Тяжелые работы	
	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб./((чел.×сут.)	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб./((чел.×сут.)
Хлеб белый	400	10,58	600	15,88
Крупа разная	80	4	100	5
Макаронные изделия	30	1,5	20	1
Молоко и молокопродукты	300	12,6	500	21
Мясо	80	20	100	25
Рыба	40	6,4	60	9,6
Жиры	40	1,7	50	2,5
Сахар	60	3	70	3,5
Картофель	400	8	500	10
Овощи	150	3,75	180	4,50
Соль	25	0,7	30	0,95
Чай	1,5	1,3	2	1,5
Итого	-	75,53	-	100,43

По формуле рассчитываем, что затраты на питание личного состава формирований составят:

$$Z_{\text{п}} = (100,43 \cdot 36 + 75,53 \cdot 10) \cdot 3 = 13106 \text{ рублей.}$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят 13106 рублей. Обеспечение питанием формирований РСЧС осуществляется в столовых и за счет средств ООО «ОЭУ Блок № 2 Анжерская-Южная», на территории которого произошла ЧС.

#### 4.1.2 Расчет затрат на оплату труда ликвидаторов аварии

Расчет затрат на оплату труда проводят дифференцированно для каждой из групп участников ликвидации последствий ЧС в зависимости от величины их заработной платы и количества отработанных дней.

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации ЧС проводят по формуле:

$$\text{ФЗП}_{\text{сут}i} = (\text{мес. оклад} / 30) \cdot 1,15 \cdot \text{Ч}_i, \quad (4.3)$$

где  $\text{Ч}_i$  – количество участников ликвидации ЧС  $i$ -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки для пожарных подразделений и трое суток для всех остальных формирований.

Таким образом, суммарные затраты на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий ЧС составят (таблица 15):

$$\begin{aligned} \text{ФЗП} &= \sum \text{ФЗП}_i = 82728 + 20700 + 31248 + 3105 + 1494 + 12075 = \\ &= 151350 \text{ рублей.} \end{aligned}$$

Таблица – 8 Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС связанных с разгерметизацией изотермического резервуара

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел.	ФЗП <sub>сут</sub> , руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для $i$ -ой группы, руб.
Отряд механизированной группы	20000	36	766	82758
Отряд ручной разборки	18000	10	690	20700
Караул охраны завода	17000	16	651	31248
Медицинская служба	9000	3	345	3105
Водители, осуществляющие эвакуацию	13000	1	498	1494
	15000	7	575	12075
<b>ИТОГО</b>				<b>151350</b>

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении работ по ликвидации ЧС на территории ООО «ОЭУ Блок № 2 Анжерская-Южная» с учетом периода проведения работ составит 151350 рублей.

### 4.1.3 Расчет затрат на топливо и горюче-смазочные материалы

Затраты на горючие и смазочные материалы определяется по формуле:

$$Z_{ГСМ} = V_{бенз} \cdot Ц_{бенз} + V_{диз. т.} \cdot Ц_{диз. т.} + V_{мот. м.} \cdot Ц_{мот. м.} + \\ + V_{транс. м.} \cdot Ц_{транс. м.} + V_{спец. м.} \cdot Ц_{спец. м.} + V_{пласт. см.} \cdot Ц_{пласт. м.}, \quad (4.4)$$

где  $V_{бенз}$ ,  $V_{диз. т.}$ ,  $V_{мот. м.}$ ,  $V_{транс. м.}$ ,  $V_{спец. м.}$ ,  $V_{пласт. см.}$  – количество использованного бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л;

$Ц_{бенз}$ ,  $Ц_{диз. т.}$ ,  $Ц_{мот. м.}$ ,  $Ц_{транс. м.}$ ,  $Ц_{спец. м.}$ ,  $Ц_{пласт. м.}$  – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л/руб.

Ниже приведены цены (за 1л) на топливо и горюче-смазочные материалы:

- 1) Бензин – 33 руб.;
- 2) Дизельное топливо – 37 руб.;
- 3) Моторное масло – 240 руб.;
- 4) Трансмиссионное масло – 170 руб.;
- 5) Специальное масло – 90 руб.;
- 6) Пластичные смазки – 80 руб.

В таблице 16 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории ООО «ОЭУ Блок № 2 Анжерская-Южная» и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники.

Таблица – 9 Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транс-го/спец-го масел, л	Расход смазки, кг
Автомобиль высокой проходимости	1	18	-	2,2/0,3/0,1	0,2
Автомобиль скорой мед. помощи	1	17	-	2,1/0,3/0,1	0,25

Продолжение таблицы 9

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транс-го/спец-го масел, л	Расход смазки, кг
Самосвал	2	56	-	4,3/0,5/1,0	0,3
Автокран	1	40,1	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Автопогрузчик	1	92	-	2,2/0,3/0,1	0,2
Бульдозер	1	-	72	2,2/0,25/0,1	0,25
Экскаватор	1	-	75	2,8/0,4/0,1	0,3
Автобус	1	16	-	2,1/0,3/0,1	0,3
ИТОГО	9	239	147	20/2,65/1,7	2,05

Общие затраты на ГСМ составят:

$$Z_{\text{ГСМ}} = 239 \cdot 33 + 147 \cdot 37 + 20 \cdot 240 + 2,65 \cdot 170 + 1,7 \cdot 90 + 2,05 \cdot 80 = \\ = 18893 \text{ руб.}$$

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется 18893 рублей.

#### 4.1.4 Расчет затрат на амортизацию используемого оборудования и технических средств

Величина амортизации используемого оборудования, технических средств определяется, исходя из их стоимости, нормы амортизации и количества дней, в течение которых это оборудование используется, по следующей формуле:

$$A = [(N_a \cdot C_{\text{ст}} / 100) / 360] \cdot D_n, \quad (4.5)$$

где  $N_a$  – годовая норма амортизации данного вида основных производственных фондов (ОПФ), %;

$C_{\text{ст}}$  – стоимость ОПФ, руб.;

$D_n$  – количество отработанных дней (табл. 10).

Результаты расчетов затрат за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации и ликвидации ЧС на шахте ООО «ОЭУ Блок № 2 Анжерска-Южная» составляют 13274,2 рублей.

Таблица 10 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отработанных дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Автомобиль высокой проходимости	6000000	1	3	10	500
Автомобиль скорой мед.помощи	270000	1	3	10	225
Самосвал	2160000	1	3	10	1800
Автокран	2700000	1	3	10	2250
Автопогрузчик	830000	1	3	10	691
Бульдозер	1100000	1	3	10	916,6
Экскаватор	1700000	1	3	10	1416,6
Автобус	1170000	1	3	10	975
<b>ИТОГО</b>					<b>13274,2</b>

4.1.5 Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших

В результате возникновения ЧС на ООО «ОЭУ Блок № 2 «Анжерская-Южная» величина санитарных потерь составляет 46 человек.

Суммарные затраты на лечение пострадавших складываются из затрат на реанимационное, стационарное и амбулаторное лечение, исходя из стоимости одного койко-дня и продолжительности лечения и рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_{л} = \sum C_{к-д. i} \cdot D_{н}, \text{ руб.}, \quad (4.6)$$

где  $C_{к-д. i}$  – стоимость одного койко-дня при соответствующем виде лечения, руб;

$D_{н}$  – продолжительность лечения, дней.

Расчет затрат на пребывание пострадавших в реанимационном отделении проводят по формуле:

$$З^p_{л} = C_{к.-д..р.} \cdot Д_{н} \cdot Ч_{р}, \quad (4.7)$$

где  $Ч_{р}$  – численность пострадавших, проходящих лечение в реанимационном отделении.

$$З^p_{л} = 1863,56 \cdot 5 \cdot 2 = 18635,6 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших в терапевтическом отделении проводят по формуле:

$$З^t_{л} = C_{к.-д..т.} \cdot Д_{н} \cdot Ч_{т}, \quad (4.8)$$

где  $Ч_{т}$  – численность пострадавших, проходящих лечение в терапевтическом отделении.

$$З^t_{л} = 379,79 \cdot 21 \cdot 5 = 55829,13 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших на амбулаторном лечении проводят по формуле:

$$З^a_{л} = C_{к.-д..а.} \cdot Д_{н} \cdot Ч_{а}, \quad (4.9)$$

где  $Ч_{а}$  – численность пострадавших, проходящих амбулаторное лечение в стационаре.

$$З^a_{л} = 121,5 \cdot 3 \cdot 11 = 4009,5 \text{ рублей.}$$

Таблица – 11 Затраты на лечение пострадавших

Вид лечения	Стоимость одного койко-дня, руб.	Средняя продолжительность лечения, дней	Численность пострадавших, чел.	Суммарные затраты, руб.
Амбулаторное	131,10	4	13	6817,2
Терапевтическое	379,79	21	7	55829,13
Реанимационное	1863,56	5	2	18635,6
<b>ИТОГО</b>				<b>81281,93</b>

Суммарные затраты на лечение пострадавшего при ЧС персонала предприятия составляют 81281,93 рубля.

#### 4.1.6 Расчет сумм платы за выбросы от стационарных источников

Сумму платы за выбросы загрязняющих веществ стационарными источниками в размерах, не превышающих ПДВ ( $P_{н,атм}$ , руб.) определяют по формуле:

$$P_{н,атм} = \sum K_{инд} \cdot K_{э,атм} \cdot N_{бнi,атм} \cdot M_{i,атм}, \quad (4.10)$$

при  $M_{i,атм} \leq M_{нi,атм}$ ,

где  $K_{инд}$  – коэффициент индексации платы за загрязнение; он устанавливается ежегодно законом о бюджете (Коэффициент индексации на 2013 год к нормативам платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленным Правительством РФ в 2003 году и в 2005 году, 2,2 и 1,79 соответственно (Федеральный закон РФ от 3 декабря 2012 г. № 216-ФЗ «О федеральном бюджете на 2013 год и на плановый период 2014 и 2015 годов», ст. 3));

$K_{э,атм}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферы в рассматриваемом районе (для ЗападноСибирского региона  $K_{э,атм} = 1,2$ );

$N_{бнi,атм}$  – базовый норматив платы за выброс одной тонны 1-го загрязняющего вещества в пределах, не превышающих ПДВ, руб./т (Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (с изменениями от 1 июля 2005 г.));

$M_{i,атм}$  – фактическое значение выброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т/год;

$M_{нi,атм}$  – предельно допустимое значение выброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т/год, т.е. соответствующее ПДВ.

Сумму платы за выбросы загрязняющих веществ стационарными источниками в пределах установленных лимитов ВСВ ( $P_{л,атм}$ , руб.) определяют по формуле:



$$P_{л,атм} = \sum K_{инд} \cdot K_{э,атм} \cdot N_{блi,атм} \cdot (M_{i,атм} - M_{ни,атм}), \quad (4.11)$$

$$\text{при } M_{ни,атм} < M_{i,атм} \leq M_{ли,атм},$$

где  $N_{блi,атм}$  – базовый норматив платы за выброс одной тонны  $i$ -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита (Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (с изменениями от 1 июля 2005 г.));

$M_{ли,атм}$  – временно согласованное (лимитное) значение выброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т/год.

Сумма платы за сверхлимитные (неустановленные, несогласованные) выбросы стационарными источниками ( $P_{сл,атм}$ , руб.) определяется по формуле:

$$P_{сл,атм} = \sum 5 \cdot K_{инд} \cdot K_{э,атм} \cdot N_{блi,атм} \cdot (M_{i,атм} - M_{ли,атм}), \quad (4.12)$$

$$\text{при } M_{i,атм} > M_{ли,атм},$$

Общая сумма платы за загрязнение атмосферного воздуха от стационарных источников ( $P_{атм}$ , руб.) определяется по формуле:

$$P_{атм} = P_{н,атм} + P_{л,атм} + P_{сл,атм}. \quad (4.13)$$

#### 4.1.7 Расчет суммы платы за выбросы от передвижных источников

Сумма платы за допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от технически исправного транспорта при наличии данных о количестве израсходованного топлива ( $P_{тр}$ , руб.) определяется по формуле:

$$P_{тр} = \sum K_{инд} \cdot Y_{e,i} \cdot T_{e,i} \cdot K_{э,атм}, \quad (4.14)$$

где  $Y_{e,i}$  – удельная плата за допустимые выбросы загрязняющих веществ, образующихся при использовании одной тонны  $i$ -го вида топлива, руб./т;

$T_{e,i}$  – количество  $i$ -го вида топлива, израсходованного передвижными источниками загрязнения за отчетный период  $T$ , рублей.

Сумма платы за допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу техническими средствами при отсутствии данных о количестве израсходованного топлива ( $\Pi_{н,тр}$ , руб.) определяется по формуле:

$$\Pi_{н,тр} = \Sigma (B/12) \cdot N_j \cdot \Gamma_j \cdot K_{инд} \cdot K_{э,атм}, \quad (4.15)$$

где  $B$  – продолжительность года (мес.), за который исчисляется плата за выброс;

$N_j$  – количество технических средств  $j$ -го вида, единиц;

$\Gamma_j$  – значение годовой платы за единицу технических средств  $j$ -го вида, руб./год.

Сумма платы за превышение допустимых выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников ( $\Pi_{сн,тр}$ , руб.) определяется по формуле:

$$\Pi_{сн,тр} = 5 \cdot \Pi_{н,тр} \cdot d_j, \quad (4.16)$$

где  $d_j$  – доля передвижных технических средств  $j$ -го вида на предприятии, не соответствующих требованиям стандартов по ПДВ, доли единиц;

Общая сумма платы за выбросы загрязняющих веществ передвижными техническими средствами при отсутствии данных о количестве израсходованного топлива ( $\Pi_{тр,о}$ , руб.) определяется по выражению:

$$\Pi_{тр,о} = \Pi_{н,тр} + \Pi_{сн,тр}. \quad (4.17)$$

#### 4.1.8 Расчет суммы платы за размещение отходов

Сумма платы за размещение отходов в пределах установленных природопользователю лимитов ( $\Pi_{л,отх}$ , руб.) определяется по формуле:

$$\Pi_{л,отх} = \Sigma K_{инд} \cdot K_{э,отх} \cdot N_{блi,отх} \cdot M_{i,отх}, \quad (4.18)$$

$$\text{при } M_{i,отх} \leq M_{ли,отх},$$

где  $K_{э,отх}$  – коэффициент экологической ситуации и значимости состояния почв в рассматриваемом регионе, доли единицы (для Западно-Сибирского региона  $K_{э,отх} = 1,2$ );

$N_{блi,отх}$  – базовый норматив платы за размещение отходов  $i$ -го вида в пределах установленных лимитов, руб./т;

$M_{i,отх}$  – фактическое количество размещаемых отходов  $i$ -го вида, т (или  $м^3$ );

$M_{ли,отх}$  – годовой лимит на размещение отходов, т (или  $м^3$ ).

Сумма платы за сверхлимитное размещение отходов ( $П_{сл,отх}$ , руб.) определяется по формуле:

$$П_{сл,отх} = \Sigma 5 \cdot K_{инд} \cdot K_{э,отх} \cdot H_{бли,отх} \cdot (M_{i,отх} - M_{ли,отх}), \quad (4.19)$$

при  $M_{i,отх} > M_{ли,отх}$ ,

Общая сумма платы за размещение отходов ( $П_{отх}$ , руб.) определяется по выражению:

$$П_{отх} = П_{л,отх} + П_{сл,отх}. \quad (4.20)$$

#### 4.1.9 Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности

Сумма платы за сброс загрязняющих веществ ( $П_{н,вод}$ , руб.) в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы сбросов (ПДС), определяется по формуле:

$$П_{н,вод} = \Sigma K_{инд} \cdot K_{э,вод} \cdot H_{бнi,вод} \cdot M_{i,вод}, \quad (4.21)$$

при  $M_{i,вод} \leq M_{нi,вод}$ ,

где  $K_{э,вод}$  – коэффициент экологической ситуации и значимости состояния водного объекта, доли единицы (принимается по Кемеровской области  $K_{э,вод} = 1,29$ );

$H_{бнi,вод}$  – базовый норматив платы за сброс  $i$ -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих ПДС, руб./ед. измерения загрязнителя (Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (с изменениями от 1 июля 2005 г.);

$M_{i,вод}$  – фактическое количество сброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т;

$M_{ни,вод}$  – значение предельно допустимого для природопользователя сброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т.

Сумма платы за сброс загрязняющих веществ ( $P_{л,вод}$ , руб.) в пределах установленных лимитов определяется по формуле:

$$P_{л,вод} = \sum K_{инд} \cdot K_{э,вод} \cdot N_{блi,вод} \cdot (M_{i,вод} - M_{ни,вод}), \quad (4.22)$$

при  $M_{ни,вод} < M_{i,вод} \leq M_{ли,вод}$

где  $N_{блi,вод}$  – базовый норматив платы за сброс 1 т  $i$ -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб./т (Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (с изменениями от 1 июля 2005 г.));

$M_{ли,вод}$  – значение временно согласованного предприятию лимита сброса загрязняющего вещества, т.

Сумма платы за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ ( $P_{сл,вод}$ , руб.) определяется по выражению:

$$P_{сл,вод} = \sum 5 \cdot K_{инд} \cdot K_{э,вод} \cdot N_{блi,вод} \cdot (M_{i,вод} - M_{ли,вод}), \quad (4.23)$$

при  $M_{i,вод} > M_{ли,вод}$

Общая сумма платы за загрязнение водных объектов ( $P_{вод}$ , руб.) определяется по формуле:

$$P_{вод} = P_{н,вод} + P_{л,вод} + P_{сл,вод}. \quad (4.24)$$

#### 4.1.10 Определение предотвращенного экономического ущерба

Значение предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения водных объектов ( $У_{Впр}$ , тыс. руб.) может быть определен по формуле:

$$У_{Впр} = У_{Вуд,г} \cdot M_{В} \cdot K_{Вэ,г}, \quad (4.25)$$

где  $U_{Вуд,г}$  – показатель удельного ущерба водным объектам в г-регионе, тыс. руб./усл. т загрязнителя (принимается по Кемеровской области  $U_{Вуд,г} = 8219,2$  руб./усл. т);

$M_B$  – приведенная масса загрязняющих веществ, которая могла бы быть сброшена в водоем, если бы не осуществлялись природоохранные мероприятия, усл. т;

$K_{Вэ, г}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов в рассматриваемом г-регионе (принимается по Кемеровской области  $K_{Вэ, г} = 1,29$ ); рублей.

Значение  $M_B$ , в свою очередь, определяют по выражению:

$$M_B = \sum m_{iB} \cdot A_{iB}, \quad (4.26)$$

где  $m_{iB}$  – фактическая (расчетная) масса  $i$ -го загрязняющего вещества, не допущенная к попаданию в водную среду, т;

$A_{iB}$  – коэффициент агрессивности (относительной экологоэкономической опасности) загрязняющего вещества, доли единицы.

Значение предотвращенного ущерба атмосферному воздуху от стационарных источников ( $U_{Апр,ст}$ , тыс. руб.) вследствие проведения природоохранных мероприятий определяют по формуле:

$$U_{Апр,ст} = U_{Ауд,г} \cdot M_{Аст} \cdot K_{АЭ, г}, \quad (4.27)$$

где  $U_{Ауд,г}$  – показатель удельного ущерба атмосферному воздуху в г-регионе, тыс. руб./усл. т загрязнителя (принимается для Западно-Сибирского региона  $U_{Ауд,г} = 46,6$  руб./усл. т);

$M_{Аст}$  – приведенная масса загрязняющих веществ, которая могла бы быть выброшена в атмосферу от стационарных источников, если бы не осуществлялись природоохранные мероприятия, усл. т;

$K_{АЭ, г}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха в рассматриваемом г-регионе (принимается для Западно-Сибирского региона  $K_{АЭ, г} = 1,2$ ); рублей.

Значение  $M_{Аст}$ , в свою очередь, определяют по выражению:

$$M_{\text{Аст}} = \Sigma m_{i,\text{стА}} \cdot A_{i\text{А}}, \quad (4.28)$$

где  $m_{i,\text{стА}}$  – фактическая (расчетная) масса  $i$ -го загрязняющего вещества, не допущенная к попаданию в атмосферу, т;

$A_{i\text{А}}$  – коэффициент агрессивности (относительной эколого-экономической опасности) загрязняющего вещества, доли единицы.

Сумма предотвращенного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ( $Y_{\text{Апр,тр}}$ , тыс. руб.) передвижными источниками определяется по формуле:

$$Y_{\text{Апр,тр}} = Y_{\text{Ауд,г}} \cdot K_{\text{АЭ,г}} \cdot [\Sigma (\Delta m_{i,\text{тр}} \cdot A_{i\text{А}})], \quad (4.29)$$

где  $\Delta m_{i,\text{тр}}$  – фактическое снижение выбросов в атмосферу  $i$ -го загрязняющего вещества транспортными средствами, т.

Значение предотвращенного эколого-экономического ущерба ( $Y_{\text{Ппр,д}}$ , тыс. руб.) вследствие прекращения деградации почв и земель после проведения природоохранных мероприятий определяется по формуле:

$$Y_{\text{Ппр,д}} = Y_{\text{Пуд,г}} \cdot \Sigma (S_j \cdot K_{n,j}), \quad (4.30)$$

где  $Y_{\text{Пуд,г}}$  – показатель удельного ущерба почвам и земельным ресурсам в  $г$ -регионе, тыс. руб./га ( $Y_{\text{Пуд,г}} = 22$  тыс. руб./га);

$S_j$  – площадь земель  $j$ -го типа, сохраненных от деградации вследствие природоохранной деятельности, га;

$K_{n,j}$  – коэффициент природно-хозяйственной значимости состояния почв  $j$ -го типа, доли единицы тыс. рублей (таб. 12)

Таблица – 12 Суммарные затраты

Виды затрат	Суммарные затраты, руб.
Затраты на питание	13106
Затраты на оплату труда	151350
Затраты на ГСМ	18893
Затраты на амортизацию тех. средств	13274,2
Затраты на лечение пострадавших	81281,93
<b>ИТОГО</b>	<b>277905,13</b>

По приведенным расчетам видно, что экономический ущерб от чрезвычайной ситуации составляет:

$$Y^{\text{общ}} = 13106 + 151350 + 18893 + 13274,2 + 81281,93 = 175453,25 \text{ руб.}$$

Анализируя результаты, приведенные в разделе, можно сделать вывод о том, что аварии на угледобывающих предприятиях влекут за собой большой материальный ущерб и приводят к значительным затратам при восстановлении производства. Фактические потери для народного хозяйства значительно превышают определенный таким образом ущерб, так как в него не включены убытки от простоя предприятия, стоимость проектно-восстановительных работ.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Шахта «Анжерская-Южная» расположена в Кемеровском районе Кемеровской области, в 60 км к северу от областного центра г. Кемерово. В 25 км южнее промплощадки расположен г. Березовский, а в 35 км севернее г. Анжеро-Судженск.

Марка угля добываемая шахтой К, КС.

На шахте выявлены множество вредных факторов производственной среды: (повешенный уровень шума; повышенный уровень вибрации; освещение; неблагоприятные условия микроклимата).

И множество опасных факторов производственной среды: (механические опасности, пожаровзрывоопасность).

#### 5.1.1 Влияние метеоусловий на производственную среду

Известно, что на самочувствие рабочего, выполняющего производственные операции, оказывают определенное влияние условия микроклимата. При выполнении работ в неудовлетворительных условиях микроклимата производительность труда может снижаться на 20–30 %.

Условия микроклимата в шахте зависят от температуры горных пород, глубины горизонта, условий вентиляции, водообильности выработок и т.д. Определенное влияние оказывает и климатический пояс. С целью уменьшения колебаний температуры, обусловленных временем года, воздух, подаваемый в шахту в холодный период года, подогревается, а в теплый – охлаждается. Однако несмотря на это температура воздуха на шахте подвержена большим колебаниям ( $\pm 6,8$  °С). По мере удаления от основного ствола температура воздуха стабилизируется и колебания ее на рабочих местах в тупиковых



выработках не превышают  $\pm 2,8$  °С. В динамике рабочего дня изменения температуры воздуха на рабочих местах практически не происходит.

Наличие капежа в стволах, штольнях и штреках шахт ведёт к быстрому увлажнению воздуха, и относительная влажность становится близкой к 90–95 %. В летнее время при охлаждении атмосферного воздуха в выработках избыток влаги конденсируется на стенах, и относительная влажность воздуха может достигать 100 %. Скорость движения воздуха колеблется от 0,1 до 4–5 м/с, но на постоянных рабочих местах (в забоях), как правило, находится в диапазоне 0,1–0,7 м/с.

Для улучшения условий микроклимата необходимо: улучшить проветривания, регулирование температуры воздуха в рабочей зоне, своевременный отвод воды в выработках.

### 5.1.2 Борьба с угольной пылью

Примесь минеральных частиц в угольной пыли может быть довольно значительной; так, в бурых углях она достигает 25–30 %. Отличить под микроскопом пылинки угля от минеральных частиц довольно трудно, так как большие черные частицы угля покрывают бесцветные минеральные частицы. Мнение, что фиброзы легких в этих случаях вызываются минеральной пылью, подтверждается тем, что в легочной ткани рабочих, вдыхавших угольную пыль с примесью минеральной, химически определяется наличие повышенного количества кремнезема.

Вдыхание угольной и породной пыли вызывают заболевания под общим названием пневмокониозы. Вдыхание угольной пыли вызывает – антракоз, а вдыхание породной – силикоз.

Антракоз может развиваться за 10–12 лет работы, а силикоз за 5–8 лет работы. Профессиональную вредность представляет пыль с размерами от 2 до 10 мкм, а особенно меньше 2 мкм.

Нормы содержания пыли в шахтном воздухе:

1. Пыль породная, угольно – породная содержащая  $\text{SiO}_2$  от 10 до 70 % – норма 2 мг/м<sup>3</sup>.

2. Пыль угольно-породная, угольная содержащая  $\text{SiO}_2$  от 5 до 10 % – норма 4 мг/м<sup>3</sup>.

3. Пыль антрацита, содержащая  $\text{SiO}_2$  до 5 % – норма 6 мг/м<sup>3</sup>.

4. Пыль каменных углей, содержащая  $\text{SiO}_2$  до 5 % – норма 10 мг/м<sup>3</sup>.

Профессиональную ведомость по заболеванию силикозом представляет пыль содержащая  $\text{SiO}_2$  больше 10 %.

Проектом комплексного обеспыливания предусматриваются следующие способы борьбы запыленностью воздуха в шахте:

- предварительное увлажнение угольного массива;
- применения орошения при выемке угля комбайнами в очистном и подготовительных забоях;
- бурение шпуров и скважин с промывкой;
- орошение угля и породы в местах их перегрузки и погрузки;
- применение специальных пылеулавливающих устройств (кожухов) в местах погрузок и перегрузок угля.

### 5.1.3 Освещение

Логично предположить, что лучшие условия освещенности способствуют сокращению числа несчастных случаев на производстве, повышению производительности труда и уменьшению риска для здоровья занятого на производстве персонала, однако подтвердить это цифрами нелегко. Освещенность является лишь одним из великого множества факторов, так или иначе влияющих на производительность труда и уровень безопасности работ в шахтах, поэтому сложно напрямую оценить ее значение.

Освещение выработок осуществляется лампами накаливания и люминесцентными лампами. Действие лампы накаливания основано на излучении света нагревом тела до высокой температуры. В современных

лампах накаливания источником излучения является вольфрамовая нить, нагревания проходящим через нее током. Нить свита в спираль и помещена в стеклянную колбу. Люминесцентная лампа относится газоразрядным лампам. Ток во включенной лампе представляет собой электрический разряд в ртутных парах, которые излучают при этом ультрафиолетовые лучи, вызывающие свечение люминофора. Для освещения выработок шахты применяют стационарные светильники, питающие от сети и переносные светильники, получающие питание от аккумуляторных батарей.

На шахте применяются:

- светильники с лампами накаливания типа РП-100, РП-150, РП-200, РН-60, Рн100;

- светильники с люминесцентными лампами типа РИЛ-20, РВЛ-15, РВЛ-20, РВЛ-20м, РВЛ-20М, РВЛ-80М;

- аккумуляторные светильники типа СГГ-3.

Этого освещения достаточно для выемочных участков, так как светильники устанавливаются через 3 метра по всей протяженности участка.

#### 5.1.4 Шум

Борьба с шумом с каждым годом приобретает все большее и большее значение, т.к. излишний шум является раздражителем нервной системы чел. под его воздействием происходит быстрая утомляемость, падает производительность труда на 10–20 %, а при умственной работе до 40 %. Наблюдается расстройство со стороны желудочно-кишечного тракта и желез внутренней секреции. Излишний шум влияет и на органы слуха, что может привести к проф. заболеванию тугоухости.

Под воздействием сильного звукового давления даже может произойти прободение барабанной перепонки. Кроме всего этого излишний шум в шахте затрудняет распознавание сигналов, а также звуков предшествующих внезапным выбросам угля и газа и горным ударами. Нормируемым параметром

шума является уровень интенсивности звука, который измеряется в Дцб. Вредным для здоровья считается уровень 80 дБ и более 155 дБ – при длительном воздействии вызывает ожоги, 180 дБ – смертельно.

Борьба с шумом заключается в следующем:

1. Замена шумных тех. процессов менее шумными.
2. Применением звукопоглощающих прокладок.
3. Снижения шума можно добиться при конструировании машин, за счёт устранения причин, вызывающих шум.
4. На вентиляторах снижение шума достигается за счёт применения различного рода глушителей: сотовых, пластинчатых, реактивных.
5. Применение индивидуальных средств защиты от шума противошумных наушников, противошумные заглушки антифоны.

#### 5.1.5 Вибрация

Различают местную и общую вибрации:

Местная вибрация – когда вибрации подвержены отдельные части тела человека (работающие на отбойных молотках, перфораторах, сверлах и машинисты добычных комбайнов).

Общие вибрации – когда вибрации подвержено все тело человека (машинист электровоза, машинист ППМ и проходческих комбайнов).

Вредное воздействие вибрации заключается в нарушении сердечно-сосудистой деятельности, в расстройстве опорно-двигательного аппарата и может возникнуть вибрационная болезнь развитию которой способствует постоянное напряжение мышц и холод.

Борьба с вибрационной болезнью заключается:

- 1) Применение различного рода вибро-гасящих устройств.
- 2) Применением вибро-защитных рукавиц и вибро-защитных ботинок.
- 3) Проводится профилактика шумовой и вибрац. болезни состоящая в опред. режиме труда и отдыха:

- запрещается допускать к работе на виброинструм. лиц моложе 18 лет;

- длительность рабочей смены для подземных рабочих не должна превышать 6 часов и 8 часов на поверхности;

- при работе с виброопасными ручными машинами, отношение суммарного времени работы и отдыха должно равняться 1 х 1;

- отдых между сменами должен быть не менее двойной длительности рабочей смены;

- работа в ночную смену должна сокращаться, а сверхурочные работы не допускаются.

4) Переход из одной смены в другую следует предусматривать:

- не чаще чем через 5–6 дней. Общая продолжит. Работ связанных с воздействием шума и вибрации не должна превышать 18 раб. дней/мес.;

- выходные дни следует предусматривать равномерно в течении месяца.

Должна производиться и медицинская профилактика вибрационной болезни заключается в 2-х разовой в течении года витаминизации витаминами В и С, массажем мышц плечевого пояса, лечебная гимнастика, ультра-фиолетовое облучение. Лица, у которых обнаружены признаки вибрационной болезни к работе на виброинструменте не допускаются.

Для этих целей применяют специальные виброгасящие пружинные каретки, специальные пневмоподдержки, исключаящие постоянный контакт человека с вибрирующим инструментом. Для предупреждения распространения вибраций на рабочие места проводятся технические мероприятия, заключающиеся в устройстве специальных фундаментов или амортизаторов.

## 5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

### 5.2.1 Механические опасности

Риски аварий, обусловленных неработоспособностью средств автоматики, воздействием движущихся машин и механизмов, определяются в основном двумя факторами: неисправностью самих средств автоматики и ошибки персонала.

Современные средства автоматики и защиты отличаются достаточно высокой степенью надежности. Квалификация персонала оставляет желать лучшего. На шахте имеет место практика включения машин и механизмов при наличии людей в опасной зоне, поражения электрическим током во время ремонтных, пусконаладочных работ в системах управления и автоматики, игнорирования предупреждающих и запрещающих знаков и сигналов, несанкционированного вмешательства в работу блокировок.

Для снижения риска, обусловленных воздействием движущихся машин и механизмов, неисправностью средств автоматизации предоставляется целесообразным:

- улучшить профессиональный отбор по медицинским показателям в первую очередь для машинистов горных выемочных машин, машинистов дизелевозов, подъемных машин, бурильных станков и др.;
- организовать систему повышения квалификации персонала, проверки знаний, изучение вновь поступившего оборудования;
- ограничить вмешательство персонала рабочих смен в работу средств автоматики, управления и связи, тщательно расследовать каждый случай вскрытия аппаратуры опломбированной в ремонтную смену;
- усилить контроль работоспособности предупредительной сигнализации.

### 5.2.2 Электроопасность

В настоящее время на шахте проводится внедрение новых высокопроизводительных механизированных комплексов на базе комбайнов УКД-300, КДК-500 и КДК-700, питающихся напряжением 1140 В, в состав которых входят взрывозащищенные полупроводниковые преобразователи частоты для привода подачи комбайнов. Для пуска шахтных ленточных конвейеров также широко применяются устройства плавного пуска на базе тиристорных регуляторов напряжения.

Внедрение регулируемых приводов сопровождается как технически сложными вопросами обеспечения взрывобезопасности и надежности эксплуатации силовых полупроводниковых приборов в сложных условиях угольных шахт, так и не простыми вопросами обеспечения электробезопасности их эксплуатации. Связано это с тем, что при введении силовых полупроводниковых приборов обычная распределительная сеть становится комбинированной, т.е. содержит дополнительно участок сети постоянного тока и участок сети с регулируемой частотой от 0 до 100 Гц и более. Каждый из этих участков определяет особенности эксплуатации и наличие различных требований по обеспечению электробезопасности, причем, учитывая, что участки находятся в одной сети необходимо комплексное решение проблемы защиты от аварийных режимов и, в частности, защиты человека от поражения электрическим током.

При этом вопросы электробезопасности эксплуатации такого оборудования традиционным путем решить невозможно.

Обусловлено это целым рядом причин, при которых возможно возникновение аварийных ситуаций в распределительной сети, когда реле утечки не может обеспечить защиту от поражения людей электрическим током.

К основным причинам, препятствующим безопасной эксплуатации комбинированных электрических сетей, относятся следующие:

- существующие реле утечки, принцип действия которых основан на наложении постоянного измерительного тока на контролируемую сеть, могут быть заблокированы при возникновении утечек или плавном снижении сопротивления изоляции в звене постоянного тока силовых полупроводниковых установок;

- применение новых кабелей с шестью силовыми жилами типа КГЭШВ, КГЭШР, КГЭБУШВ привело к существенному увеличению емкости сети в целом и отдельных ответвлений в частности (ориентировочно в полтора раза), что привело к значительному увеличению токов утечек, а соответственно к повышению тяжести возможных аварий;

- наличие в частотном преобразователе звена постоянного тока не позволяет выявить поврежденную фазу после преобразователя и произвести ее защитное шунтирование;

- управляемые полупроводниковые приборы в силовой сети, преобразующие ток основной частоты 50 Гц в токи частотой от 0 до 100 Гц и более, являются источником помех, переходные процессы, сопровождающие ток утечки на землю, имеют сложный характер, их описание затруднено;

- после отключения электродвигателей возникает длительно действующая ЭДС выбега, причем в двигателе подачи после преобразователя частоты ЭДС выбега имеет форму и частоту, отличающиеся от основной частоты.

Обеспечение защиты в этом случае, согласно рекомендациям института МакНИИ, должно быть достигнуто за счет следующих организационно-технических мероприятий:

- длина кабеля электроснабжения от трансформаторной подстанции до потребителя с частотным преобразователем должна быть не более 700 м, с учетом того, чтобы емкость его не превышала 0,5 мкФ на фазу;

- система электроснабжения и управления должна быть построена так, чтобы потребитель запитывался от отдельной трансформаторной подстанции; в случае питания от этой подстанции других потребителей, их подключают к



разделительному трансформатору с установкой отдельного аппарата защиты от утечек на землю;

- перед началом каждой смены следует производить проверку срабатывания аппарата защиты кнопкой «Проверка» при включенных двигателях подачи;

- в процессе работы необходимо периодически (не менее 3-х раз в смену) проверять показания килоомметра для оценки состояния изоляции питающего кабеля, а также оценивать техническое состояние электрической части по контролируемым параметрам системы управления;

- для электроснабжения потребителя следует применять гибкие бронированные кабели, обладающие повышенной механической прочностью и электрической прочностью изоляции;

- в начале смены необходимо проводить визуальную проверку состояния электрооборудования и кабелей.

### 5.2.3 Пожаровзрывоопасность

Пожаровзрывоопасность возможна только при наличии объекта воспламенения и источника воспламенения.

Объектами воспламенения являются:

- скопление газометановой смеси;
- взрывоопасной концентрацией пыли во взвешенном состоянии.

Основными источниками воспламенения являются:

- электрическая дуга;
- курение;
- взрывные работы.

В последствии возникновения пожаровзрывоопасности будут связаны с массовой гибелью людей, полной или длительной приостановкой предприятия.

Для снижения уровня пожаровзрывоопасности необходимо применить такие мероприятия как:

- составит график работы дизелевозного транспорта для того чтобы исключить его работу во время производства работ по бурению разгрузочных и дегазационных скважин, а также во время работы проходческих комбайнов;
- усилить контроль работоспособности систем АГК;
- провести повторное обучение и проверку знаний операторов;
- разработать и реализовать меры по снижению вероятности возникновения пожаров, проноса курительных принадлежностей и курения;
- исключить или значительно ограничить возможность ведения взрывных работ, усилить контроль соблюдения норм безопасности при взрывных работах;

### 5.3 Охрана окружающей среды

#### 5.3.1 Анализ воздействия объекта на атмосферу

Процесс добычи углей сопровождается пылевыми и газовыми выбросами. При подземной добыче угля основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются газопылевые выбросы из горных выработок и газопылевые выделения из породных отвалов. Добыча 1 млн. т угля сопровождается выделением 16 млн. м<sup>3</sup> метана и 9 млн. м<sup>3</sup> двуокиси углерода. Из 23 подземных горных выработок шахт в атмосферу земли ежегодно поступает около 0,02 млн. тонн пыли.

Существенным фактором загрязнения атмосферного воздуха является также выделение значительного количества пыли, газообразных, в том числе ядовитых продуктов и дыма с поверхности отвалов пород (терриконов), что обусловлено эрозией, окислением и горением в терриконах породы, содержащей значительное количество угля.

Количество выбросов пыли в атмосферу не превышает предельно допустимых значений.

### 5.3.2 Анализ объекта на гидросферу

Производится очистка хозяйственных стоков на очистных сооружениях производительностью 400 м<sup>3</sup>. сут. Очищенные хозяйственные стоки с БПК 20 до 15 мг/л по самотечному коллектору сбрасываются в р.Ерпак. Объем стоков – 368,2 м<sup>3</sup>. сут.

Шахтные воды и производственные стоки поступают в прудотстойник, а затем на очистные сооружения шахтных вод, где очищаются до содержания взвешанных веществ 5–10 мг/л при предельно допустимой концентрации 15,9 мг/л. После очистки часть воды используется на технологические нужды самих очистных сооружений и для основной пром. площадки. Остальное сбрасывается в р. Ерпак. Нормальный приток шахтных вод 40,3 тыс. м<sup>3</sup> сут., расход производственных стоков – 5,5 тыс. м<sup>3</sup>. сут.

### 5.3.3 Анализ воздействия объекта на литосферу

Рекультивация нарушенных земель.

Общая площадь нарушенных земель составляет 314 га.

Основное направление рекультивации – лесонасаждения различного назначения (59 га), платообразные поверхности породных отвалов и участки на незалесенных площадях под посев травосмесей (29 га – кормовые угодья), площадка после разборки терриконика – под лесопарковую зону. Площади, предназначенные для сенокосов и пастбищ, а также лесопарковая зона, покрываются плодородным слоем почвы (ПСП) мощностью 30 см, предварительно снятым с нарушаемых площадей. Объем наносимой ПСП на объекты рекультивации – 167 тыс. м<sup>3</sup>. Общий объем земляных работ технического этапа рекультивации – 1998 тыс. м<sup>3</sup>.

Утилизация отходов производства.

По данным геологического отчета вмещающие породы ценных компонентов не содержат.

Крепкие разности пород, представленные песчаниками и алевролитами, при условии их селективной выемки и выдачи из шахты могут быть использованы в качестве сырья для производства щебня. Однако необходимо провести исследования в этом направлении.

#### 5.3.4 Решение по обеспечению экологической безопасности

Настоящим разделом определяются мероприятия по уменьшению вредного воздействия производственного процесса при эксплуатации шахты на окружающую среду.

Основными загрязняющими факторами производственно-хозяйственной деятельности при эксплуатации шахты являются:

- сброс в естественные водотоки и водоемы загрязненных вод шахтного водоотлива, производственные стоки от котельной, техкомплекса и др. объектов промплощадки, хозбытовые стоки;

- пылегазовые выбросы в атмосферу от котельной на промплощадке,

- выбросы в атмосферу аспирационных систем надшахтного здания нового скипового ствола, здания перегрузки № 2 и бункера угля для котельной.

- загрязнения атмосферы от горения породной смеси и пылеобразования на поверхности существующего терриконика и породного отвала, и проектируемого породного отвала;

- пылеобразования на технологических автодорогах;

- нарушение естественной поверхности рельефа на площадях, отведенных для строительства зданий и сооружений, размещения отвала пустых пород, прудов-отстойников, автодорог и других линейных коммуникаций с вырубкой лесных массивов. Общая площадь вновь отводимых на эти цели земель до 2000 г. составит 152 га;

- деформация земной поверхности в результате ее оседания при обрушении кровли отработанных угольных пластов. Величина прогиба поверхности земли составляет по максимуму, согласно расчету, от 0,5 до 2 м,

что с учетом длительности процесса сдвижения не приводит к заметному изменению рельефа и появлению западинных участков. Учитывая, что общее оседание поверхности не оказывает существенного влияния на природный ландшафт, проведение каких – либо специальных мероприятий, связанных с ликвидацией последствий от оседания, не предусматривается. Шахта выполнила ряд необходимых мероприятий для значительного уменьшения отрицательного воздействия производственных процессов при эксплуатации шахты на природную среду.

#### 5.4 Защита в чрезвычайных ситуаций

На шахте «Анжерска-Южная» возможны чрезвычайные ситуации такого характера как:

- землетрясение;
- прорыв дамбы на р. Ерпак.

В результате землетрясения в шахте может произойти обрушение горных пород и пересып выработок. Для предотвращения возможных обрушений в наиболее опасных участках устанавливаются дополнительные крепи. Чтобы предотвратить чрезвычайные ситуации необходимо производить постоянный сейсмический прогноз на возможность возникновения землетрясения.

При землетрясении горный диспетчер получив информацию оповещает подземных рабочих о землетрясении системой ШТСИ-4, «Талнах» и телефонами. Дает команду прекратить все работы в шахте и вывести людей на поверхность. Раздатчику склада ВМ покинуть склад и поставить его на сигнализацию. По громкоговорящей связи – вывести людей, с поверхностных зданий и сооружений, на улицу в безопасное место. Люди из всей шахты выходят на поверхность своими запасными выходами, люди из поверхностных зданий и сооружений выходят на улицу в безопасное место. Начальник участка ВГС, получив вводную от руководителя ТСУ, формирует участковые

горноспасательные команды (УГК), оценивает обстановку и принимает решение, ставит задачу членам УГК на разборку завала до прихода ВГСЧ, следит за соблюдением мер безопасности. Члены УГК разбирают завал и производят подкрепку аварийной выработки. Отделение ВГСЧ получив задание на разборку завала и перекрепку на Основном штреке пл. XXVII «Запад» за Путевым уклоном № 2, поиск пострадавшего совместно с УГК, оказание первой медицинской помощи пострадавшему и транспортировки его на поверхность, следует по маршруту к месту образовавшегося завала. Члены УГК разбирают завал, извлекают пострадавшего и оказывают первую медицинскую помощь пострадавшему, транспортируют его на поверхность совместно с прибывшим к месту отделением ВГСЧ.

#### 5.5 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

В целом представленные выше данные свидетельствуют о том, что на горнодобывающих предприятиях были и продолжают оставаться особо вредные условия труда, определяющие высокий профессиональный риск повреждения здоровья работникам. Имеют место высокие уровни профессиональной заболеваемости, наблюдается тенденция её роста. Планируемая интенсификация добычи и переработка полезных ископаемых обеспечит высокую производительность труда, но может привести к изменению его характера, тяжести, напряженности и выраженности на рабочих местах производственных факторов. Все это требует всесторонней гигиенической оценки внедряемого оборудования, машин и механизмов, установления уровней и дозовых нагрузок на работающих, факторов рабочей среды и трудового процесса. На этой основе должны быть разработаны опережающие профилактические мероприятия, гигиенические требования к нормализации условий труда горнорабочих с учётом инновационных процессов при добыче и переработке полезных ископаемых.

## Заключение

Угольная отрасль остается важным сектором глобального энергетического и угольного топлива – занимают «второе место» в мировом энергетическом балансе. Развитие этой отрасли является более стабильным, чем, скажем нефтяная. Среди них – и гораздо более высокий уровень безопасности разведанных ресурсов, и продолжающийся спрос со стороны, прежде всего, электроэнергетики и металлургии. Тем не менее, в соответствии с экологическими критериями, угольной промышленности на условиях труда шахтеров находится в менее выгодном положении, чем нефтяная и особенно природного газа.

Россия располагает мощной сырьевой базой углей, занимая по количеству запасов (274 млрд. т) 2 место в мире после США. Ресурсный потенциал страны значителен.

Особенностью российской минерально-сырьевой базы угольной промышленности является концентрация основной части запасов в восточных регионах, главным образом в Кузнецком и Канско-Ачинском угольных бассейнах.

Шахта является опасным производственным объектом. Любая авария происходящая на шахте является «катастрофической». Так как может повлечь за собой множество человеческих жертв и полную либо частичную приостановку предприятия. Основные причины аварии: нарушение технологии выемки угля; наличие самовозгорания угля в брошенных выработках; накопление газа метана в больших концентрациях.

Определили основные причины аварий на шахте:

- взрывы;
- пожары;
- газодинамическое явление.

Последствия аварий на шахте всегда рассматриваются, как «катастрофические». Из-за массовой гибели людей, огромного материального ущерба и полной либо частичной приостановкой предприятия.

Вероятность возникновения взрыва составляет  $2,58 \cdot 10^{-5}$ .

Вероятность пожаров составляет  $1,17 \cdot 10^{-3}$ .

Необходимо разработать рекомендации по обеспечению безопасности путем внедрения вентиляторной системы и бетонных перемычек между действующими и брошенными выработками.



## Список публикаций

1. Грибанов А.М. Обеспечение питанием и водой спасательных формирований и пострадавшего населения при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций / А.М. Грибанов, Ю.М. Грибанова, П.В. Родионов // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 2-х томах, Томск, 5–6 Ноября 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 2. – С. 156–160.

2. Грибанова Ю.М. Система комплексной безопасности образовательного учреждения / Ю.М. Грибанова // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. В 2-х томах, Томск, 5–6 Ноября 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 2. – С. 327–331.

3. Грибанова Ю.М. Природоохранные мероприятия на промышленном предприятии / Ю.М. Грибанова, А.М. Грибанов, Е.С. Торосян // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 27–28 Ноября 2014. – Томск: ТПУ, 2014. – С. 250–256.

4. Грибанова Ю.М. Пожарная тактика / Ю.М. Грибанова, Грибанов А.М. // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 9–11 Апреля 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 774–776.

## Список используемых источников

1. Промышленность [Электронный ресурс] / Википедия, 2016. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Промышленность>. Дата обращения: 08.04.2016 г.
2. Опасные производственные объекты: [Электронный ресурс] / Отдлаб.ру, 2014. – Режим доступа: <http://otd-lab.ru/stati/promyshlennaya-bezopasnost/obshchie/opasnye-proizvodstvennyye-obekty>. Дата обращения 05.04.2016 г.
3. Присвоение класса опасности [Электронный ресурс] / Центр промышленной безопасности, проектирования и экспертизы, 2014. – Режим доступа: <http://ovk-expert.ru/prisvoenie-klassa-opasnosti.html>. Дата обращения: 09.04.2016 г.
4. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) [Электронный ресурс] / Консультант плюс: Законодательство; Версия Проф. – <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=183010#0>. Дата обращения: 05.04.2016 г.
5. Классификация опасных производственных объектов [Электронный ресурс] / Техноконс, 2014. – Режим доступа: <http://technoconsgroup.ru/promyshlennyu-konsalting/157-klassifikaciya-opasnyh-proizvodstvennyh-obektov.html>. Дата обращения: 05.04.2016 г.
6. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело: учебное пособие / В.А. Портола, П.В. Бурков, В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 196 с.
7. Шахта [Электронный ресурс] / MiningWiki, 2015. – Режим доступа: <http://miningwiki.ru/wiki/Шахта>. Дата обращения: 06.04.2016 г.
8. Шахта [Электронный ресурс] / Горная энциклопедия, 2015. – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/sh/shaxta>. Дата обращения: 25.04.2016 г.

9. Как устроена угольная шахта [Электронный ресурс] / Южная угольная компания, 2013. – Режим доступа: <http://www.southcoal.ru/pubs/205.html>. Дата обращения: 26.04.2016 г.

10. РД 05-328-99 Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам [Электронный ресурс] / Сборник нормативных документов по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в угольной промышленности; 3-е изд., испр., 2004.– Выпуск 2 «Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах». – Режим доступа: <http://aquagroup.ru/normdocs/9743#i152437>. Дата обращения: 12.04.2016.

11. Инструкция по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок [Электронный ресурс] / Нормативные документы по вопросам охраны недр и геолого-маркшейдерского контроля, 2002. – Выпуск 8 «Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль». – Режим доступа: <http://aquagroup.ru/normdocs/13135>. Дата обращения: 12.04.2016.

12. ПБ 03-553-03 Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. – М.: НПО ОБТ, 2003. – 150 с.

13. Охрана труда / К.З. Ушаков, Б.Ф. Кирин, Н.В. Ножкин и др.; под ред. К.З. Ушакова. – М.: Недра, 1986. – 628 с.

14. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело: учебник для вузов / К.З. Ушаков, Н.О. Календина, Б.Ф. Кирин и др.; под общ. ред. К.З. Ушакова; 2-е изд., стор. – М: Издат-во МГГУ, 2002. – 487 с.

15. Анализ и причины травматизма за 2015 год [Электронный ресурс] / Государственная инспекция труда, 2016. – Режим доступа: <http://git42.rostrud.ru/news/388091.html>. Дата обращения: 29.04,2016 г.

16. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2014 [Электронный ресурс] / Ростехнадзор, 2013–2016. – Режим доступа: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/). Дата обращения: 30.04.2016 г.

17. Прогноз и профилактика эндогенных пожаров / В.С. Веселовский, Л.Н. Виноградова, Г.Н. Орлеанская и др. – М.: Наука, 1964. – 246 с.
18. Хенли Э.Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э.Дж. Хенли, Х. Кумамото. – М.: Машиностроение, 1984. – 526 с.
19. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда) / П.П. Кукин, и др. – М.: Высш. Шк., 1999. – 335 с.
20. Ветошкин А.Г. Техногенный риск и безопасность / А.Г. Ветошкин, К.Р. Таранцева. – Пенза: Изд-во Пенз. Гос. Ун-та, 2001. – 171 с.
21. Касьяненко А.А. Анализ риска аварий техногенных систем: Монография / А.А. Касьяненко, К.Ю. Михайличенко. – М.: Изд-во РУДН, 2008. – 182 с.
22. Измалков В.И. Техногенная и экологическая безопасность и управление риском / В.И. Измалков, А.В. Измалков. – С-Пб.: НИЦЭБ РАН, 1998. – 482 с.
23. Багров А.В. Техногенные системы и теория риска / . А.В. Багров, А.К. Муртазов // Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина. – Рязань, 2010. – 207 с.
24. Алымов В.Т. Техногенный риск. Анализ риска: учебное пособие для вузов / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005 – 113 с.
25. Браун Дэвид Б. Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности / Дэвид Б. Браун. – М.: Машиностроение, 1979. – 359 с.
26. ГОСТ 511901.1-2002. Государственный стандарт Российской Федерации. Метод анализа риска. Общие требования. – М.: «Кодекс», 2005. – 58 с.
27. ГОСТ Р ИСО/ МЭК 31010-2011. НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.
28. Технический проект разработки Березово-Бирюлинского каменноугольного месторождения. Оработка запасов участков Бирюлинских IV-VI и Северо-Бирюлинского в лицензионных границах шахты «Анжерская-Южная». – ООО «НПЦ ВостНИИ», 1998.

29. Техническое перевооружение шахты «Анжерская-Южная» при подготовке и отработки лавы 7-1-4 пласта XXVII по решению «Технического проекта разработки Березово-Бирюлинского каменноугольного месторождения». – ООО «НПЦ ВостНИИ», 1998.
30. ГОСТ 25543-88. Межгосударственный стандарт угли бурые, каменные и антрациты. Марка угля. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 23 с.
31. Выбросоопасность и удароопасность пласта XXVII. – Заключение специальной лаборатории НЦ ВостНИИ № 14-7 КГ от 05.12.2007 г.
32. Выбросоопасность и удароопасность пласта XXVII. – Заключение ВНИМИ № 37 от 21.12.2004 г.
33. Определение инкубационного периода. – ООО «НИИГД» 17.05.2011 г.
34. Касьяненко Т.Г. Инвестиции: учебное пособие / Т.Г. Касьяненко, Г.А. Маховикова. – М.: 2009 – 240 с.
35. Викторов С. Д. Анализ методов управления процессом разрушения горных пород взрывом / С.Д. Викторов, Н.Н. Казаков, В.М. Заклинский // Горный журнал. – 1957. – № 7. – С. 49–47.
36. Покровский Г. И. Действие удара и взрыва в деформированных средах / Г.И. Покровский, Н.С.Федоров. – М.: Стройиздат, 1957. – 275 с.
37. Власов О.Е. Основы теории действия взрыва / О.Е. Власов. – М: Изд. ВИА, 1957. – 407 с.
38. Адушкин В.В. Модельные исследования разрушения горных пород взрывом / В.В. Адушкин // Сборник «Физические проблемы разрушения горных пород». – М., ИПКОН РАН, 1998. – С. 18–29.
39. Власов О.Е. К основам теории разрушения горных пород действием взрыва / О.Е. Власов // Вопросы теории разрушения горных пород действием взрыва. – М: Изд-во АН СССР, 1998. – С. 44–61.
40. Мурзиков И.М. Разрушение горных пород взрывом / И.М. Мурзиков // Известия вузов. Горный журнал. – 2001. – № 6. – С. 102–105.

41. Линденау Н.И. Происхождение, профилактика и тушение эндогенных пожаров в угольных шахтах / Н.И. Линденау, В. М. Маевская, В.Ф. Крылов. – М.: Недра, 1977. – 320 с.
42. В.Т. Хорольский Оценка эндогенной пожарной опасности выемочных полей пластов полного и наклонного падений / В.Т. Хорольский, И.А. Шайтан // Горноспасательное дело. – Донецк, 1976. – С. 25–30.
43. Глузберг Е.И. Комплексная профилактика газовой и пожарной опасности в угольных шахтах / Е. И. Глузберг, Н.Ф. Гращенков, В.С. Шалаев. – М.: Недра, 1988. – 181 с.
44. Горная энциклопедия / Под редакцией Е.А. Козловского. – М.: Советская энциклопедия, 1984–1991. – 2900 с.
45. Научные основы борьбы с самовозгоранием углей / В.С. Веселовский, Г.А. Орлеанская, Е.А. Терпогосова и др. – М.: Наука, 1964. – 52 с.
46. Физические основы самовозгорания угля и руд / В.С. Веселовский, Л.Н. Виноградова, Г.Н. Орлеанская и др. – М.: Наука, 1972. – 148 с.
47. Игишев В.Г. Борьба с самовозгоранием угля в шахтах / В.Г. Игишев. – М.: Недра, 1987. – 47 с.
48. Газодинамическое явление в угольных шахтах [Электронный ресурс] / Форум энергетиков, 2011. – Режим доступа: <http://www.svoruem.com/forum/3467.html>. Дата обращения: 4.06.2016 г.
49. Газодинамические явления при ведении горных работ в шахте [Электронный ресурс] / Уголь Донбаса, 2015. – Режим доступа: <http://coal.in.ua/gornoe-delo/degazaciya-ugolnyx-plastov/3024-gazodinamicheskie-yavleniya-pri-vedenii-gornyx.html>. Дата обращения: 04.06.2016 г.
50. Газодинамические явления и их классификация [Электронный ресурс] / Вуневере.Ру, 2016. – Режим доступа: <http://vunivere.ru/work9354>. Дата обращения: 4.06.2016 г.