

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

---

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Оценка риска возникновения аварийных ситуаций на опасном производственном объекте</b>

УДК 614.8-047.43:658.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E51	Милюченко Андрей Дмитриевич		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2020 г.

## Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
Профиль		
6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО ( ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателя, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия	Требования ФГОС ВО (ПК-12,

8	техносферных опасностей на человека и природную среду	ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф. стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

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

---

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
20.03.01 Техносферная  
безопасность  
\_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
04.02.2020 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E51	Милюченко Андрею Дмитриевичу

Тема работы:

**Оценка риска возникновения аварийных ситуаций на опасном  
производственном объекте**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

139-47/С от 18.05.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

05.06.2020 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<i>Объект исследования – сварочный участок на опасном производственном объекте</i>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Характеристика сварочного оборудования;</li><li>- Описание опасного производственного объекта;</li><li>- Анализ основных причин реализации чрезвычайных ситуаций на опасном производственном объекте;</li><li>- Моделирование типовых сценариев развития чрезвычайной ситуации;</li><li>- Расчет вероятных зон действия поражающих</li></ul>

	<i>факторов; - Разработка рекомендаций по снижению вероятности реализации ЧС.</i>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	04.02.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина Анна Николаевна	к.х.н.		04.02.2020 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E51	Милюченко Андрей Дмитриевич		04.02.2020 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение контроля и диагностики  
 Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2020 г.	Раздел «Обзор литературы», подбор литературы, проведение теоретических обоснований	20
23.03.2020 г.	Раздел «Объект и методы исследования», рассмотрение методов оценки рисков	10
06.04.2020 г.	Раздел «Расчеты и аналитика», возможные аварийные ситуации и их расчет	15
20.04.2020 г.	Раздел «Расчеты и аналитика», оценка рисков на основе полученных результатов	15
11.05.2020 г.	Раздел «Расчеты и аналитика», предложение инженерно-технических мероприятий	10
25.05.2020 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
08.06.2020 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2020

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2020

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1E51	Милюченко Андрею Дмитриевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	20.03.01 Техносферная безопасность

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): Материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	<i>Анализ конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
3 Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	<i>Интегральный показатель ресурсоэффективности.</i>
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности ИР</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Диаграмма Ганта</li> <li>4. Бюджет НИ</li> <li>5. Основные показатели эффективности НИ</li> </ol>	
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2020

Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
------------------	------------	-------------------------------	----------------	-------------

Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н. доцент		
--------	--------------------------	------------------	--	--

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1E51	Милюченко Андрей Дмитриевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1E51	Милюченко Андрею Дмитриевичу

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

Тема ВКР:

**Оценка риска возникновения аварийных ситуаций на опасном  
производственном объекте**

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования является баллон с ацетиленом</p> <p>Рабочая зона – газосварочный участок на опасном производственном объекте</p> <p>Область применения – газосварочные работы проводятся в закрытом помещении площадью 42 м<sup>2</sup></p>
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.</p> <p>ГОСТ 12.4.011-89</p> <p>Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рабочих. Общие требования и классификации.</p> <p>СанПиН 2.2.4-548-96</p> <p>СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p>
---	---

	<p>ГОСТ 34347-2017 Сосуды и аппараты стальные сварные.</p> <p>ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Освещенность;</li> <li>– неудовлетворительный микроклимат рабочей зоны (повышенная или пониженная температура воздуха и тд.);</li> <li>– повышенный уровень шума, вибрации, на рабочем месте;</li> <li>– физические перегрузки (статические и динамические);</li> <li>– нервнопсихические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение, зрения и др.);</li> </ul> <p>Опасные</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– опасная температура поверхностей оборудования и материалов;</li> <li>– опасный уровень давления в технологическом оборудовании и трубопроводах.</li> <li>– Химические</li> <li>– Механические</li> <li>– Статическое электричество</li> <li>– Электробезопасность</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– создание необходимой физической стойкости к поражающим факторам ЧС;</li> <li>– создание запасов дефицитных материалов для аварийно- восстановительных работ;</li> <li>– локальная защита объектов и небольших участков территории.</li> <li>– создание и совершенствование автоматических систем обнаружения утечки опасных веществ и отключения аварийных участков;</li> <li>– использование сооружений очистных установок в виде мокрых и сухих пылеуловителей для химической и электрической очистки газов, а также для улавливания ценных веществ, утилизации отходов и др</li> </ul>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Аварии, возникающие при работе с ацетиленом, приводят к ЧС, так как в результате воспламенения ацетилена возможен пожар, разрушения сооружений, гибель людей, значительные потери материальных ценностей, загрязнение окружающей среды.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.03.2020
--	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E51	Милоченко Андрей Дмитриевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 104 с., 3 рис., 25 табл., 27 источников.

Ключевые слова: опасный производственный объект, аварийная ситуация, оценка риска, сосуды под давлением.

Объектом исследования данной работы является газосварочный участок в ремонтно-производственном цеху на АО «Сибирский Химический Комбинат»

Цель работы – оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций на газосварочном участке на опасном производственном объекте.

В ходе работы были рассмотрены существующие методы оценки риска возникновения аварийных ситуаций. Для объекта исследования выявлены основные факторы, приводящие к возникновению аварийных ситуаций при выполнении сварочных работ с применением ацетилена.

В результате исследования были предложены сценарии развития аварийных ситуаций, был выявлен наиболее вероятный сценарий, определена зона поражения при возможном возникновении аварии на участке газовой сварки и резки.

На основании полученных результатов были разработаны рекомендации по снижению вероятности реализации чрезвычайной ситуации.

## Оглавление

Введение.....	14
1. Литературный обзор .....	16
1.2 Анализ рисков на опасных производственных объектах.....	18
2 Объект и методы исследования .....	23
2.2 Объект исследования.....	23
2.3 Участок сварки и газовой резки .....	24
2.4 Устройство газосварочного оборудования.....	27
2.5 Причины аварий при работе с ацетиленовыми баллонами .....	29
2.6 «Дерево событий» и «Дерево отказов».....	31
2.7 Расчет параметров ударной волны при взрыве баллона с ацетиленом.....	35
2.8 Зона поражения тепловым излучением при горении огненного шара	38
3 Методы оценки риска .....	42
3.2 Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС.....	44
4 Разработка мероприятий по снижению риска возникновения аварийной ситуации.....	46
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	48
5.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	48
5.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	48
5.2.2 Анализ конкурентных технических решений .....	49
5.3 SWOT-анализ.....	51
5.4 Планирование научно-исследовательской работы.....	57
5.4.1 Структура работы в рамках научного исследования.....	57
5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	58
5.4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	68
5.4.4 Расчет затрат на сырье и материалы НТИ.....	69
5.4.5 Расчет амортизации специального оборудования .....	69

5.4.6	Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.	71
5.4.7	Отчисления на социальные нужды.....	74
5.4.8	Накладные расходы.....	74
5.4.9	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	75
5.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	75
5.6	Интегральный показатель ресурсоэффективности.....	76
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	78
6.2	ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	78
6.2.1	Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	78
8.	ГОСТ 34347-2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. ....	82
6.2.2	Режим труда и отдыха при ведении работ.....	83
6.2.3	Средства защиты .....	83
6.2.4	Вибрация и защита от нее .....	84
6.2.5	Физические и нервно психологические перегрузки.....	86
6.2.6	Механические опасности.....	87
6.2.7	Термические опасности .....	88
6.2.8	Высокий уровень давления в оборудовании. ....	89
6.2.9	Химические факторы .....	90
6.2.10	Статическое электричество .....	91
6.2.11	Электробезопасность .....	92
6.3.2	Мероприятия по снижению аварийности и экологического ущерба	94
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	95
	Заключение .....	98
	Список использованных источников .....	100

## **ВВЕДЕНИЕ**

В России на данный момент разрабатывается и строится огромное число сложных и новых для нашей страны промышленных объектов повышенной опасности, включающих в свой состав производственные здания и сооружения, с различными аварийноопасными технологическими процессами.

Оценка риска возникновения аварийной ситуации на опасных производственных объектах, является необходимой и неотъемлемой частью для каждого предприятия, а полученный вклад неоценим. [1]

На промышленных объектах, под аварией понимается повреждение или полный выход из строя механических частей или физических объектов во время работы. При этом в результате аварии происходит полное или частичное разрушение технических агрегатов, зданий, сооружений.

Цель работы – оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций на газосварочном участке на опасном производственном объекте.

Задачи исследования:

- рассмотреть возможные причины возникновения аварии на производстве с построением сценариев их развития;
- построить «дерево событий» развития аварийных ситуаций;
- оценить риск реализации ЧС опасном производственном объекте;
- предложить рекомендации по реализации мер, направленных на уменьшение и недопущение возникновения аварийных ситуаций на производстве.

Несмотря на совершенствование процессов, и технологий в промышленном производстве, положение в сфере промышленной безопасности не становится лучше, число аварий и риск на производственных объектах увеличивается.

Объектом исследования является: производственный цех на «АО Сибирский химический комбинат».

Предмет исследования: оценка риска возникновения аварийной ситуации на «АО Сибирский химический комбинат».

Практическая ценность данного исследования состоит в предложении мер, направленных на уменьшение риска.

В результате проведенных исследований разработаны мероприятия по снижению риска возникновения аварийной ситуации на предприятии.

## **1. Литературный обзор**

В современном мире, который определяется высокой динамикой изменений, социальными, политическими и экономическими отношениями, усиливается нестабильность, неопределенность, расширяется круг рисков и масштабы угроз, все больше возрастает вопрос безопасности жизнедеятельности людей. Большое значение среди них имеют социальные и профессиональные риски, которые связаны с безопасностью и гигиеной труда, нежелательными событиями, а также неблагоприятными условиями труда на рабочих местах работников производства.

Производственная среда – это часть среды обитания человека, включающая природно-климатические факторы и факторы, связанные с профессиональной деятельностью, такие как вибрация, токсичные газы, шум. Существуют опасные факторы, которые способны при определенных характерных условиях привести к резкому нарушению здоровья и гибели людей, а также вредные факторы, которые отрицательно влияют на работоспособность работников, и могут повлечь за собой возникновение профессиональных заболеваний и других неблагоприятных последствий. Помимо негативных воздействий, связанных с техническими устройствами, на уровень травматизма также влияют психофизическое состояние и действия работников [2].

Во многих городах России сосредоточено большое количество производств. Металлургическое, химическое, нефтеперерабатывающее, объекты энергетики, машиностроительные предприятия, и многие другие, которые являются частью мощных выбросов в окружающую среду отходов, что в свою очередь является экологически опасным фактором, как для природной среды, так и для людей.

Существуют основные проблемы и факторы риска в области безопасности: низкий уровень производственной и технологической дисциплины; нехватка квалифицированных специалистов, низкий уровень подготовки специалистов и

персонала; недостаточный уровень знаний требований безопасности; высокая степень износа основных производственных фондов.

В согласовании с Федеральным законодательством Российской Федерации от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [3].

Сибирский химический комбинат относится к 1 классу (чрезвычайно высокой опасности № 116-ФЗ от 21.07.1997). В производстве которого используются: опасные химические вещества, применяется оборудование, работающее под давлением от 0,07 до 1,6 Мпа и температуре рабочей среды от 115 до 250 гр.С.

Наиболее вероятным проявлением риска на производстве является возникновение аварийной ситуации. Данная ситуация может произойти в результате событий различного характера:

- природного характера – ураганы, оползни, наводнение, удар молнией, землетрясение и другие причины, повлекшие за собой возникновение нежелательных ситуаций;

- техногенного характера – износ зданий, сооружений, машин и оборудования, ошибки при проектировании или монтаже, злоумышленные действия, ошибки персонала.

Последствиями этих событий будут являться:

- возникновение пожара;

- взрыв;

- нанесение ущерба окружающей среде;

- нанесение вреда персоналу;

- нанесение вреда третьим лицам;

- экономический ущерб;

- поломка механизмов и оборудования;

- снижение производства продукции и остановка производства [4].

## **1.2 Анализ рисков на опасных производственных объектах**

В настоящее время одним из эффективных способов исследования риска возникновения аварийных ситуаций является анализ и его дальнейшая оценка. Рассматривая производственные опасности, которые могут привести к аварийной ситуации, можно оценить возможные последствия аварий, а вследствие этого разработать план мероприятий, направленный на уменьшение полученного ущерба и ликвидацию данных последствий. При оценке риска нужно уделять большое внимание наиболее вероятным причинам возникновения аварийной ситуации на предприятии.

По полученным результатам, можно будет сделать вывод о том, насколько этот риск приемлем или неприемлем. Но в любом случае, должны проводиться организационно-технические мероприятия, направленные на снижение уровня риска и уменьшение размеров ущерба, полученных при той или иной аварийной ситуации на производстве. Рассматривая вопрос производственного травматизма и профессиональных заболеваний, требуется уделять большое внимание, причинам этих явлений, проводя расследование и анализ случаев, повлекших за собой травмы и профзаболевания работников производства. [5]

Риск аварии – это уровень опасности, характеризующий возможность возникновения аварийной ситуации на опасном производственном объекте и тяжесть последствий данной ситуации. Основными количественными показателями риска аварии являются:

технический риск – вероятность отказа технических устройств с определенными последствиями за определенный период функционирования опасного производственного объекта;

индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия на него различных исследуемых факторов опасности аварийных ситуаций;

потенциальный территориальный риск – частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке территории;

коллективный риск – предполагаемое количество пострадавших в результате возникновения возможных аварий за определенный период времени;

социальный риск – зависимость частоты возникновения событий  $F$ , в которых пострадало на определенном уровне не менее  $N$  человек, от этого числа  $N$ . Характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей;

ожидаемый ущерб – математическое ожидание величины ущерба от возникновения возможной аварии за определенный период времени. [6]

Анализ риска аварий на опасных производственных объектах является неотъемлемой частью управления промышленной безопасностью, он заключается в систематическом использовании всей доступной информации касающейся производства, для выявления опасностей и оценки риска возникновения возможных аварийных ситуаций.

Согласно приказу Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»

Анализ опасностей и оценки риска аварий на ОПО представляют собой совокупность научно-технических методов исследования опасностей возникновения, развития и последствий возможных аварий, включающую планирование работ, идентификацию опасностей аварий, оценку риска аварий, установление степени опасности возможных аварий, а также разработку и своевременную корректировку мероприятий по снижению риска аварий [7].

Процесс проведения анализа риска включает следующие основные этапы:

- планирование и организация работ;
- идентификация опасностей;
- оценка риска;
- разработка рекомендаций по уменьшению риска.

На этапе планирования работ следует:

- определить анализируемый опасный производственный объект и дать его общее описание;

- описать причины и проблемы, которые вызвали необходимость проведения анализа риска;
- подобрать группу исполнителей для проведения анализа риска;
- определить и описать источники информации об опасном производственном объекте;
- указать ограничения исходных данных, финансовых ресурсов и другие обстоятельства, определяющие глубину, полноту и детальность проводимого анализа риска;
- четко определить цели и задачи проводимого анализа риска;
- обосновать используемые методы анализа риска;
- определить критерии приемлемого риска.

Основные задачи этапа идентификации опасностей – выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей (сценариев) их реализации. Это ответственный этап анализа, так как не выявленные на этом этапе опасности не подвергаются дальнейшему рассмотрению и исчезают из поля зрения. Основными задачами этапа оценки риска являются:

- определение частоты возникновения аварийных и всех нежелательных событий;
- оценка возможных последствий возникновения аварийных и иных нежелательных событий;
- обобщение оценок риска

Для определения частоты нежелательных событий рекомендуется использовать:

- статистические данные по аварийности и надежности технологической системы, соответствующие специфике опасного производственного объекта или виду деятельности;
- логические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий в система «человек- машина»;
- экспертные оценки путем учета мнения специалистов в данной области.

Оценка последствий включает анализ возможных воздействий на людей, имущество и окружающую природную среду. Для оценки последствий необходимо оценить физические эффекты нежелательных событий (отказы, разрушение технических устройств, зданий, сооружений, пожары, взрывы, выбросы токсичных веществ), уточнить объекты, которые могут быть подвергнуты опасности. [8]

Обобщенная оценка риска (или степень риска) аварий должна отражать состояние промышленной безопасности с учетом показателей риска от всех нежелательных событий, которые могут произойти на опасном производственном объекте.

Разработка рекомендаций по уменьшению риска является заключительным этапом анализа риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценок риска [9].

Традиционный подход к обеспечению безопасности базируется на концепции «абсолютной безопасности». Ее суть сводится к стремлению сделать технику и техносферу абсолютно безопасной для людей и предполагает внедрение всех мер защиты, которые практически осуществимы. Однако сейчас люди пришли к пониманию, что абсолютная безопасность недостижима или связана с огромными, неоправданными для общества финансовыми затратами.

Кроме того, обеспечить нулевой риск в действующих системах невозможно, поэтому человек должен понимать, что риск есть всегда, и быть готовым к возможному возникновению опасной аварийной ситуации.

К настоящему моменту сложились представления о величинах приемлемого (допустимого) и неприемлемого риска.

Приемлемый риск – это допустимый максимально низкий уровень смертности, травматизма или заболеваемости людей, который не влияет на показатели безопасности предприятия, отрасли экономики или государства.

Приемлемый риск представляет собой совокупность мер по соблюдению безопасности и возможностями их достижения. Повышение безопасности на предприятии и снижение величины приемлемого риска с экономической точки

зрения не безгранично. На повышение безопасности технических систем на производстве будут затрачены большие финансовые средства, при этом уменьшится количество средств, выделяемых на заработную плату, приобретение предприятием средств индивидуальной защиты для работников, медицинское обслуживание. При этом социальной сфере производства будет нанесен значительный ущерб. При увеличении значительных затрат на безопасность технический риск уменьшается, но при этом возрастет социально-экономический риск. Значение приемлемого риска определяется в результате учета всех сфер – социальной, технической, экономической [10].

По окончании анализа риска, полученные результаты анализа используются при декларировании промышленной безопасности опасных производственных объектов, экспертизе промышленной безопасности, обосновании технических решений по обеспечению безопасности, страховании, оценке воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и при других процедурах, связанных с анализом безопасности.

С целью профилактики аварийности на производстве, специалисты Ростехнадзора составляют рекомендации по устранению недостатков в организации технологического режима, техники безопасности, охраны труда и с указанием сроков их выполнения, проводят семинары по недопущению случаев аварийности и травматизма [11].

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.2 Объект исследования**

Объектом исследования данной работы является производственный цех на АО «Сибирский Химический Комбинат».

Основной задачей СХК на протяжении многих лет, было получение для оборонных целей и атомной энергетики обогащенного урана-235 и плутония-239, изготовление компонентов ядерных зарядов, разборка и переработка компонентов зарядов, снятых с вооружения, в топливо для АЭС, регенерация отработанного на АЭС топлива, выработка для народного хозяйства электрической и тепловой энергии и производство различных товаров народного потребления.[12]

На сегодняшний день АО «Сибирский химический комбинат» (г. Северск) объединяет четыре завода по обращению с ядерными материалами. Комбинат является единственным в России производителем гексафторида урана (конверсии), а также специализируется на обогащении природного и регенерированного урана, используемого для изготовления топлива для атомных электростанций; аффинажной отчистке природного и регенерированного урана от химических и радиоактивных примесей; производстве фторидов различных металлов повышенной чистоты; производстве стабильных изотопов. Входит в состав Топливной компании Росатома «ТВЭЛ». [13]

На территории завода располагается ремонтно-производственный цех, основное направление деятельности которого, является, производство изделий для нужд предприятия, а также своевременное, качественное выполнение ремонта и обслуживания технических устройств на территории завода.

В производственном цехе, существуют следующие виды опасности, которые способны вызвать аварийную ситуацию.

- Работа на высоте;
- Движущиеся, вибрирующие, вращающиеся предметы и детали;

- Короткое замыкание;
- Производство и эксплуатация грузоподъемного оборудования;
- Прекращение подачи энергоресурсов;
- Стихийные бедствия;
- Возникновение пожара;
- Высокие давления, создаваемые в сосудах, трубопроводах, агрегатах.

В данной работе рассмотрена работа участка сварки и резки металла, где используются баллоны с ацетиленом. В работе с ацетиленовыми баллонами, риск возникновения аварии заключается в чувствительности ацетилена к тепловым и механическим воздействиям, вследствие чего, в баллоне повышается давление способное привести к разгерметизации и последующему взрыву.

### **2.3 Участок сварки и газовой резки**

Сварочный участок имеет размеры 7 на 6 м, площадь 42 м<sup>2</sup>. На участке газовой сварки и резки располагаются 4 сварочных поста со сварочным оборудованием. Так же в цехе находится автомат полуавтоматической сварки. В состав сварочного оборудования входят: стол для удержания заготовок, баллоны с ацетиленом и кислородом, запорная арматура, шланги, резак и горелки с насадками.

К основным, и более распространенным видам сварки можно отнести дуговую сварку металла, ручную дуговую сварку металла, автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом.

Дуговая сварка металла заключается в плавлении, при которой нагрев свариваемых кромок металла происходит за счет теплоты электрической дуги.

Одной из разновидностей дуговой сварки является – ручная дуговая сварка металла, которая может осуществляться двумя способами: неплавящимся электродом или плавящимся электродом.

Ручная дуговая сварка металла неплавящимся электродом заключается в том, что свариваемые кромки изделия приводят в соприкосновение, а между неплавящимся электродом и изделием возбуждают дугу. Кромки изделия и вводимый в зону дуги присадочный материал нагреваются до плавления, образуется ванночка расплавленного металла. После затвердевания образуется сварной шов. Данный способ используют при сварке цветных металлов и их сплавов.

При сварке металла плавящимся электродом используется электрод, этот способ является основным при ручной сварке. Электрическая дуга расплавляет электрод и кромки изделия, в результате получается общая ванна расплавленного металла, которая при охлаждении образует шов.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка металла под флюсом выполняется путем подачи электрода в зону дуги и перемещения его вдоль свариваемых кромок изделия. При полуавтоматической сварке механизирована подача электрода в зону дуги, а перемещение электрода вдоль свариваемых кромок производит вручную сварщиком.

При автоматической сварке металла механизированы все операции, необходимые для этого процесса. Жидкий металл в ванночке защищают от воздействия кислорода и азота в воздухе расплавленным шлаком, образованным от плавления флюса, подаваемого в зону дуги. Такая сварка металла обеспечивает высокую производительность и хорошее качество сварного шва [14].

При газовой резке используют машину термической резки «Кристалл – ПГ». Машина предназначена для механизированного раскроя листового металла. Она осуществляет газопламенную кислородную резку металла с использованием в качестве горючего газа ацетилен в баллонах, находящийся под давлением.

Кислородная резка заключается в сгорании разрезаемого металла в кислородной струе и удалении этой струей образовавшихся оксидов.

Разрезаемый металл предварительно нагревается подогревающим пламенем резака, которое образуется в результате сгорания горючего газа в смеси с кислородом. При достижении температуры воспламенения металла в кислороде, на резаке открывается вентиль чистого кислорода и начинается процесс резки. Чистый кислород из центрального канала мундштука, предназначенный для окисления разрезаемого металла и удаления оксидов, называют режущим в отличие от кислорода подогревающего пламени, поступающего в смеси с горючим газом из боковых каналов мундштука.

Струя режущего кислорода вытесняет в разрез расплавленные оксиды, которые, в свою очередь, нагревают следующий слой металла, способствуя его интенсивному окислению. В результате разрезаемый лист подвергается окислению по всей толщине, а расплавленные оксиды удаляются из зоны резки под действием струи режущего кислорода.

Во избежание поступления продуваемых кислородом оксидов в помещение рабочей среды, для этого, с двух сторон машины термической резки установлены мощные системы вентиляции, которые всасывают образовавшиеся оксиды.

Горючий газ, в ацетиленовых баллонах, поступает на рабочий орган по трубкам, проходя через ацетиленовый редуктор, который присоединяется к баллону накидным хомутом. Газ, пройдя войлочный фильтр, попадает в камеру высокого давления. При вращении регулировочного винта по часовой стрелке усилие нажимной пружины передается через нажимной диск, мембрану и толкатель на редуцирующий клапан, который, перемещаясь, открывает проход газу через образовавшийся зазор между клапаном и седлом в рабочую камеру.

Давление в баллоне контролируется манометром высокого (входного) давления, а в рабочей камере – манометром низкого (выходного) давления. Наибольшее допустимое давление газа на входе в редуктор – 25 кгс/см<sup>2</sup>, наименьшее давление – 4 кгс/см<sup>2</sup>, наибольшее рабочее давление 1,5 кгс/см<sup>2</sup>, наименьшее 0,1 кгс/см<sup>2</sup>. [15]

## 2.4 Устройство газосварочного оборудования

Баллоны для ацетилена изготавливаются из высококачественной стали. Высота баллона 1400 мм, диаметр – 219 мм, объем 40л. Окрашиваются баллоны в белый цвет. В верхней части баллона красной краской делают надпись «ацетилен» и кольцевую полосу. На верхней неокрашенной сферической части выбирают клеймо с обозначением номера баллона, завода – изготовителя, емкости, веса рабочего и испытательного давления и даты испытания. [16]

Вентиль ацетиленового баллона делают из стали. Ацетиленовый редуктор присоединяют к вентилю при помощи специальной струбцины или хомута. Для правильной фиксации струбцины или хомута крепления редуктора на противоположной грани корпуса предусмотрен специальный паз. Поворачивая шпindelь специальным торцовым ключом, открывают и закрывают газовый канал.

Баллоны для ацетилена заполняют пористым веществом. В качестве пористой массы применяют активированный уголь, пемзу или волокнистый асбест (рис. 1).

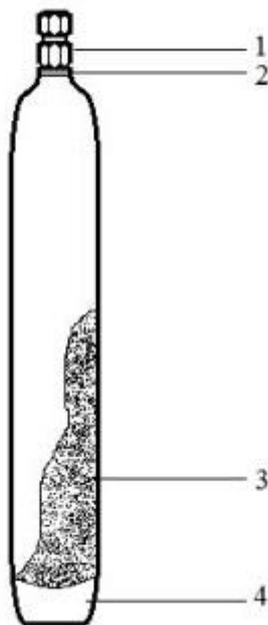


Рисунок 1 – Ацетиленовый баллон:

1 – вентиль; 2 – резьба горловины; 2 – пористая масса; 4 – опорный башмак.

Основными функциями пористой массы являются:

- повышение безопасности при работе с баллоном – за счет пористой массы общий объем ацетилена разделен на отдельные ячейки, благодаря чему, вероятность распространения общего фронта горения и взрыва уменьшается;

- повышение количество ацетилена, ускорение процесса его растворения при заполнении баллона и выделения при отборе газа – поскольку при использовании пористой массы, пропитанной ацетоном, обеспечивается большая поверхность взаимного контакта между газом и ацетоном.

В ацетоне ацетилен хорошо растворяется и перестает быть взрывоопасным. В баллонах ацетилен находится под давлением 1,5 – 1,6 МПа. При избыточном давлении свыше 1,75 МПа ацетилен становится взрывоопасным [17].

Основным узлом и одновременно рабочим инструментом устройств для газового (кислородного) разрезания металлов является резак. Он обеспечивает точное дозирование и смешивание газа или горючих паров жидкого топлива с кислородом, последующее получение на основе образованной смеси подогревающего пламени.

Помимо резака в состав оборудования для резки газом входят следующие устройства, элементы:

баллоны для технического кислорода и газа;

редуктора для регулировки подачи газов;

рукава – шланги высокого давления;

предохранительные затворы;

манометры давления устанавливаются на редукторах для контроля за величиной давления газа.

## 2.5 Причины аварий при работе с ацетиленовыми баллонами

Основными причинами несчастных случаев при выполнении газосварочных работ являются:

- взрыв смесей горючих газов с воздухом и кислородом;
- взрыв ацетиленовых баллонов при обратных ударах пламени и попадании в них кислорода;
- взрыв карбидных барабанов при их открывании вследствие наличия в них ацетилено-воздушной смеси;
- взрыв кислородных редукторов при попадании в них твердых предметов в виде отдельных песчинок и резком открывании вентиля взрыв баллонов и других сосудов, находящихся во время работы под высоким давлением, вследствие нагрева, падений, ударов и других нарушений правил пользования баллонами, а также пожара;
- воспламенение кислородных шлангов при обратных ударах пламени;
- самовоспламенение и взрыв при соединении находящегося под высоким давлением кислорода с горюче-смазочными материалами;
- воспламенение и взрыв бачков с горючим во время резки при размещении их около источника огня и неправильном закреплении шланга, подающего горючий газ.

Кроме того, возможно отравление продуктами сгорания горючих газов или парами свариваемого материала при отсутствии вентиляции или средств индивидуальной защиты [18].

За последние 10 лет, на основе отчетных сведений Ростехнадзором, в области промышленной безопасности, проведен анализ аварийности и травматизма при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением.

Результаты анализа показывают, что в течение 10 лет на поднадзорных объектах произошло 44 аварии и 66 несчастных случаев со смертельным

исходом. Всего в течение 10 лет в результате несчастных случаев травмировано 109 человек.

Чаще всего пострадавшими в результате несчастных случаев при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, становится обслуживающий данное оборудование персонал (76 % общего числа пострадавших). [19]

Рост аварийности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, за последние 5 лет связан, прежде всего, с увеличением количества отработавших нормативный срок службы технических устройств

Кроме старения технических устройств росту аварийности способствует сокращение штата работников поднадзорных предприятий и организаций, в первую очередь вспомогательного обслуживающего и ремонтного персонала.

## 2.6 «Дерево событий» и «Дерево отказов»

Для оценки разрушения баллона было построено «дерево отказов» (рисунок 2), которое представляет собой графическое представление всей цепочки событий, последствия, которые могут привести к разгерметизации ацетиленового баллона. [21]

Таблица 2 – Типичные инициирующие события и факторы

<b>Обозначение</b>	<b>Наименование события/фактора</b>
ЧС	Взрыв ацетиленового баллона
A1	Создание избыточного давления
A2	Дефект конструкции
A3	Коррозия
A4	Механическое воздействие (удар, падение)
B1	Избыточное заполнение баллона
B2	Разгерметизация клапана подачи ацетилена
B3	Повышение температуры в баллоне
B4	Землетрясение
B5	Ошибки персонала (нарушение ТБ при работе с сосудами под давлением)
B1	Отказ предохранительных клапанов
B2	Превышение контрольного уровня заполнения баллона
B3	Отказ запорной арматуры
B4	Ошибки персонала
B5	Дефект конструкций
B6	Низкий уровень ацетилена в баллоне
B7	Внешний источник нагрева
B8	Нарушение правил работы со сварочным оборудованием
Г1	Ошибки персонала

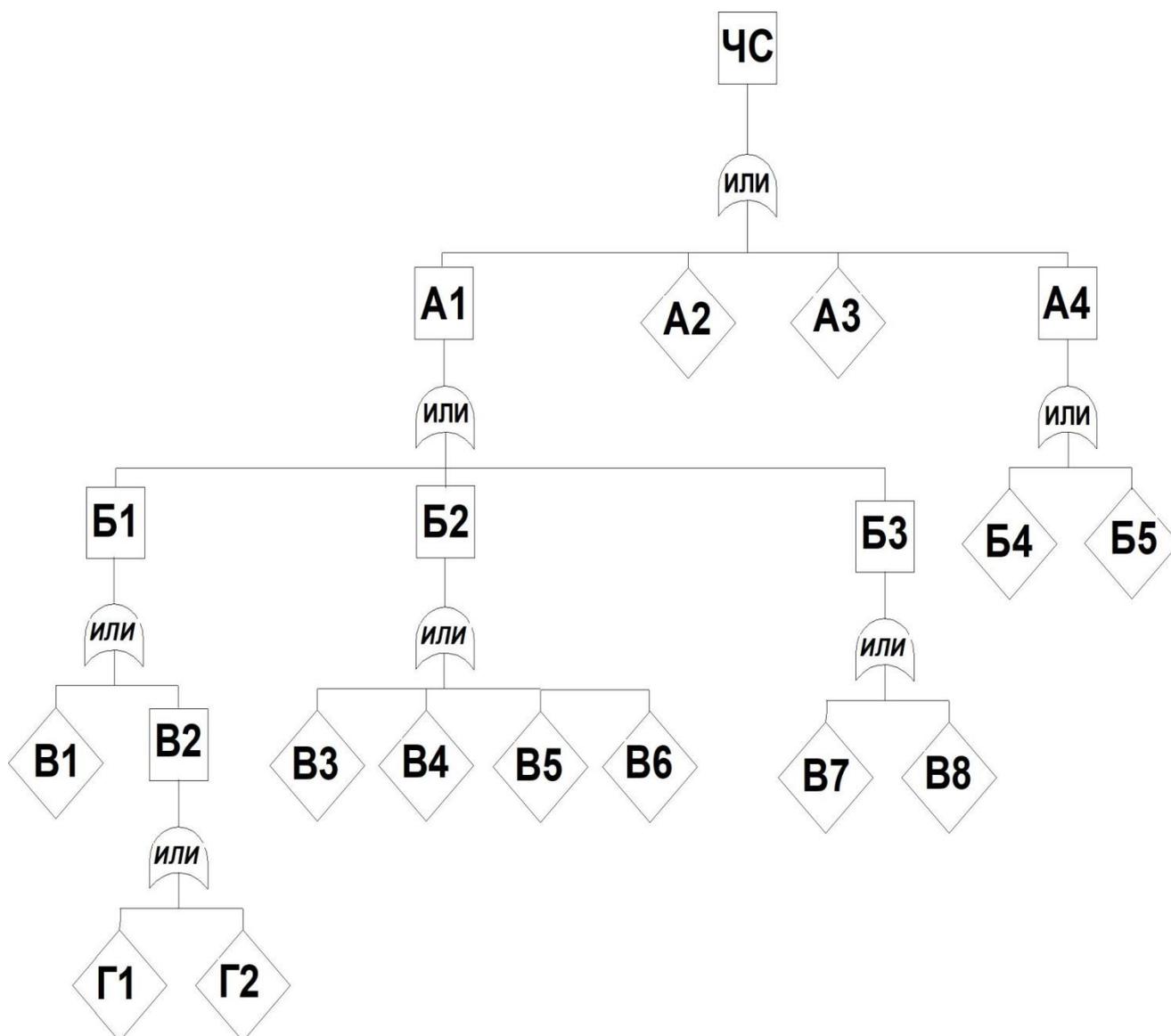


Рисунок 2 – Дерево отказов

Для анализа развития аварийной ситуации необходимо построить «дерево событий» (рисунок 3), рассчитав вероятность возникновения тех или иных последствий, в результате возникновения аварии [22].



Рисунок 3 – Дерево событий при возникновении взрыва на производственном объекте

Варианты развития событий:

Событие С1 – Взрыва не произошло.

Событие С2 – Образование «Огненного шара».

Событие С3 – Воспламенение газа «Локальный взрыв».

Определение режима взрывного превращения облака газопаровоздушной смеси в пространстве

В промышленности, все горючие газы классифицируют по степени чувствительности. Смеси горючих веществ с воздухом разделены на четыре класса по своим взрывоопасным свойствам (классификация горючих веществ по степени чувствительности приказ МЧС от 10 июля 2009 года N 404):

- особо чувствительные вещества;
- чувствительные вещества;
- среднечувствительные вещества;
- слабочувствительные вещества.

Ацетилен по своим взрывоопасным свойствам относится к первому классу, как особо чувствительное вещество. [22]

Характер взрыва газопаровоздушного облака и его последствия будут определяться по типу классификации пространства, где этот взрыв произошел. Характер окружающей территории в значительной степени определяет скорость взрывного превращения облака смеси и параметры ударной волны. Характеристики окружающего пространства разделены на виды по степени его загроможденности.

Сварочный участок относится к четвертому виду по характеру загроможденности окружающего пространства. К данному виду относятся помещения сильно загроможденные, при наличии полузамкнутых объемов, высокая плотность размещения технологического оборудования, и большое количество повторяющихся препятствий.

С учетом сказанного выше, можно определить диапазон скорости распространения пламени фронта, в данном случае, это детонационное горение со скоростью фронта пламени 500 м/с и более. [23]

В технологических процессах могут возникать аварийные ситуации, из-за неправильных действий персонала, связанных с нарушением правил безопасности и эксплуатации оборудования. Примером таких аварийных ситуаций может служить образование газопаровоздушной взрывоопасной смеси в помещении. Причиной этого может являться разгерметизация оборудования, пролив легковоспламеняющихся жидкостей или горючих веществ. В этом случае за вариант развития аварии принимается наиболее худший, выглядит он следующим образом:

- происходит разгерметизация аппарата;
- все содержимое аппарата и из прилегающих трубопроводов поступает в помещение;
- после чего происходит воспламенение образовавшейся газопаровоздушной смеси. [24]

## 2.7 Расчет параметров ударной волны при взрыве баллона с ацетиленом

Определим массу  $m$ , кг, ацетилена, вышедшего в атмосферу.

Избыточное давление  $\Delta p$ , кПа, развиваемое при сгорании газопаровоздушных смесей, рассчитывают по формуле (1):

$$\Delta p = P_0 (0,8 m_{\text{пр}}^{0,33} / r + 3 m_{\text{пр}}^{0,66} / r^2 + 5 m_{\text{пр}} / r^3) \quad (1)$$

Где, -  $P_0$  – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

$r$  – расстояние от геометрического центра газопаровоздушного обмена (м);

$m_{\text{пр}}$  – приведенная масса газа, рассчитывается по формуле (2):

$$m_{\text{пр}} = (Q_{\text{ср}} / Q_0) \cdot m_{\text{rn}} \cdot Z \quad (2)$$

Где, -  $Q_{\text{ср}}$  – удельная теплота сгорания Дж/кг;

$Q_0$  – константа, равная  $4,52 \cdot 10^6$  Дж/кг;

$Z$  – коэффициент участия, допускается принимать равным 0,1;

$m_{\text{rn}}$  – масса горючих газов и паров, поступивших в окружающее пространство (м).

Импульс волны давления  $i$ , Па·с, рассчитывается по формуле (3):

$$i = 123 m^{0,66} / r \quad (3)$$

Рассчитаем избыточное давление и импульс волны давления при выходе в атмосферу ацетилена, хранящегося в баллоне объемом 40 литров, на расстояние 5 метров от нее, температура в помещении 20 °С. Плотность ацетилена 1,1 кг/м<sup>3</sup>. Уровень заполнения баллона 80%. Удельная теплота сгорания  $4,6 \cdot 10^7$  Дж/кг. [23]

Определим массу приведенную  $m_{\text{пр}}$ :

$$m_{\text{пр}} = 4,6 \cdot 10^7 / 4,52 \cdot 10^6 (0,8 \cdot 1,1 \cdot 40) \cdot 1,1 = 0,28 \text{ кг.} \quad (4)$$

Находим избыточное давление  $\Delta p$ , на расстояние 1 метр:

$$\Delta p = 101 \cdot (0,8 \cdot 0,28^{0,33} / 1 + 3 \cdot 0,28^{0,66} / 1^2 + 5 \cdot 0,28 / 1^3) = 425 \text{ кПа} \quad (5)$$

Находим импульс волны давления  $i$  на расстояние 1 метр:

$$i = 123 \cdot 0,28^{0,66} / 1 = 53,09 \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (6)$$

Находим избыточное давление  $\Delta p$ , на расстояние 5 метров:

$$\Delta p = 101 \cdot (0,8 \cdot 0,28^{0,33} / 5 + 3 \cdot 0,28^{0,66} / 5^2 + 5 \cdot 0,28 / 5^3) = 30 \text{ кПа} \quad (7)$$

Находим импульс волны давления  $i$  на расстояние 5 метров:

$$i = 123 \cdot 0,28^{0,66} / 5 = 15 \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (8)$$

Находим избыточное давление  $\Delta p$ , на расстояние 10 метр:

$$\Delta p = 101 \cdot (0,8 \cdot 0,28^{0,33} / 10 + 3 \cdot 0,28^{0,66} / 10^2 + 5 \cdot 0,28 / 10^3) = 24,5 \text{ кПа}$$

Находим импульс волны давления  $i$  на расстояние 10 метр:

$$i = 123 \cdot 0,28^{0,66} / 10 = 8,4 \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (9)$$

Зона поражения

Таблица 3 - предельно допустимое избыточное давление при сгорании газа, паро или пылевоздушных смесей в помещениях или в открытом пространстве. [24]

<b>Степень повреждения</b>	<b>Избыточное давление, кПа</b>
Полное разрушение здания	100
50% - ное разрушение здания	53
Среднее разрушение здания	28
Умеренное разрушение здания (разрушение перегородок, оконных рам, дверей)	12
Нижний порог повреждения человека	5
Нижний порог разрушения здания (выбита часть остекления)	3

Согласно расчетным данным и данным таблицы 1, можно сделать вывод о том, что:

Предельно допустимое избыточное давление в 425 кПа в эпицентре взрыва приводит к полному разрушению здания, на расстоянии 5 м давлением в 30 кПа к средним повреждениям и ослабевает по мере удаления от эпицентра, так на расстоянии 10 м от эпицентра взрыва избыточное давление составит 24,5 кПа и вызовет умеренные повреждения.

Среднее разрушение проявляется в разрушении крыш и встроенных элементов внутренних перегородок, окон, а также в возникновении трещин в стенах, обрушении отдельных участков чердачных перекрытий и стен верхних этажей. Восстановление здания возможно при проведении капитального ремонта.

Оборудование разрушается при избыточных давлениях 35 – 70 кПа. Измерительное медицинское оборудование при 20 – 30 кПа, а наиболее чувствительные приборы могут повреждаться и при 5 – 10 кПа. При этом необходимо учитывать, что при обрушении конструкций зданий также будет разрушаться оборудование. Энергетическое, промышленное и коммунальное оборудование может иметь следующие разрушения – отдельные разрывы и деформации трубопроводов и кабелей.

При избыточном давлении в 425 кПа – летальный исход. При избыточном давлении 30 – 60 кПа (0,3 – 0,6 кгс/см<sup>2</sup>) возникают поражения средней тяжести – переломы, вывихи конечностей, контузия головного мозга, ушибы и т.д. При избыточном давлении 20 – 40 кПа (0,2 – 0,4 кгс/см<sup>2</sup>) возникают легкие поражения – они выражаются в скоропроходящих нарушениях функций организма (звон в ушах, головокружение, головная боль). Возможны вывихи, ушибы. На рисунке 6 показана схема распространения ударной волны. [25]

Максимальная плотность людей в смене – 9 человек, Определим количество пострадавших по формуле: (3)

$$N_{\text{постр.}} = dJP_iF_i \quad (10)$$

Где:  $d$  – находившихся в эпицентре взрыва;

$J$  – плотность людей в здание;

$P_i$  – вероятность поражения людей находившихся в  $i$  – ой зоне воздействия ударной волны;

$F_i$  – площадь объекта – 700 м<sup>2</sup>, где воздействует воздушная ударная волна, с давлением  $DP_{\text{ф}}$ , кПа.

Таблица 4 – Значения данных  $DP_{\text{ф}}$ , кПа

<b>ДРф, кПа</b>	<b>Менее 13</b>	<b>13-35</b>	<b>35-65</b>	<b>65-120</b>	<b>120-400</b>	<b>400</b>
$P_i$	0	0,75	0,35	0,13	0,05	0

Таблица 5 – Расчет числа пострадавших в результате ЧС

<b>Избыточное давление, кПа</b>	<b>Радиус действия, м</b>	<b>Количество пострадавших</b>	<b>Примечания</b>
425	1	2	Смертельный исход
30	5	4	Травмы тяжелой степени тяжести
24	10	3	Травмы средней степени тяжести

## **2.8 Зона поражения тепловым излучением при горении огненного шара**

Оценка последствий прогнозируемых аварий выполнена по формулам ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля». Зоны поражения тепловым излучением при горении с образованием «огненного шара». [26]

Под зонами поражения при пожарах следует понимать зоны поражения открытым пламенем и зоны поражения тепловым излучением.

Размер зоны поражения открытым пламенем определяется размером зоны, где возможно его появление. В пределах зоны открытого пламени люди получают смертельное поражение.

Под зоной поражения тепловым излучением понимается зона вдоль границы пожара глубиной, равная расстоянию, на котором будет наблюдаться тепловой поток с заданной величиной [27]

При мгновенном испарении значительной части сжиженных газов, бурном переходе значительной части жидкой фазы в пар/газ происходит возникновение «огненных шаров». Реализация мгновенного испарения возможна при значительном перегреве жидкости в результате попадания емкости в зону пожара, при мгновенном раскрытии емкости из-за внешних воздействий.

Облако пара в воздухе, обогащенное горючим веществом не детонирует, а горит с внешней поверхности, вытягивается и образует «огненный шар», который поднимаясь принимает грибовидную форму. Ножка такого гриба представляет собой восходящий конвективный поток, всасывающий атмосферный воздух и различные легкие горючие предметы, воспламеняя и разбрасывая их в окружающей среде.

Расчет интенсивности огненного шара  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>, проводится по формуле (11)

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau \quad (11)$$

Где:  $E_f$  – средне поверхностная плотность излучаемого пламени кВт/м<sup>2</sup>, определяется на основе экспериментальных данных, допустимо использовать 450 кВт/м<sup>2</sup>;

$\tau$  – коэффициент пропускания атмосферы.

$F_q$  – угловой коэффициент облученности, находится по формуле (12)

$$F_q = \frac{1/D_s + 0,5}{4((H/D_s + 0,5)^2 + (r/D_s)^2)^{1,5}} \quad (12)$$

Где  $H$  – высота центра «огненного шара», м;

$D_s$  – эффективный диаметр «огненного шара», м;

$r$  – расстояние от облучаемого объекта до поверхности земли под «огненным шаром», м;

Эффективный диаметр «огненного шара»  $D_s$ , находят по формуле (13)

$$D_s = 5,33 \cdot m^{0,327} \quad (13)$$

Где:  $m$  – масса горючего вещества, кг.

$H$  – определяют специальными исследованиями, принято использовать

$$H = D_s/2 \quad (14)$$

Время существования «огненного шара» рассчитывают по формуле (15):

$$ts = 0,92m^{0,303} \quad (15)$$

Коэффициент  $\tau$ , рассчитывается по формуле (16)

$$\tau = \exp(-7 \cdot 10^{-4} \cdot (-D_s/2)) \quad (16)$$

Определим интенсивность теплового излучения и время существования «огненного шара» при разрыве баллона с ацетиленом объемом 40 л.

Степень заполнения баллона 80 % ( $\alpha = 0,8$ ).

Находим массу горючего в «огненном шаре»:

$$m = pVa \quad (17)$$

$$40 \cdot 1,1 = 44 \text{ кг.}$$

где,  $p$  – плотность ацетилена ( $1,1 \text{ кг/м}^3$ ).

Определяем эффективный диаметр «огненного шара»:

$$D_s = 5,33 \cdot 44^{0,327} = 18,3 \text{ м.} \quad (18)$$

Находим угловой коэффициент облученности, принимая

$$H = D_s/2 = 18,3/2 = 9,1 \text{ м}$$

$$F_q = \frac{9,1/18,3+0,5}{4((9,1/18,3+0,5)^2 + (5/18,3)^2)^{1,5}} = 0,23 \quad (19)$$

Коэффициент пропускания атмосферы:

$$\tau = \exp\left(-7 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{5^2 + 9,1^2} - 9,1\right)\right) = 0,16 \quad (20)$$

Находим интенсивность теплового излучения:

$$q = 450 \cdot 0,16 \cdot 0,23 = 16,56 \text{ кВт/м}^2 \quad (21)$$

Находим время существования «огненного шара»:

$$ts = 0,92 \cdot 44^{0,303} = 2,8 \text{ сек.} \quad (22)$$

Определяем дозу теплового излучения  $Q$ , Дж/м<sup>2</sup>, по формуле (23):

$$Q = q \cdot t_s = 2,8 \cdot 16,56 = 46,36 \text{ Дж/м}^2 \quad (23)$$

Таблица 6 – Предельно допустимая интенсивность теплового излучения

Степень поражения	Интенсивность теплового излучения кВт/м <sup>2</sup>
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2
Непереносимая боль в течение 20-30 сек. Ожог 1-й степени в течение 20 сек. Ожог 2-й степени в течение 40 сек.	7
Непереносимая боль в течение 3-5 сек. Ожог 1-й степени в течение 8 сек. Ожог 2-й степени в течение 16 сек	10,5
Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12 %) при длительности облучения 15 мин	12,9
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганой поверхности; воспламенение фанеры	17

На основании расчетных данных и данных таблицы 2 можно сделать вывод, что в течение 3 секунд и плотности нахождения людей (9 человек) получит ожоги 1-ой степени – 3 человека, и ожоги 2-ой степени – 4 человека.

Таблица 7 – Зона поражения «огненным шаром»

<b>Интенсивность теплового излучения кВт/м<sup>2</sup></b>	<b>Радиус действия «огненного шара»</b>	<b>Пострадавшие, человек</b>	<b>Повреждения</b>
16,56	9,1	7	Внутренних перегородок здания, рам, воспламенение дверей.

Из расчетов можно сделать вывод, что повреждения, вызванные взрывом баллона с ацетиленом в цеху, могут привести к большим разрушениям внутри помещения, а так же к пожару. Все эти события могут стать причиной прекращения работы на производстве на неопределенный срок, что несет за собой очень большие экономические убытки.

### **3 Методы оценки риска**

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

**1. Феноменологический метод.** Данный метод основан на установлении возможности или невозможности развития аварийных процессов, основываясь на результатах анализа условий достаточности и необходимости, связанных с теми или иными законами природы. Этот метод наиболее прост в применении, но получаемые результаты являются надежными, только если исследуемые процессы и состояния позволяют определить состояние компонентов рассматриваемой системы с достаточным запасом. Вблизи границ резкого изменения состояния систем и веществ данный метод является ненадежным. Феноменологический метод, возможно применять для определения относительного уровня безопасности разных технологий и типов

промышленных установок, но данный метод не подходит для анализа разветвленных аварийных процессов, развитие которых зависит от надежности различных частей установки и (или) ее средств защиты.

**2. Детерминистский метод.** Данный метод подразумевает анализ порядка этапов развития аварии от финального события через последовательность предполагаемых стадий деформаций, отказов и разрушения компонентов до определенного конечного состояния системы. Ход протекания аварийного процесса изучается и предсказывается при помощи математического моделирования и создания имитирующих моделей, а также проведения сложных расчетов. Данный подход является наглядным и позволяет обеспечить психологическую приемлемость, т.к. предоставляет возможность выявить главные факторы, оказывающие влияние на протекание процесса. Недостатками данного метода являются:

возможность упущения из виду каких-либо важных цепочек событий при развитии аварии;

трудность построения математических моделей, отвечающих требованию адекватности;

сложность и высокая финансовая затраты для проведения экспериментальных исследований, необходимых для тестирования вычислительных программ.

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

недостаточность сведений по функциям распределения параметров;

отсутствие или неполнота статистики отказов оборудования;  
снижение доверительности получаемых оценок риска для тяжелых аварий из-за применения упрощенных схем для расчета.

Не смотря на вышеперечисленные недостатки вероятностного анализа безопасности, данный подход является одним из наиболее перспективных[20].

В данной работе является целесообразным применение вероятностного метода с использованием такого инструмента, как метод экспертных оценок.

Преимуществом данного метода является возможность применения его к ситуациям, по которым отсутствуют статистические данные. Данный метод заключается в проведение анализа проблемы экспертами, которые являются специалистами в данной области. Полученные от экспертов оценки в дальнейшем проходят обработку на согласованность, и затем производится анализ полученных результатов.

### **3.2 Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС**

Оценка вероятности реализации выявленных факторов, приводящих к ЧС, проводилась экспертным методом. Данная часть исследования состояла из нескольких этапов:

1. создание опросных листов;
2. подбор и опрос экспертов;
3. анализ полученных данных.

В опросном листе экспертам предлагалось оценить вероятность наступления каждого события или степень влияния каждого фактора на возникновение возгорания на угольном складе по пятибалльной шкале, где:

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

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

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

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

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

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

Результаты, полученные в ходе заполнения экспертами анкеты опросного листа, представлены в таблице ниже.

Таблица 1 – сводная таблица оценок экспертов по опросному листу

№	Событие	Номер эксперта (1-10)										Ср. балл
		2	3	1	3	4	2	2	3	1	4	
1	Взрыв баллона из-за дефекта конструкции баллона	2	3	1	3	4	2	2	3	1	4	<b>2,5</b>
2	Взрыв баллона из-за механического воздействия	1	1	1	3	3	2	2	1	2	3	<b>1,7</b>
3	Взрыв баллона из-за землетрясения	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	<b>1</b>
4	Взрыв баллона из-за дефекта конструкции шланга подачи газа	2	4	3	2	3	3	3	2	4	3	<b>2,9</b>
5	Взрыв баллона из-за отказа предохранительных клапанов	4	3	5	5	4	3	4	3	3	5	<b>3,9</b>
6	Взрыв баллона из-за отказа запорной арматуры	4	3	4	5	5	3	4	5	3	4	<b>4</b>
7	Взрыв баллона из-за ошибки персонала при установке шланга подачи газа	2	2	3	3	1	1	1	2	1	2	<b>1,7</b>
8	Взрыв баллона из-за контакта с открытым источником пламени (пожар на производстве)	4	4	5	5	5	4	5	5	4	3	<b>4,3</b>
9	Взрыв баллона из-за нарушения правил работы со сварочным оборудованием	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	<b>1,2</b>

Ранжируя мнения экспертов, события можно разделить на три группы:

- наиболее вероятные: события 5,6, и 8. Вероятнее всего взрыв ацетиленового баллона произойдет из-за взаимодействия баллона с источником открытого пламени.

- наименее вероятные: события 2,3,7 и 9. Персонал предприятия считает, что, взрыв баллона из-за землетрясения наиболее мало вероятным событием, так как в Томской области землетрясения крайне редки, а если и случаются то, очень слабые.

- события со средней вероятностью: события 1 и 4. Взрыв баллона в результате повреждения шлангов, эксперты оценили, как событие со средней вероятностью.

#### **4 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ**

По мнению экспертов наиболее вероятные события возникновения чрезвычайной ситуации, является возникновение источника открытого пламени. Исходя из этого следует принять меры по недопущению возгорания на производстве.

Цех ремонта имеет классификацию взрывопожарной и пожарной опасности **A**, а из-за хранения и использования в цеху баллонов с легко воспламеняемыми веществами, класс взрывоопасных и пожароопасных зон **B-Ia**.

Согласно ранее установленной степени пожароопасности предприятия, на участке ведения сварочных работ должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

- своевременное обнаружение очагов возгорания визуальными наблюдениями и инструментальными замерами в потенциально пожароопасных местах;

- устранение технологическими способами условий возникновения очагов возгорания;

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

- соблюдение норм и требований при размещении склада (подготовка площадки);
- поддержание в необходимых объемах резервов финансовых и материальных ресурсов, необходимых в целях экстренного привлечения при возникновении ЧС;
- обучение и аттестация персонала в области промышленной безопасности;
- организовать подготовку персонала с целью исключения ошибок при выполнении задач каждой стадии производственного процесса;
- при длительном хранении, с целью снижения доступа кислорода, необходимо засыпать поверхности штабеля угольной мелочью;
- разработать план противопожарных мероприятий.

## **5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **Введение**

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

исследования

### **5.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **5.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

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

Заказчиком оценки рисков ЧС является угледобывающий разрез Кемеровской области, профилирующийся на ведении разработок

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

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

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

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

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

### **5.2.2 Анализ конкурентных технических решений**

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

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

5 – наиболее сильная позиция.

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

Таблица 8 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
					К <sub>в</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>д</sub>
1	2				6	7	8
Удобство в эксплуатации	0,11				0,55	0,33	0,44
Визуализация полученных результатов	0,12				0,6	0,48	0,48
Полнота представления данных	0,12				0,6	0,36	0,36
Потребность в дополнительных исследованиях	0,18				0,54	0,36	0,36
Универсальность метода	0,08				0,32	0,24	0,24
Специальное оборудование	0,09				0,36	0,36	0,36
Предоставляемые возможности	0,14				0,7	0,56	0,28
Цена	0,09				0,36	0,36	0,45
Сотрудники узкого профиля для работы с методикой	0,07				0,28	0,28	0,28

<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>39</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>4,31</b>	<b>3,33</b>	<b>3,25</b>
--------------	----------	-----------	-----------	-----------	-------------	-------------	-------------

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

### 5.3 SWOT-анализ

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

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 4.2.

Таблица 9 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
С2. Высокая прочность и качество продукции.	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.
С3. Наличие бюджетного финансирования.	Сл3. Большой срок поставки материалов и комплектующих используемых при проведении

	научного исследования
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
С5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Вероятность получения брака.
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. Появление дополнительного спроса на продукт	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Внедрение технологии в других видах промышленности	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

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

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

<b>Сильные стороны проекта</b>						
		C1	C2	C3	C4	C5
<b>Возможности проекта</b>	B1	-	+	+	+	-
	B2	-	+	0	+	+
	B3	+	+	-	+	-

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

<b>Слабые стороны проекта</b>						
<b>Возможности проекта</b>		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	+	+	+
	В2	-	-	-	-	-
	В3	-	-	-	-	-

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

<b>Сильные стороны проекта</b>						
<b>Угрозы проекта</b>		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	+	-	-	-

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

<b>Слабые стороны проекта</b>						
<b>Угрозы проекта</b>		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 14.

Таблица 14 – Итоговая таблица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b>
<p>С1. Низкая цена исходного сырья.</p> <p>С2. Высокая прочность и качество продукции.</p> <p>С3. Наличие бюджетного финансирования</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Большой срок поставки материалов и комплектующих используемых при</p>

		<p>проведении научного исследования</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.</p> <p>Сл5. Вероятность получения брака.</p>
<p><b>Возможности</b></p> <p>В1. Появление потенциального спроса на новые разработки.</p> <p>В2. Внедрение технологии в других видах промышленности</p> <p>В3. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p>	<p><b>Направления развития</b></p> <p>В2С2С3. Высокая прочность и качество продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.</p> <p>В3С2С4. Высокая прочность и качество продукции и экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в другие виды промышленности</p> <p>В3С2. Низкая цена</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b></p> <p>В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>

	исходного сырья и высокая прочность и качество продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.	
<b>Угрозы</b>	<b>Угрозы развития</b>	<b>Уязвимости:</b>
У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.  У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития.  У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.	У1С4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

## 5.4 Планирование научно-исследовательской работы

### 5.4.1 Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по оценке рисков ЧС на угледобывающем предприятии состоит из 10 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 15.

Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

<b>Основные этапы</b>	<b>№ работ</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Должность исполнителя</b>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Инженер
Теоретические исследования	5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	Инженер
	6	Проведение исследования, выполнение	Инженер

		поставленных руководителем задач	
	7	Согласование полученных данных с научным руководителем	Инженер, руководитель научный
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, руководитель научный
	9	Работа над выводами по проекту	Инженер
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки к работе	Инженер

#### 5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (5.1)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

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

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

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

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

Продолжительность 1-й работы:

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

Продолжительность 2-й работы:

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

Продолжительность 3-й работы:

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

Продолжительность 4-й работы:

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

Продолжительность 5-й работы:

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

Продолжительность 6-й работы:

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

Продолжительность 7-й работы:

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

Продолжительность 8-й работы:

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

Продолжительность 9-й работы:

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

Продолжительность 10-й работы:

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

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

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

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

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

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

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

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

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

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

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

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

Коэффициент календарности в 2017 году составил:

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

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях

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

Таблица 16 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность	Длительность работ в календарных днях,
		$t_{\min}$ ,	$t_{\max}$ ,	$t_{\text{ож}}$ ,			
1	Составление и утверждение технического задания	2	5	3,2	Научный руководитель	3	4
2	Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	Инженер	3	4
3	Выбор направления исследований	1	2	1,4	Инженер	1	1
4	Календарное планирование работ по теме	2	3	2,4	Инженер	2	3
5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	10	15	12	Инженер	12	18
6	Проведение исследования, выполнение поставленных руководителем задач	10	15	12	Инженер	12	18
7	Согласование полученных данных с научным руководителем	2	5	3,2	Инженер, научный руководитель	2	5

<b>8</b>	Оценка эффективности полученных результатов	2	4	2,8	Инженер, научный руководитель	1	5
<b>9</b>	Работа над выводами по проекту	2	3	2,4	Инженер	2	3
<b>1</b>	Составление пояснительной записки к работе	12	15	13,2	Инженер	13	20

Таблица 17 – Календарный план-график выполнения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	ка л. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль			март			апрель			май		
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	4												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	4												
3	Выбор направления исследований	Инженер	1												
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер	3												
5	Проведение анализа	Инженер	18												

	литературы по теме ВКР														
<b>6</b>	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	18												
<b>7</b>	Построение моделей и проведение моделирования	Инженер, научный руководитель	5												
<b>8</b>	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, научный руководитель	5												
<b>9</b>	Работа над выводами по проекту	Инженер	3												
<b>10</b>	Составление пояснительной записки к работе	Инженер	20												

 Научный руководитель  
 Инженер

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

Общая продолжительность работ в календарных днях составила 81 день.

### **5.4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

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

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

#### 5.4.4 Расчет затрат на сырье и материалы НТИ

При написании ВКР требуются материалы, представленные в таблице 5.7.

Таблица 18 – Стоимость материалов

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

#### 5.4.5 Расчет амортизации специального оборудования

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ - Asus. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 19 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования 1 ПЭВМ	Кол -во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	1	3	30	30
<b>Итого</b>	30 тыс. руб.			

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где  $n$  – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m,$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;

$m$  – время использования, мес.

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

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

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

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

#### 5.4.6 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Зарботная плата научного руководителя и инженера включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

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

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

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

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

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

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (5.8)$$

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

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

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{м}} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 54704$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{м}} = 17000 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 30940$$

Таблица 20 – Баланс рабочего времени

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

времени		
---------	--	--

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

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

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

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

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_r=6$  раб.дней

Инженер:  $T_r=48$  раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

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

Основная заработная плата инженера составила:

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

Таблица 21 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и инженера

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ руб	$Z_{\text{дн}}$ руб.	$T_r$ раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ руб.
Научный руководитель	26300	0,3	0,3	1,3	54704	2788,83	6	16732,98
Инженер	17000	0,2	0,2	1,3	30940	1619,29	48	77725,92
<b>Итого <math>Z_{\text{осн}}</math></b>								94458,9

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

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

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

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

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

Таблица 22 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

<b>Зарботная плата</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Студент</b>
Основная зарплата	16732,98	77725,92
Дополнительная зарплата	2007,96	9327,11
<b>Итого, руб</b>	<b>11335,068</b>	

#### **5.4.7 Отчисления на социальные нужды**

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

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

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

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

#### **5.4.8 Накладные расходы**

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Величина накладных расходов определяется как среднее от суммы затрат на

НТИ умноженное на коэффициент  $k_{\text{нр}}$ , учитывающий накладные расходы и равный 0.16:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}},$$

#### **5.4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля от общих затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	2600	2
2. Амортизация оборудования	2475	
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	94458,9	60
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11335,07	7
4. Отчисления на социальные нужды	31738,2	20
5. Накладные расходы	22817,15	11
6. Бюджет затрат НТИ	165424,32	100

#### **5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения

интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

### 5.6 Интегральный показатель ресурсоэффективности

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР ( $I_{pi}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 24).

Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

<b>Объект исследования</b>  <b>Критерии</b>	<b>Весовой коэффициент параметра</b>	<b>Текущий проект</b>
1. Надежность	0,25	5
2. Энергосбережение	0,25	5
3. Технические характеристики	0,15	4
4. Механические свойства	0,10	5
5. Материалоёмкость	0,25	5
<b>Итого</b>	1	4,25

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi}=0,25 \cdot 5+0,25 \cdot 5+0,15 \cdot 4+0,10 \cdot 5+0,25 \cdot 5=4,25$$

Показатель ресурсоэффективности имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования проекта.

## **Вывод по разделу**

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

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

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

Проведенный расчет стоимости НТИ показал, что общая стоимость составляет **165424,32** рубля.

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

## **6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

В этом разделе выпускной квалификационной работы рассматриваются опасные и вредные производственные факторы при работе с газосварочным оборудованием с применением баллонов с ацетиленом.

Раздел основан на материалах по охране труда и окружающей среды, а также безопасности в чрезвычайных ситуациях.

### **6.2 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

#### **6.2.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.**

Вредными являются вещества, которые при контакте с организмом человека могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений (ГОСТ 12.1.007-76). Для всех вредных веществ, известных в настоящее время, установлена максимальная концентрация, при которой не происходит никакого вредного воздействия на организм человека (ГОСТ 12.1.005-88). В зависимости от значений ПДК и ряда других показателей определяется степень воздействия вредных веществ на организм человека.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества, согласно ГОСТ 12.1.007-76, делятся на четыре класса опасности. По характеру воздействия на организм человека вредные вещества, согласно ГОСТ 12.0.003-2015, делятся на:

- токсические;
- раздражающие;
- канцерогенные;

- мутагенные;
- вещества, влияющие на репродуктивную функцию.

Ацетилен относится к веществам со слабо выраженным токсическим действием, поражают, главным образом, центральную нервную систему вызывая наркотическое опьянение. Признаками отравления парами нефти являются: головокружение, сухость во рту, головная боль, тошнота, повышенное сердцебиение, общая слабость, а в больших дозах может произойти остановка дыхания от удушья.

Таблица 25 – Вредные и опасные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы по ГОСТ 12.0.003-2015		Нормативные документы
	Вредные факторы	Опасные факторы	
1. Газосварочные работы с применением ацетилена.	<p>1. Освещенность</p> <p>2. Неудовлетворительный микроклимат рабочей зоны;</p> <p>3. физические перегрузки;</p> <p>4. нервно психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение зрения и др.)</p> <p>5. повышенный уровень шума, вибрации</p>	<p>1. Опасная температура поверхностей оборудования и материалов;</p> <p>2. опасный уровень давления в технологическом оборудовании и трубопроводах.</p> <p>3. Химические — наличие в жидких газообразных фракциях углеводородов и их соединениях токсических, раздражающих, канцерогенных и других вредных веществ. Могут быть как вредные,</p>	<p>1. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.</p> <p>2. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рабочих. Общие требования и классификации.</p>

		<p>так и опасные.</p> <p><b>4.</b> Механически е;</p> <p><b>5.</b> Статическое электричество.</p> <p><b>6.</b> Электробезоп асность</p>	<p><b>3.</b> СанПиН 2.2.4.-548-96 СНиП 23-05-95*</p> <p>Естественное и искусственное освещение.</p> <p><b>4.</b> ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p><b>5.</b> ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p> <p><b>6.</b> Р 2.2.2006-05</p>
--	--	---	--

			<p>Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.</p> <p><b>7. ГОСТ 12.4.124-83</b> Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.</p> <p><b>8. ГОСТ 34347-2017</b> СОСУДЫ И АППАРАТЫ СТАЛЬНЫЕ СВАРНЫЕ.</p> <p><b>9. ГОСТ</b></p>
--	--	--	--

			12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.
--	--	--	--

Тяжесть и напряженность трудового процесса рассчитывается согласно

Р 2.2.2006–05.

### **6.2.2 Режим труда и отдыха при ведении работ**

Режим труда и отдыха - это устанавливаемые для каждого вида работ порядок чередования периодов работы и отдыха и их продолжительность.

Режим работы работника газосварочного оборудования представляет из себя восьмичасовой день с перерывами на принятие пищи и отдых.

### **6.2.3 Средства защиты**

В процессе проведения сварочных работ, с использованием ацетиленовых газов выделяется вода, которая испаряется за счет высоких температур, и углекислый газ. Для того чтобы уменьшить токсическое углекислого газа, необходимо место работы производить в хорошо проветриваемом помещении, а также использовать дополнительные вытяжки над местом проведения сварочных работ. Применять индивидуальные средства защиты органов дыхания и кожных покровов от воздействия высоких температур.

Помимо отрицательного воздействия продуктов горения ацетилена, на организм работника воздействуют такие факторы как производственный шум, недостаток освещенности, неблагоприятные условия микроклимата.

В газосварочном цехе, имеется естественное (боковое двухстороннее) и искусственное освещение. В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения)

При работе со сварочным оборудованием, так же необходимо использования осветительного оборудования, как общего фонарей освещения, так и дополнительных источников освещения СНиП 23-05-95\*. «Естественное и искусственное освещение» освещение площадок предприятий и мест производства работ для разряда зрительной работы XI, XII, XIII, XIV при опасности травматизма освещенность следует принимать по смежному, более высокому разряду, т.е. от 30 до 150 люкс в горизонтальной плоскости. В условиях работ, когда взрывоопасность ацетилена достигает концентрационных пределов к осветительному оборудованию, предъявляются требования согласно техническому регламенту ТК403 «технический регламент о безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах».

Шумы, возникающие в процессе работы со свариваемыми металлическими деталями, негативно влияют на работоспособность оказывая воздействия на орган слуха, нервную и сердечно-сосудистую системы.

При изготовлении деталей на производстве, уровень шума превышает допустимые 80 Дб ГОСТ 12.3.003-86. Способом защиты от этого фактора служат защитные наушники и многоразовые ушные вкладыши.

#### **6.2.4 Вибрация и защита от нее**

Человек реагирует на вибрацию в зависимости от общей продолжительности ее воздействия.

Наибольшее воздействие общей вибрации сказывается на процессах получения входящей информации (в основном зрительной из-за колебаний глазных яблок и головы) и на процессах передачи информации (непрерывный контроль деятельности колеблющихся рук).

Долговременное воздействие весьма интенсивной общей вибрации может нежелательным образом сказываться на позвоночнике и увеличивать риск возникновения изменения позвонков и дисков.

Методы и средства коллективной защиты от вибрации. Борьба с вибрацией в источнике ее возникновения связана с установлением причин появления механических колебаний и их устранением.

Для снижения вибрации широко используют эффект вибродемпфирования - превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии, чаще всего в тепловую. Для предотвращения общей вибрации используют установку вибрирующих машин и оборудования на самостоятельные виброгасящие фундаменты.

При выполнении работ, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные величины температуры воздуха 22-24°C, его относительной влажности 60-40% и скорости движения (не более 0,1 м/с).

При учете что работы могут проводиться в неблагоприятных условиях, то соблюдать данный пункт нужно путем регулирования рабочего графика. (см. режим труда и отдыха).

Физические перегрузки организма работающего, связанные с тяжестью трудового процесса могут привести к профессиональной болезни, в целях оценки условий труда, разработки и принятия мероприятий по их улучшению характеризуются такими показателями, как:

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;

- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

Основные мероприятия по предупреждению профессиональной заболеваемости заключаются в:

- нормализации условий труда;
- сокращении времени контакта с вредными производственными факторами;
- использовании средств индивидуальной защиты;
- проведении специфических и общеукрепляющих лечебно-профилактических мероприятий;
- проведении медицинских осмотров при приеме на работу и периодически в течение работы.

Обеспечение пространственного разделения организма работника и неблагоприятных факторов производственной среды эффективно достигается с помощью средств индивидуальной защиты.

Большинство профессиональных заболеваний требует диагностики в специализированных медицинских лечебных учреждениях, куда направляются работники, у которых при медицинских осмотрах обнаруживаются подозрительные симптомы, возможно вызванные профессиональным заболеванием.

### **6.2.5 Физические и нервно психологические перегрузки**

Работа со свариваемыми деталями подразумевает подъем и перемещение тяжелых заготовок, так же при сваривании деталей, существует опасность нервно психологического и умственного перенапряжения.

Для защиты зрения и открытых участков тела работника от сварочного излучения, применяются специальные средства индивидуальной защиты, такие как: маска со светочувствительными фильтрами, которая снижает воздействие излучения на роговицу и сетчатку глаза. Для защиты кожных покровов рук, используются специальные перчатки, которые защищают кожу от воздействия теплового и ультрафиолетового излучений. *ГОСТ 12.3.003-86.*

Известно, что при относительно невысоких уровнях функционального напряжения работоспособность восстанавливается достаточно быстро, и никаких вредных последствий для организма человека не возникает. Однако в тех случаях, когда функциональное напряжение достигает уровней, при которых восстановление израсходованного функционального потенциала в течение рабочей смены невозможно, создаются условия для снижения работоспособности работника. Обычно кратковременный отдых и смена деятельности способствуют восстановлению израсходованных ресурсов организма. В тех случаях, когда уровень функционального напряжения чрезмерно велик и перегрузки длятся длительное время, кратковременный отдых уже не приводит к полному восстановлению израсходованных ресурсов. Продолжение работы с прежней интенсивностью может привести к тому, что на восстановление работоспособности будут тратиться все резервные ресурсы организма, а это, в свою очередь, может явиться причиной возникновения и развития разного рода патологических процессов в организме человека.

Для полного восстановления организма, на обеспечении предприятия существуют курортно-оздоровительные базы отдыха, куда работник направляется раз в год для лечебно-восстановительного отдыха. *ГОСТ 12.0.003-2015.*

### **6.2.6 Механические опасности**

К механическим опасностям следует отнести:

- неаккуратное обращение с газорезущим инструментом

- неаккуратное обращение с обрабатывающим инструментом.

Для того что бы избежать травм от данных видов опасностей необходимо:

соблюдать технику безопасности при работе инструментом согласно инструкции по охране труда при работе с ручным и механическим инструментами.

- Следить за защитными кожухами вращающихся устройств двигателей.

- Опасные зоны должны быть маркированы специальными обозначениями.

- К работе допускать только после проведения инструктажа.

### **6.2.7 Термические опасности**

Могут приводить к:

- ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;

- ущерб здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Первая помощь:

- Убрать поражающий фактор;
- Охладить место ожога;
- 1 и 2 степень - охлаждать проточной водой 10 - 15 мин;
- 3 и 4 - чистая влажная повязка, охладить с повязкой в стоячей воде;
- закрыть влажной повязкой;
- покой и противошоковые меры.

Меры предупреждения:

- Обучение работающих мерам пожарной безопасности проводится

по общим правилам проведения инструктажей по охране труда, которые в зависимости от характера и времени осуществления подразделяются на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой.

– Повторный инструктаж проводят с периодичностью, установленной на данном предприятии (в отрасли), по программе первичного инструктажа в полном объеме. Внеплановый инструктаж проводят в случаях, упомянутых в стандарте ССБТ. Объем и содержание инструктажа определяют для каждой конкретной ситуации с учетом причин и обстоятельств его проведения.

– Целевой инструктаж проводят перед выполнением разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности, перед работами, на которые оформляется наряд-допуск.

– С учетом конкретной ситуации в инструктаж включают необходимые вопросы, связанные с пожарной безопасностью.

– Кроме инструктажа, изучению подлежит так называемый пожарно-технический минимум. Он проводится с целью доведения его содержания до сведения руководителей и главных специалистов предприятий, лиц, ответственных за пожарную безопасность подразделений предприятий, а также занятых выполнением работ повышенной пожарной опасности, к которым предъявляются дополнительные требования по безопасности труда и проверки знаний или основных положений, действующих нормативных технических документов в области пожарной безопасности.

– Обучение в системе минимума проводится по программе и в сроки, согласованные с территориальными органами управления государственной противопожарной службы. Работники, проходящие обучение в системе пожарно-технического минимума на предприятии, могут быть освобождены от вводного и первичного противопожарных инструктажей.

### **6.2.8 Высокий уровень давления в оборудовании.**

Высокий уровень давления в баллонах может привести к аварии, связанной с их разгерметизацией. В этом случае осколки от баллона с газом могут

поразить незащищенные места на теле работника, в следствии этого возможны такие травмы как:

- переломы верхних, нижних конечностей;
- переломы ребер и т. д.
- рваные раны и порезы.

Первая помощь при переломе кисти и пальцев.

Зафиксируйте руку, повязкой. Но, прежде чем фиксировать руку, необходимо положить небольшую подушку на ладонь руки (можно использовать неразвернутый бинт), на плечо - шарф или любую другую ткань, свернутую в несколько слоев, положить поврежденную руку на этой ткани и закрепите ее в поднятом положении. Свяжи свою руку с телом.

При порезах и ранах, следует остановить кровотечение путем наложения давящей повязки или жгута, если возможно поднять конечность выше уровня тела.

Меры предупреждения:

- Проведение испытаний предохранительных устройств;
- Проверка предохранительных устройств в системе;
- Проведение инструктажей и проверки знаний;
- Проводить ТО, антикоррозийную обработку сосудов;
- Тестирование сосудов под давлением.

### **6.2.9 Химические факторы**

Наличие в жидких и газообразных фракциях углеводородов и их соединениях токсических, раздражающих, канцерогенных и других вредных веществ. Могут быть как вредные, так и опасные.

Степень опасности химических веществ связана с путями их попадания в организм человека, которые подразделяют на следующие группы проникновения:

- через органы дыхания (ингаляционный путь);
- через желудочно-кишечный тракт (пероральный путь);
- через кожные покровы и слизистые оболочки (кожный путь);
- через открытые раны;
- при проникающих ранениях;
- при внутримышечных, подкожных, внутривенных инъекциях.

Меры предупреждения:

- Средства индивидуальной защиты (специальной защитной одежды, обуви, рукавиц, шлемов, противогазов и респираторов, защитных очков, защитных лицевых щитков, нейтрализующих паст и мазей для защиты и очистки кожи)
- Средства коллективной защиты (средства защиты, изолирующие работающих от источников профессиональных вредностей. Для этого вводят дистанционное управление аппаратами и процессами, применяют различного вида завесы воздушные, водяные, вентиляция рабочих мест.)
- Информация и обучение (санитарный инструктаж обучение рабочих безопасным методам работы);
- Обслуживание технических средств контроля;
- Мониторинг на рабочем месте;
- Медицинский надзор и контроль за здоровьем;

### **6.2.10 Статическое электричество**

Баллон с ацетиленом в процессе использования может накапливать электрические заряды в течение длительного времени.

Образование статического электричества может произойти от ряда самых разнообразных причин:

- при перемещении баллонов путем волочения
- при трении об баллон посторонних предметов
- при отсутствии заземления на сварочном столе

Если металлический баллон воспринимает высокий потенциал относительно земли, между ним и заземленными предметами возникнет искровой разряд, который может вызвать возгорание или взрыв.

Чтобы предотвратить возникновение опасных искровых разрядов с поверхности баллонов, оборудования, а также от организма человека, необходимо предусмотреть меры, которые уменьшают величину заряда и обеспечивают, чтобы полученный заряд статического электричества истощал.

Чтобы снизить интенсивность накопления электрических зарядов, баллоны с газом необходимо перемещать на специальных тележках с колесами из ток непроводящих материалов. Для обеспечения разряда возникающего электростатического заряда все металлические части оборудования, должны быть заземлены, и должен быть обеспечен постоянный электрический контакт человеческого тела с заземляющим электродом.

Средства защиты от статического электричества должны соответствовать ГОСТ 12.4.124.83

### **6.2.11 Электробезопасность**

При сварочных работах электробезопасность обеспечивается выполнением требований должностных инструкций для сварщиков, инструкций по эксплуатации сварочного оборудования, требований соответствующих разделов правил устройства электроустановок, правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, межотраслевых правил по охране труда при газопламенной обработке металлов.

К сварочным работам должны допускаться сварщики, прошедшие специальную подготовку, имеющие удостоверение на право производства сварочных работ и удостоверение на группу по электробезопасности не ниже II.

Основной защитой от напряжения опасной величины, появляющегося на корпусах источников сварочного тока, является заземление (зануление) этих корпусов. Большинство электроприемников, в том числе и сварочные

установки, получают электроэнергию от сетей 220/380 В с заземленной нейтралью трансформатора или генератора, и к этой нейтрали присоединяется четвертый провод сети, называемый нулевым, который присоединен к металлическим корпусам распределительных устройств и электрических аппаратов. К этому проводу нужно также присоединять корпуса источников сварочного тока. Для этого на корпусе источника сварочного тока должен быть специальный болт, к которому присоединяется четвертая жила кабеля, называемая нулевой. На другом конце кабеля, присоединяемом к сети, эта жила соединяется с корпусом выключателя, силовой сборки и т. п.

Запрещается производить сварочные работы на закрытых сосудах, находящихся под давлением (трубопроводы, котлы, баллоны и т. п.), и сосудах, содержащих воспламеняющиеся или взрывоопасные вещества. Также запрещается электросварка и резка бочек, баков, цистерн, резервуаров и других емкостей из-под горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и газов без предварительной тщательной очистки, пропаривания этих емкостей и удаления из них газов вентилированием.

При проведении сварочных работ в закрытом помещении должен быть предусмотрен отсос сварочных аэрозолей непосредственно вблизи сварочной дуги. Должны быть установлены фильтры в вентиляционных устройствах помещений для электросварочных работ, исключающие выброс вредных веществ в окружающую среду.

Присоединение к сети и отсоединение от сети источников сварочного тока и наблюдение за их исправным состоянием при эксплуатации должен выполнять электротехнический персонал предприятия, где числится данная сварочная установка, с группой по электробезопасности не ниже III, а также электросварщик, если он прошел обучение и сдал экзамен на получение удостоверения на группу III по электробезопасности.

Измерение сопротивления изоляции электросварочных установок производится после длительного перерыва в их работе, после перестановки оборудования, но не реже 1 раза в 6 месяцев.

Ответственность за эксплуатацию сварочного оборудования, выполнение графика технического обслуживания и ремонта, безопасное ведение сварочных работ определяется должностными инструкциями и утверждается руководителем предприятия.

При наличии на предприятии должности главного сварщика или главного механика данная ответственность возлагается на них. Электросварочное оборудование закрепляется за электросварщиком под роспись. ГОСТ 12.1.019-2017 /22/.

### **6.3 Экологическая безопасность**

#### **6.3.2 Мероприятия по снижению аварийности и экологического ущерба**

Экологическая безопасность предусматривает мероприятия по обезвреживанию вредных для человека и окружающей среды веществ, выбрасываемых с отходящими газами:

- создание необходимой физической стойкости к поражающим факторам ЧС;
- создание запасов дефицитных материалов для аварийно-восстановительных работ;
- локальная защита объектов и небольших участков территории.
- создание и совершенствование автоматических систем обнаружения утечки опасных веществ и отключения аварийных участков;
- использование сооружений очистных установок в виде мокрых и сухих пылеуловителей для химической и электрической очистки газов, а также для улавливания ценных веществ, утилизации отходов и др.

Содержание ацетилена в воздухе рабочей зоны должно контролироваться автоматическими приборами непрерывного действия, сигнализирующими о превышении в воздухе допустимой взрывобезопасной концентрации ацетилена, а также периодически с помощью индикаторных трубок по ГОСТ 12.1.014-84.

Мероприятия разработаны на основании следующих нормативно-правовых документов: Правила охраны окружающей среды при работе с сосудами с избыточным давлением ГОСТ Р 55085-2012, ГОСТ 5457-75. Ацетилен растворимый и газообразный.

#### **6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Аварии, возникающие при работе с ацетиленом, приводят к ЧС, так как в результате воспламенения ацетилена возможен пожар, разрушения сооружений, гибель людей, значительные потери материальных ценностей, загрязнение окружающей среды.

ЧС, вызванные авариями из-за взрыва или возгорания баллонов с ацетиленом, могут сопровождаться одним или несколькими следующими событиями:

- смертельным(и) случаем(ями);
- травмированием с потерей трудоспособности или групповым травматизмом;
- утечкой газа.

Предупреждение аварий, связанных с ацетиленом достигается комплексом превентивных мероприятий, а именно:

- создание собственных формирований или заключение договоров с профессиональными аварийно-спасательными формированиями (службами);
- создание резервов финансовых средств и материально-технических ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварии;
- обучение работников способам защиты и действиям в чрезвычайных ситуациях;

- разработка декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов;
- организация и осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте;
- проведение корректировки планов при изменении исходных данных;
- создание и поддержание в готовности системы обнаружения утечек газов, а также системы связи и оповещения;
- проверка работоспособности автоматических систем обнаружения и оповещения о возникновении аварии на объектах;
- контроль за выполнением правил противопожарной безопасности;
- защита персонала и населения:
- организация системы оповещения;
- запас индивидуальных средств защиты;
- планирование проведения эвакуации;
- плановое обучение и периодический инструктаж по правилам противопожарной безопасности производственного персонала в объеме пожарного минимума;
- Перед допуском к работам по локализации аварий ответственный руководитель (или лицо его замещающее) должен провести инструктаж по безопасным методам и приёмам проведения работ персоналу аварийного объекта и сторонних организаций, привлечённых к данным работам;
- подготовка к привлечению при необходимости дополнительных сил и средств в соответствии с планом взаимодействия.

Противопожарная защита должна достигаться применением одного из следующих способов или их комбинацией:

- применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;

- применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
- применением основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности;
- применением пропитки конструкций объектов антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных красок (составов);
- устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара;
- организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей;
- применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара;
- применением средств противодымной защиты.

### **Вывод по разделу**

В данном разделе рассмотрели опасные и вредные производственные факторы на участке газовой сварки и резки.

В разделе проработана нормативная база основанная, на материалах по охране труда и окружающей среды, а также безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Газосварочный участок на опасном производственном объекте соответствует нормам технической документации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными результатами данной выпускной квалификационной работы являются следующие положения:

- выявлены основные виды опасностей в ремонтном цехе, которые способны привести к возникновению аварийной ситуации;
- построен сценарий развития аварийной ситуации, подразумевающий взрыв ацетиленового баллона при выполнении работ, связанных с газовой резкой металла;
- произведена оценка риска возникновения аварийной ситуации путем построения «Дерева отказа» и «Дерева событий»;
- рассчитано избыточное давление взрыва и зона разрушения, в результате взрыва одного ацетиленового баллона;
- рассчитаны прямой и косвенный ущербы, полученные в результате возникновения аварии;
- внесены предложения, направленные на создание благоприятных условий, с целью уменьшения воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны и воздействия шума на рабочих, при выполнении газовой резки.

В ходе исследования работы в цехе, были выявлены одни из наиболее вероятных опасностей, связанных с возникновением аварийных ситуаций в цехе, способных повлечь за собой значительный ущерб.

При дальнейшем построении сценария развития аварийной ситуации особое внимание было уделено опасности, связанной с повышением давления в сосудах. Согласно статистическим данным, аварии, случившиеся в результате повышения давления в сосудах, случаются из года в год, это говорит о том, что рассмотренный сценарий развития аварийной ситуации имеет место быть.

Для оценки риска возникновения аварии, связанной с возможным взрывом ацетиленового баллона, было построено «дерево отказов», которое позволяет представить все цепочки событий, последствия которых влекут за собой развитие данной аварии. В результате, были выявлены основные причины,

которые способны повлечь за собой взрыв ацетиленового баллона, к ним относятся: повышение температуры, человеческий фактор, удары или падения.

Построение «Дерева событий» заключалось в анализе развития аварийной ситуации с определением наиболее вероятного развития событий в результате разгерметизации ацетиленового баллона. Был сделан вывод о том, что наиболее вероятным развитием событий является разгерметизация ацетиленового баллона с последующим взрывом, что приведет к разрушениям в зоне поражения.

Расчет избыточного давления и радиуса зоны разрушения в результате взрыва позволяет определить степень разрушения в полученной зоне поражения, а также сделать вывод и возможных последствиях, связанных с травмированием персонала и повреждением оборудования.

В результате анализа вредных и опасных производственных факторов, присущих рабочему месту газовой сварки, были выявлены факторы превышающие уровень допустимых значений, вследствие чего предложены меры направленные на улучшение условий труда, соблюдение которых значительно снизит неблагоприятное воздействие на организм работника, предотвратив при этом возможное развитие профессиональных заболеваний.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Машиностроение [Электронный ресурс] / Академик. – Режим доступа: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_geo/169/МАШИНОСТРОЕНИЕ](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geo/169/МАШИНОСТРОЕНИЕ). Дата обращения 30.04.2019 г.

2. Машиностроительное производство: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / И. А. Булавинцева. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 176 с.

3. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_15234/3ccbedcf62c33ed74fd0d4636555b4996a2d468e/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/3ccbedcf62c33ed74fd0d4636555b4996a2d468e/). Дата обращения: 30.04.2019 г.

4. Производственные риски [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.novsu.ru/file/486806>. Дата обращения 30.04.2019 г. 5. Безопасность жизнедеятельности и производственная среда [Электронный ресурс] / Информационный сайт по безопасности жизнедеятельности. – Режим доступа: <http://www.kornienko-ev.ru/BCYD/page232/page460/index.html>. Дата обращения: 30.04.2019 г.

6. Производственный травматизм и профессиональные заболевания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.km.ru/referats/8929070D074E4FD89CC522B5D798E21C>. Дата обращения: 30.04.2019 г.

7. Расследование и учет несчастных случаев на производстве [Электронный ресурс] / Охрана труда и БЖД. – Режим доступа: <http://ohranabgd.narod.ru/ohrana15.html>. Дата обращения: 30.04.2019 г.

8. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2014 году / Федеральная служба по

экологическому, технологическому и атомному надзору от 3 июня 2011 г. № 278 – 2014 г.

9. Состояние аварийности с грузоподъемными механизмами [Электронный ресурс] / Прикладная экономика. – Режим доступа: <http://www.aeconomics.ru/news/theme-withouttheme/code-4293/>. Дата обращения: 30.04.2019 г.

10. Основные причины аварий и несчастных случаев при работе грузоподъемных машин [Электронный ресурс] / Грузоподъемное оборудование. – Режим доступа: <http://kranbalka.com/art42.html>. Дата обращения: 30.04.2019 г.

11. Оборудование для газовой резки [Электронный ресурс] / Металлопрокат. – Режим доступа: <http://tutmet.ru/oborudovanie-mashina-stanokgazovoj-rezki-metalla.html>. Дата обращения: 30.04.2019 г.

12. Газовая сварка и резка металлов [Электронный ресурс] / Инженерная энциклопедия. – Режим доступа: <http://engineeringsystems.ru/procesi-proizvodstva-chernih-i-cvetnih-metaliv-i-ih-splavov/gazovaya-svarka-i-rezka-metallov.php>. Дата обращения: 03.05.2019 г.

13. Техника безопасности при сварке [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://svarkainfo.ru/rus/lib/wcsecurity/gassec/>. Дата обращения: 03.05.2019 г.

14. Производственный травматизм и охрана труда. Причины и предупреждение производственного травматизма [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://all-gigiena.ru/lit/gigiena-gabovich-shaxbazyan/proizvodstvennij-travmatizm-i-oxrana-truda-prichini-i-preduprezhdenie-proizvodstvennogotravmatizma>. Дата обращения: 03.05.2019 г.

15. О заводе [Электронный ресурс] / Юргинский Машзавод. – Режим доступа: <http://www.yumz.ru/about/>. Дата обращения: 03.05.2019 г.

16. Способы и виды сварки металла [Электронный ресурс] / Газосварочное и электросварочное оборудование. – Режим доступа: [http://ptkspb.ru/sposoby\\_i\\_vidy\\_svarki\\_metalla](http://ptkspb.ru/sposoby_i_vidy_svarki_metalla). Дата обращения: 08.05.2019 г.

17. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_196804/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_196804/). Дата обращения: 08.05.2019 г.

18. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. / Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России». – Москва: 2002 г. 20. Концепция приемлемого риска [Электронный ресурс] / Охрана труда. Информационный ресурс. – Режим доступа: [http://ohranabgd.ru/bgdobsh/bgdobsh1\\_39.html](http://ohranabgd.ru/bgdobsh/bgdobsh1_39.html). Дата обращения: 08.05.2019 г.

19. Ацетилен [Электронный ресурс] / О сварке. Информационный ресурс. – Режим доступа: <http://www.osvarke.com/acetilen.html>. Дата обращения: 08.05.2019 г.

20. Анализ дерева отказов [Электронный ресурс] / Портал знаний. – Режим доступа: <http://statistica.ru/knowledge-clusters/technical-sciences/analizdereva-otkazov/>. Дата обращения: 08.05.2019 г.

21. Деревья событий [Электронный ресурс] / Энциклопедия по машиностроению. – Режим доступа: <http://mash-xxl.info/info/129134/>. Дата обращения: 09.05.2019 г.

22. Карауш, С.А. Оценка параметров промышленных взрывов: учебное пособие / С.А. Карауш. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 96 с.

23. Расчет процессов горения и взрыва: учебное пособие / В.А. Портола, Н.Ю. Луговцова, Е.С. Торосян; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 108 с.

24. Взрывозащита технологического оборудования. / Водяник В.И. – Москва: Изд-во «Химия», 1991. – 256 с. 28. Мембранное предохранительное устройство [Электронный ресурс] / Википедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Мембранное\\_предохранительное\\_устройство](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мембранное_предохранительное_устройство). Дата обращения: 09.05.2019 г.

25. Экономика предприятия [Электронный ресурс] / Библиотекарь. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/economika-predpriyatiya/42.htm>. Дата обращения: 10.06.2019 г.

26 ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

27. Руководство к выполнению раздела выпускной квалификационной работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» / Методические указания; Томский Политехнический университет, 2015. – 57 с.