

Министерство образования и науки 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
Оценка пожарных рисков отделения цеха топливоподдачи на основе методики анализа рисков

УДК 614.841.412.004.4:665.73

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1Е32	Епифанцева Элона Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Татьяна Анатольевна	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	Кандидат экономических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2018 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		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	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)
P2	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)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	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)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	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		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	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»
P7	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»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, 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»
P9	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 образования и науки 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
 _____ А.Н. Вторушина
 05.02.2018 г.

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е32	Епифанцевой Элоне Сергеевне

Тема работы:

Оценка пожарных рисков отделения цеха топливоподачи на основе методики анализа рисков	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.18 № 437/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Промышленная площадка (цех топливоподачи) Томской государственной районной электростанции – 2. Режим работы непрерывный, так как работа осуществляется круглосуточно. В качестве сырья на промышленной площадке используется природный газ и каменный уголь.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Провести аналитический обзор по литературным источникам с целью набора материала по опасным производственным объектам; обсуждение результатов выполненной работы. Составление вариационной модели развития ЧС на исследуемом объекте (за верхнее событие принять зажигание угольной пыли). Проведение расчетов с целью определения масштаба последствий в результате взрыва угольной пыли. Предложение инженерно-технических мероприятий направленных на предупреждение ЧС.</p>

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Таблицы, рисунки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Татьяна Анатольевна	к.т.н		05.02.2018 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е32	Епифанцева Элона Сергеевна		05.02.2018 г.

Министерство образования и науки 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 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.02.2018 г.	Сбор материалов и изучение функционирования цеха топливоподачи Томской ГРЭС–2	20
26.02.2018 г.	Разработка вариационной модели развития ЧС на исследуемом объекте, подбор литературы	10
10.03.2018 г.	Расчет критериев пожарной безопасности	25
28.03.2018 г.	Предложение инженерно-технических мероприятий. Выбор методов, технологий для организации защиты объекта, определение величин параметров защиты	15
14.04.2018 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
05.05.2018 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Татьяна Анатольевна	к.т.н		05.02.2018

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
20.03.01 Техносферная безопасность				
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		05.02.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е32	Епифанцевой Элоне Сергеевне

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Рабочим местом является цех топливоподачи. Объект исследования является оценка пожарных рисков цеха топливоподачи.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности. 1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.	Рассмотреть воздействие на моториста ЦЩУТ таких физических факторов как, производственный шум и вибрация, запыленность, освещение рабочего места, микроклимат, электробезопасность, воздействие вредных веществ. Предложить средства защиты.
2. Экологическая безопасность:	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду. Меры, принимаемые на ГРЭС-2 для охраны окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Действия персонала при возникновении пожара. Мероприятия по улучшению охраны труда и техники безопасности.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2001 №197-ФЗ «Трудовой кодекс Российской Федерации» (ред. от 05.02.2018)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И. Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е32	Епифанцева Элона Сергеевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е32	Епифанцевой Элоне Сергеевне

Тема: Оценка пожарных рисков отделения цеха топливоподачи на основе методики анализа рисков

Институт	Электронного обучения	Отделение	Контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление / специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 17000 руб. Оклад студента - 7000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- Премияльный коэффициент руководителя 30%; - Премияльный коэффициент инженера 20%; - Доплаты и надбавки руководителя 30%; - Доплаты и надбавки руководителя 30%; - Дополнительной заработной платы 15%; - Накладные расходы 16%; - Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	- Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	Кандидат экономических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е32	Епифанцева Элона Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 83 с., 4 рис., 16 табл., 27 источников, 2 прил.

Ключевые слова: анализ, риск, зажигание, пожарный риск, угольная пыль, дерево событий, зоны поражения.

Объектом исследования является Томская государственная районная электростанция – 2, в качестве предмета исследования выбран цех топливоподачи.

Цель работы – оценка пожарных рисков цеха топливоподачи Томской государственной районной электростанции – 2.

В процессе исследования объект был проанализирован на возможные потенциальные опасности, которые могут привести к зажиганию угольной пыли на предприятии. На основании проведенного анализа была построена вариационная модель развития сценариев, которые способны привести к возникновению ЧС. При случае самовозгорания угольной пыли в бункере сырого угля были определены зоны полных, сильных, средних и слабых разрушений, а так же определена интенсивность теплового излучения и время действия огненного шара.

Был проведен анализ действующих мероприятий по пылеподавлению цеха топливоподачи, предложены рекомендации по мероприятиям, которые позволят минимизировать риск возникновения ЧС на объекте, и ему функционировать на наиболее безопасном уровне.

Степень внедрения: средняя

Область применения: предприятия топливно-энергетического комплекса

Экономическая эффективность/значимость работы сокращение материального ущерба и человеческих жизней при возникновении ЧС.

В будущем планируется развитие рассматриваемой темы в рамках магистерской диссертации.

Список сокращений

ГРЭС – Государственная районная электростанция;

ЧС – Чрезвычайная ситуация;

ТЭС – Тепловая электрическая станция;

КПД – Коэффициент полезного действия;

ИПР – Извещатель пожарный ручной;

УАП – Установка автоматического пожаротушения;

МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

ПТМ – Пожарно-технический минимум;

РД – Руководящий документ;

ОПО – Опасный производственный объект;

ЦЩУТ – Центральный Щит Управления Топливоподачей;

ТП – Топливоподача;

ГПС – Государственная противопожарная служба.

Нормативные ссылки

1. Инструкция о мерах пожарной безопасности на ГРЭС-2 32-ПБ-001.
2. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
3. ГОСТ 2093-82 Топливо твердое. Ситовый метод определения гранулометрического состава
4. НПБ 107-97 Определение категорий наружных установок по пожарной опасности.
5. ГОСТ 12.1.003-80 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
6. ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»
7. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03.
8. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
9. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. СанПиН 2.2.4.3359-16.
10. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
11. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1 ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОЦЕНКА ПОЖАРНОГО РИСКА	15
1.1 Пожарная безопасность теплоэлектростанций	15
1.2 Пожары на теплоэлектростанциях	16
1.3 Основы методологии анализа пожарных рисков.....	17
1.4 Классификация рисков.....	20
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	22
2.1 Описание объекта исследования	22
2.2 Используемое твердое топливо	24
2.3 Источники зажигания.....	24
2.4 Основные требования пожарной безопасности в цехе.....	25
2.5 Средства тушения пожара в цехе	26
2.6 Построение и анализ вариационной модели.....	28
2.7 Расчет критериев пожарной опасности	31
2.7.1 Расчет избыточного давления	31
2.7.2 Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара».....	32
2.7.3 Расчет параметров волны давления при сгорании горючего вещества.....	33
2.8 Определение зон разрушения и оценка поражения людей	34
3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧС	39
3.1 Проводимые мероприятия по обеспечению взрывобезопасности	39

3.2 Рекомендации по уменьшению риска самовозгорания топлива	41
3.3 Организация обучения персонала мерам пожарной безопасности.....	41
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	45
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	77
Приложение 1	80
Приложение 2	83

ВВЕДЕНИЕ

Объекты топливно-энергетического комплекса относят к сфере высоких рисков и объектов повышенной промышленной опасности.

Тепловая электростанция по обращающимся в ее производственном процессе опасным продуктам и технологическому процессу относится к взрывопожароопасным объектам.

Главной задачей теплоэлектростанции является производство и отпуск электрической и тепловой энергии потребителям.

Необходимо помнить, что пожары на электростанциях могут привести к остановке не только энергетического объекта, но и других народнохозяйственных объектов из-за недостатка электрической энергии.

Проблема пожарной безопасности усугубляется тем, что эксплуатация значительного количества оборудования на теплоэлектростанциях ведется еще с 50-х годов прошлого столетия. Соответственно, основное оборудование сильно изношено, что может быть причиной серьезных аварий.

Последнее время в нашей стране активно развивались парогазовые станции, но лидирующую позицию занимают паросиловые установки. Особенно перспективными среди теплоэлектростанции являются станции на твердом топливе.

Немалая часть теплоэлектростанции нашей страны работает на твердом топливе. Его запасы очень велики в России. Угольные склады на электростанциях, как правило, находятся на открытом воздухе. Представляют собой большие кучи угля. Большинство топливных хозяйств электростанций имеют угольные дробилки, мельницы и закрытые ленточные конвейеры. Также, практически везде, есть промежуточные угольные бункера, где топливо находится до поступления в котёл. Следовательно, возникновение пожаров и взрывов, приводящих к человеческим жертвам, загрязнению окружающей среды и значительным экономическим потерям формируют актуальность работы.

Главной целью методики расчета рисков является, обеспечение непрерывности и стабильной деятельности производственного процесса и обеспечение безопасности для селитебной зоны, путем предупреждения угроз.

Целью работы является оценка пожарных рисков цеха топливоподачи Томской государственной районной электростанции – 2.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. произвести анализ объекта с точки зрения пожарной опасности действующего производства ГРЭС – 2 города Томска;
2. произвести расчеты зон поражения в случае возникновения ЧС;
3. произвести расчеты и анализ пожарных рисков;
4. предложить мероприятия по предупреждению ЧС и увеличению уровня безопасности объекта исследования.

Вышеизложенные задачи помогут оценить масштаб последствий в случае возникновения ЧС на промышленной площадке ГРЭС – 2.

1 ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОЦЕНКА ПОЖАРНОГО РИСКА

1.1 Пожарная безопасность теплоэлектростанций

С точки зрения противопожарной защиты, типичная электростанция – это комплекс разнообразных объектов, каждый из которых обладает своими собственными характеристиками взрывопожарной и пожарной опасности [1]. Для организации грамотного процесса предотвращения чрезвычайных ситуаций необходимо детально представлять процессы генерации и все сопутствующие им технологические действия. Рассмотрим основные из них.

Теплоэлектростанции (ТЭС) являются основой генерации электрической энергии в России – их доля составляет 68 % от общего объема установленной мощности.

Паросиловые станции составляют основную массу ТЭС. Наиболее распространенными и перспективными среди паросиловых станций – газомазутные и твердотопливные. Так как запасы угля существенно превосходят запасы нефти и газа, то считается, что он является наиболее перспективным. Кроме того, этому способствует высокий КПД пылеугольных ТЭС (в среднем свыше 45 %).

В общем случае, проектирование системы пожарной защиты объектов ТЭС должно сопровождаться следующими рекомендациями:

- возгорание должно быть обнаружено посредством технических средств (пожарных извещателей) и систем сигнализации в блоках электростанций, а также в других технологических помещениях.
- нужно принимать сигналы от ручных извещателей, которые установлены на территории и в помещениях объекта;
- необходимо подавать сигналы управления системами пожаротушения;
- необходимо подавать сигналы управления системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- необходимо подавать сигналы на отключение технологического оборудования электростанций;

– оперативно отображать состояние системы на щите управления электростанции.

Необходимо отметить, что каждый из объектов электроэнергетики обладают своими, характерными особенностями. Прежде всего, не существуют универсальные решения – для каждого объекта должно быть свое, индивидуальное.

Проект пожарной защиты должны выполнять высококвалифицированные специалисты, имеющие доказанный опыт, и хорошо понимающие специфику и особенности работы отрасли. Вторым фактором, который необходимо учитывать, заключается в существенном отличии условий возникновения пожара реальных объектов от стандартных – к примеру, отложившаяся пыль может длительно тлеть и вызвать, в конечном итоге, аварийную ситуацию в, казалось бы, нормальных условиях эксплуатации [2].

1.2 Пожары на теплоэлектростанциях

Проблема обеспечения безопасности объектов энергетики приобретает повышенную актуальность. Дальнейшее развитие энергетических объектов и реализация крупномасштабных проектов повышают риск возникновения природных и техногенных аварий и катастроф, которые могут привести к региональным, национальным и глобальным последствиям. В наши дни ежегодные потери от пожаров измеряются тысячами человеческих жизней, а наносимый ими урон на окружающую среду невосполним.

В больших городах, как правило, ТЭС расположены в непосредственной близости от населения и учитывая, что в большинстве случаев отсутствуют санитарно-защитные зоны, можно сделать вывод о быстроте воздействия поражающих факторов на потенциально опасных составляющих ТЭС. Таким образом, главной опасностью, фактором риска эксплуатации ТЭС являются нештатные, аварийные выбросы взрывопожароопасных и токсичных веществ с

нанесением прямого ущерба окружающей среде [3]. В (прил. 1) приведен перечень пожаров на ТЭС за последние 10 лет.

Согласно статистике основными причинами пожаров являются:

- нарушение правил эксплуатации электрооборудования – 40,66%;
- самовозгорание топлива – 30,18%;
- взрыв (выброс) топлива – 12,5%;
- нарушение требований пожарной безопасности при проведении сварочных и огневых работ – 8,33%;
- прочие причины – 8,33%.

Проводя анализ можно заключить, что за последние 10 лет по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования происходит каждый 2-й пожар, и каждый 3-й пожар по причине самовозгорания топлива.

1.3 Основы методологии анализа пожарных рисков

На (рис. 1) представлена схема, иллюстрирующая алгоритм обеспечения пожарной безопасности любого объекта защиты, в том числе, и энергетического предприятия.

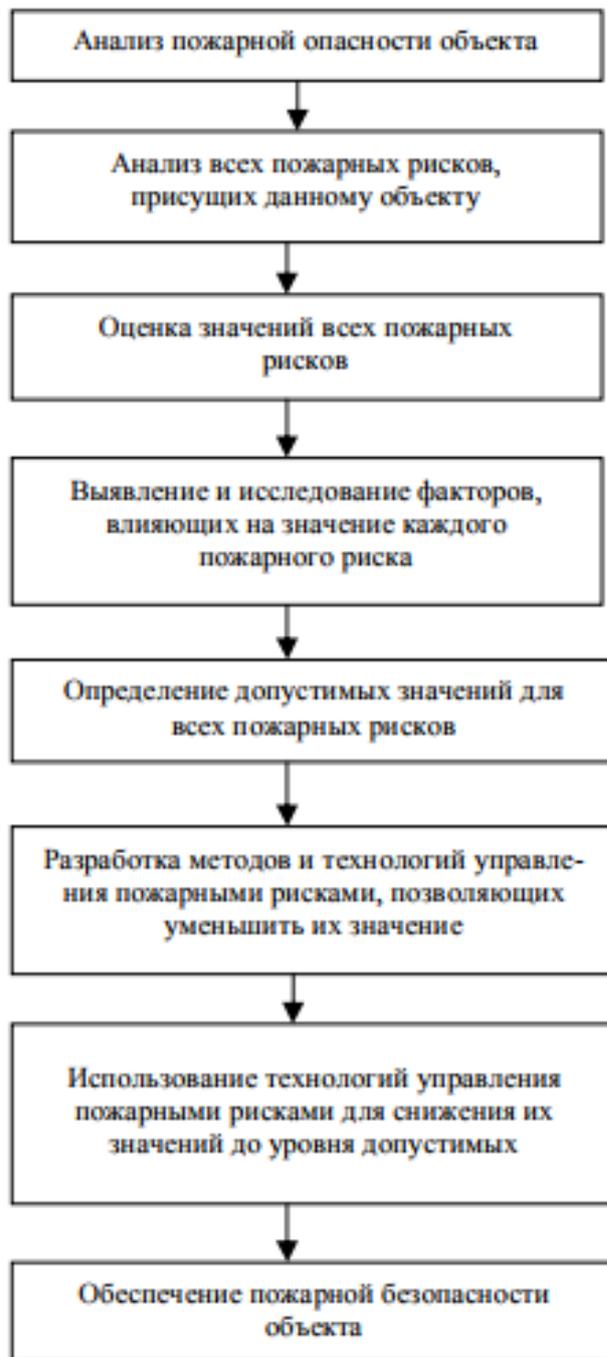


Рисунок 1 – Алгоритм обеспечения пожарной безопасности объекта

На (рис. 1) показано, что первым этапом проведения анализа пожарной опасности объекта защиты является определение и анализ всех пожарных рисков, присущих данному объекту, а второй этап – оценка их текущих значений, определение допустимых значений для всех пожарных рисков. После этого следует подбор или разработка методов и технологий управления каждым

риском, использование их и тем самым обеспечение пожарной безопасности объекта защиты.

Эту общую схему можно детализировать на каждом своем этапе, к примеру, определять пожарные риски можно с использованием метода «дерева событий» [4].

Для оценки пожарного риска, согласно ст. 94 ФЗ № 123-ФЗ и «Правил проведения расчетов по оценке пожарного риска», необходимо выполнить следующий алгоритм действий:

1. проанализировать пожарную опасность производственного объекта;
2. определить частоту реализации пожароопасных ситуаций;
3. построить поля опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
4. оценить последствия воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
5. проанализировать системы обеспечения пожарной безопасности.

Пожарный риск можно оценивать методами оценки времени блокирования эвакуационных путей и расчетного времени эвакуации, которые изложены в методиках определения расчетных величин пожарного риска.

Расчетные величины пожарного риска – это количественная мера возможности реализации пожарной опасности объекта и ее последствий для людей в результате воздействия на них опасных факторов пожара, в том числе:

1. риск гибели работника объекта;
2. риск гибели людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта.
3. Результаты оценки пожарного риска можно использовать для того:
4. чтобы обосновать обеспечение допустимых значений пожарного риска, установленных федеральным законодательством, в следующих случаях:
5. для объектов с неустановленными требованиями пожарной безопасности;

6. для объектов с не до конца выполненными требованиями нормативных документов по пожарной безопасности;
7. чтобы принято решения по разработке дополнительных мер по снижению пожарной опасности объекта в случае превышения одними или несколькими расчетными значениями пожарных рисков нормативных значений, установленных федеральным законодательством;
8. чтобы разработать проектную документацию на объекты капитального строительства и проведения государственной экспертизы проектной документации.

На основе анализа риска следует разработка и корректировка комплекса инженерно-технических и организационных мероприятий, которые направлены на обеспечение пожарной безопасности объекта защиты [5].

1.4 Классификация рисков

Провести классификацию рисков можно по различным признакам. Как один из способов классификации – это определение видового признака. Например, риски можно классифицировать по количеству пострадавших людей в результате неблагоприятного события: индивидуальные и социальные риски. Или классифицировать риски по виду поражения: пожарные, экологические риски и т.д.

Основные виды рисков применяемые для оценки вероятности возникновения неблагоприятных событий на промышленном объекте – индивидуальный, коллективный, социальный и потенциальный территориальный риск.

Индивидуальный риск – частота поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых факторов опасности.

Коллективный риск – ожидаемое количество смертельно травмированных людей в результате возможных аварий за определенный период времени.

Социальный риск – зависимость частоты событий, в которых пострадало на том или ином уровне число людей, больше определенного, чем на предыдущем уровне.

Потенциальный территориальный риск – пространственное распределение частоты реализации негативного воздействия определенного уровня [6].

2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Описание объекта исследования

Промышленная площадка Томской ГРЭС – 2 расположена в Советском районе г. Томска, в 3-х км от реки Томь.

Установленная электрическая мощность составляет 331 МВт, тепловая – 815 Гкал/ч. Томская ГРЭС – 2 обеспечивает теплоснабжение центральной и южной части города.

Источником воды Томской ГРЭС – 2 служит р. Томь, вода на электростанцию подаётся от собственной береговой насосной станции. Система охлаждения конденсаторов турбин и оборудования электростанции – обратная с испарительными градирнями (4 шт.) башенного типа.

На Томской ГРЭС – 2 производится раздельное сжигание твёрдого, и газообразного топлива. Мазут на электростанции используется только в качестве растопочного топлива.

Система золоулавливания на котлах – мокрая. Система золошлакоудаления обратная, гидравлическая. Действующий золоотвал находится в 12 км от ГРЭС – 2.

В данной работе, рассматривается вероятность возникновения взрыва угольной пыли, находящейся в цехе топливоподачи, который может повлечь за собой пожар.

Топливное хозяйство расположено на территории Томской ГРЭС – 2 (прил. 2), служит для обеспечения работы энергетических котлов на угле и предназначено для принятия угля, хранения нормативного запаса, подготовки (дробления) и непрерывной подачи его в бункеры котлов. В состав топливного хозяйства Томской ГРЭС – 2 входят следующие сооружения: подъездная ж/д эстакада, 1-я яма хранения угля, основной штабель хранения угля, разгрузсарай со щелевым бункером угля, дробильное отделение, конвейерный тракт углеподачи.

Доставка угля на Томскую ГРЭС – 2 осуществляется железнодорожным транспортом. Уголь завешивается на ж/д весах и подается под выгрузку.

После грейферной выгрузки вагоны перемещаются в закрытый разгрузсарай, где остатки угля из вагонов выгружаются вручную (лопатами) и ссыпаются в щелевой бункер.

Разгрузка вагонов осуществляется:

1. на основной штабель угля – кранами-перегрузчиками;
2. на 1-ю яму – кранами-перегрузчиками;
3. в щелевой бункер в разгрузсарай – вручную.

На штабеле для формирования основного склада угля работают бульдозеры.

Для бесперебойной работы тракта углеподачи действуют две резервные линии (в случае ремонта кранов-перегрузчиков или «0» конвейера), оснащенные резервными конвейерами. Отгрузка угля с мест хранения осуществляется:

1. кранами-перегрузчиками – с основного штабеля угля и с 1-й ямы – на питатели «0» транспортера;
2. лопастными питателями - со щелевого бункера разгрузсарая – на конвейеры I подъема;
3. бульдозерами – с основного штабеля угля – в приемные бункеры резервных линий.

В дробильном отделении весь уголь проходит через два грохота, где разделяется на 2 фракции. Крупные куски поступают в молотковые дробилки, где измельчаются. Далее весь уголь поступает по конвейерам III подъема в узел пересыпки главного корпуса, где в дробильно-делительной установке измельчается до более мелкой фракции. Затем подготовленный уголь по конвейерам бункерных галерей поступает к бункерам котлов.

На данный момент цех топливоподачи работает не в полном объеме, так как 60% станция работает на газу. Подача угля проводится 2 раза в смену,

количество угля, подаваемое на котел определяется исходя из потребностей котельного цеха.

2.2 Используемое твердое топливо

Наименование топлива - Кузнецкий каменный уголь марки «Д»

В настоящее время поступающий уголь на станцию имеет III группу взрывоопасности. В (табл. 1) представлен элементный состав сжигаемого топлива.

Таблица 1 – Элементный состав

Наименование элементов	Обозначение	Величина
Зола	$A_p, \%$	15,9
Влага	$W_p, \%$	11,5
Сера	$S_p, \%$	0,4
Углерод	$C_p, \%$	56,4
Кислород	$O_p, \%$	9,9
Азот	$N_p, \%$	1,9
Водород	$H_p, \%$	4,0

Низшая теплотворная способность 21000 кДж/кг (5020 ккал/кг).

2.3 Источники зажигания

Источниками зажигания в помещениях зданий складов угля, в галереях топливоподачи, на открытом транспорте и в штабелях угля могут являться:

- удары молнии;
- электрические искры и электродуги при коротких замыканиях электропроводов и электрокабелей, перегрузках, больших переходных сопротивлениях в силовом и осветительном электрооборудовании;
- искры, электродуги, пламя газовых горелок при проведении ремонтных газо-электросварочных работ; открытое пламя и нагретые конструкции котлов;
- самовозгорание угля;
- механические искры при попадании в дробилки металла или камней, при ударах ковша крана мостового грейферного о камни, бетон, металл, при работе стальными инструментами;

- пламя папирос, спичек, паяльных ламп и т.д.;
- искровые разряды статического электричества при работе транспортёров, систем аспирации и т.д.;
- искры выхлопных труб двигателей внутреннего сгорания;
- перегрев, загорание и обрыв резинотканевых лент горизонтальных и наклонных транспортёров при их пробуксовке, заклинивании, завалах, недостаточном натяжении лент ведомым барабаном, их растяжении до сверхдопустимых пределов и т.д.

2.4 Основные требования пожарной безопасности в цехе

Приказом по ГРЭС – 2 ответственность за противопожарное состояние отдельных помещений и галерей возложена на конкретных лиц.

Обязанности ответственных за противопожарную безопасность:

1. обеспечить на вверенных им помещениях соблюдение противопожарного режима и выполнение в установленные сроки мероприятий, повышающих пожарную безопасность;
2. обеспечить исправность технологического оборудования в соответствии с техническими требованиями и проектными решениями. Немедленно принимать меры к устранению обнаруженных неисправностей, которые могут привести к пожару;
3. организовать пожарно-техническую подготовку подчинённого персонала и требовать от него соблюдение противопожарного режима и выполнение установленных требований пожарной безопасности, особенно по технологии производства;
4. обеспечить контроль за выполнением требований пожарной безопасности при проведении ремонтных работ персоналом цеха и подрядными организациями. Установить режим уборки рабочих мест и помещений, а также отключения электросети после окончания работы, за исключением дежурного освещения, системы

обнаружения и тушения пожаров и оборудования с непрерывным технологическим процессом;

5. установить порядок и ответственность за содержание в исправном состоянии и постоянной готовности к действию имеющейся на участке средства обнаружения и тушения пожара;
6. при возникновении пожара, аварии или других опасных факторах, угрожающих персоналу и нарушающих режим работы оборудования, принять меры к немедленному вызову пожарных подразделений, известить руководство предприятия, обесточить электрооборудование, находящееся в зоне пожара, выдать письменный допуск на тушения пожара, организовать его тушение и эвакуацию персонала (при необходимости), а также восстановление нормального режима работы оборудования.

Все инженерно-технические работники, рабочие и служащие цеха должны проходить подготовку по пожарной безопасности в целях приобретения и углубления пожарно-технических знаний об опасности технологического процесса, навыков в использовании имеющихся средств пожарной защиты, умение безопасно и правильно действовать при возникновении пожара и оказывать первую помощь пострадавшим.

Подготовка по пожарной безопасности включает в себя:

1. вводный инструктаж;
2. первичный, повторный и внеплановый инструктажи;
3. занятия по пожарно-техническому минимуму;
4. противопожарные тренировки [7].

2.5 Средства тушения пожара в цехе

1. Углекислотные огнетушители.

Применяются для тушения всех твёрдых и легковоспламеняющихся жидкостей, электродвигателей, трансформаторов, находящихся под напряжением.

При тушении электродвигателей, трансформаторов и другого оборудования, находящегося под напряжением до 10 кВ, можно производить при соблюдении расстояния от токоведущих частей не менее 1 м.

2. Пенные огнетушители.

Применяются для тушения небольших пожаров твёрдых и жидких веществ, в том числе и легковоспламеняющихся жидкостей (бензина, керосина, мазута, различных масел).

Пенным огнетушителем нельзя тушить пожары электроустановок, электроприборов, электродвигателей и электропроводов, находящихся под напряжением, так как пена является проводником электрического тока.

3. Порошковый огнетушитель.

Предназначен для тушения загорания бензина, дизельного топлива, лаков, красок, других жидкостей, а также электроустановок под напряжением до 1 кВ с расстояния не менее 1 м [8].

4. Вода.

Применяется во всех случаях, кроме тушения электрооборудования, находящегося под напряжением 0,4 кВ и выше.

5. Песок (сухой, просеянный).

Применяется при тушении небольших пожаров твёрдых и жидких веществ, в том числе и легковоспламеняющихся жидкостей (бензин, керосин, мазут, различные масла) и угольной пыли.

6. Асбестовое полотно.

Применяется при тушении небольших пожаров, путём накидки его на очаг горения.

7. Автоматическая пожарная сигнализация.

Тракт топливоподдачи снабжен пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация состоит из тепловых пожарных извещателей, расположенных под потолочными перекрытиями и приемно-пожарных приборов «Сигнал-20», установленных в кабинете начальника смены. В помещениях топливоподдачи установлены кнопки пожарной тревоги – ИПР (извещатель пожарный ручной).

При срабатывании какого-либо шлейфов включается звуковая сигнализация, мигает светодиод, соответствующий сработавшему шлейфу.

8. Дренчерная установка.

Огнетушащие дренчерные установки расположены в головной и хвостовой частях конвейеров и предназначены, в случае пожара, для локализации очага возгорания, не дать ему распространиться.

Установка представляет собой разветвленную сеть трубопроводов, расположенных в верхней части помещения под потолком. На этих трубопроводах расположены дренчерные огнетушащие головки (сопла), которые разбрызгивают воду, образуя водяную завесу. Вода поступает из пожарного водовода и подается на дренчерные установки, путем открытия задвижки на подвод воды к дренчерным головкам.

После открытия задвижки вода идет по трубной системе, доходит до дренчерных головок, распыляется и падает на конвейер.

9. Установка автоматического пожаротушения.

Установка автоматического пожаротушения тракта топливоподачи распыленной водой предназначена для тушения пожаров на конвейерах способом подачи распыленной воды на защищаемый объект.

УАП обеспечивает пожаротушения в любом месте ленточного конвейера.

УАП эксплуатируется при температуре не ниже +4 °С [7].

2.6 Построение и анализ вариационной модели

Вариационную модель развития ЧС на рассматриваемом объекте строим на основе «дерева событий» [9]. Главное событие принимаем зажигание угольной пыли (рис. 2).

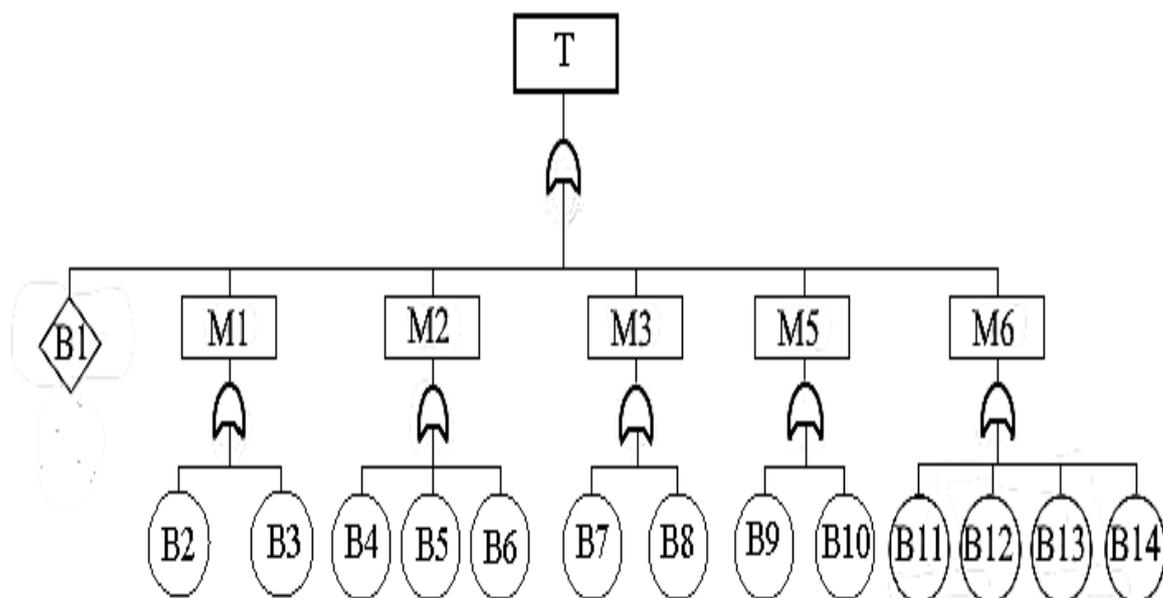


Рисунок 2 – Вариологическая модель зажигания угольной пыли на объекте

Таблица 2 – Вариологическая модель зажигания угольной пыли на объекте

Обозначение	Характеристика события	Вероятность (частота) события
Т	Зажигание	$1,46 \times 10^{-3}/\text{год}$
В1	Внешние факторы	$1 \times 10^{-6}/\text{год}$
М1	Открытое пламя и искры	$1,02 \times 10^{-4}/\text{год}$
В2	Проведение ремонтных электрогазосварочных работ	$1 \times 10^{-4}/\text{год}$
В3	Несоблюдение правил безопасности персоналом	$1,9 \times 10^{-6}/\text{год}$
М2	Электрическая искра	$1,69 \times 10^{-5}/\text{год}$
В4	Осветительное оборудование и электрические коммуникации	$0,6 \times 10^{-5}/\text{год}$
В5	Плохая изоляция проводов	$0,9 \times 10^{-5}/\text{год}$

Продолжение таблицы 2

Обозначение	Характеристика события	Вероятность (частота) события
В6	Короткое замыкание	$1,91 \times 10^{-6}/\text{год}$
М3	Перегрев поверхностей технологического оборудования	$2 \times 10^{-4}/\text{год}$
В7	Ненадлежащее техническое обслуживание оборудования	$1 \times 10^{-4}/\text{год}$
В8	Нагретые конструкции дробилки	$1 \times 10^{-4}/\text{год}$
М4	Искра статического электричества при работе транспортеров	$1 \times 10^{-5}/\text{год}$
В9	Отсутствие заземления	$0,5 \times 10^{-7}/\text{год}$
В10	Наличие пылевого облака	$1 \times 10^{-5}/\text{год}$
М5	Самовозгорание	$1,23 \times 10^{-3}/\text{год}$
В11	Нарушение графиков уборки	$1,9 \times 10^{-4}/\text{год}$
В12	Образование очагов (тления) в слежавшемся угле и местах осаждения пыли	$1 \times 10^{-3}/\text{год}$
В13	Отказ оборудования обеспыливания	$2,5 \times 10^{-5}/\text{год}$
В14	Нарушение укрытий	$1,2 \times 10^{-5}/\text{год}$

На (рис. 2) представлены варианты событий, которые могут привести к возникновению зажигания.

Расчет вероятности развития сценариев возникновения зажигания.

$$P(M1) = V2+V3=1 \times 10^{-4}+1,9 \times 10^{-6} = 1,02 \times 10^{-4}$$

$$P(M2) = V4+V5+V6=0,6 \times 10^{-5}+0,9 \times 10^{-5}+1,91 \times 10^{-6}=1,69 \times 10^{-5}$$

$$P(M3) = V4+V5=1 \times 10^{-4}+1 \times 10^{-4}=2 \times 10^{-4}$$

$$P(M4) = V9+V10=0,5 \times 10^{-7}+1 \times 10^{-5}=1 \times 10^{-5}$$

$$P(M5) = V11+V12 + V13+V14=1,9 \times 10^{-4}+1 \times 10^{-3}+2,5 \times 10^{-5}+1,2 \times 10^{-5}=1,23 \times 10^{-3}$$

$$P(T) = V1+M1+M2+M3+ M4+ M5 = 1 \times 10^{-6}+1,69 \times 10^{-5}+2 \times 10^{-4}+1 \times 10^{-5}+1,23 \times 10^{-3}=1,46 \times 10^{-3}$$

Проведя анализ данных, можно сделать следующий вывод: ветвь события М5 – самовозгорание является самой неблагоприятной, вероятность наступления события $1,23 \times 10^{-3}$ в год.

Значение вероятности возникновения главного события равна $1,46 \times 10^{-3}$ в год, что соответствует возможному событию [10].

2.7 Расчет критериев пожарной опасности

Описание расчетной ситуации.

Расчет критериев пожарной опасности производится в бункере сырого угля, где произошло самовозгорание угольной пыли. Объем бункера 105 м^3 .

2.7.1 Расчет избыточного давления

По величине избыточного давления определяют категорию пожарной опасности производственных помещений [11].

Согласно ГОСТ 2093-82 «Топливо твердое. Ситовый метод определения гранулометрического состава», из (табл. 3) определим процентное соотношение пыли менее 1 мм, участвующей во взрыве.

Таблица 3 – Гранулометрического состава при крупности угля менее 1 мм [12]

Класс крупности, мм	Выход, %
0,5-1	5,12
0,1-0,5	5,58
Менее 0,1	1,21

При объеме бункера 105 м^3 , масса пыли участвующая во взрыве принимаем 6%. $m = 105000 \times 0,06 = 6300 \text{ кг}$

Избыточное давление при сгорании веществ в помещении

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_m \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\text{п}} \cdot \rho_B \cdot C_B \cdot T_0 \cdot K_H} \quad (1)$$

где H_m – теплота сгорания;

P_0 – атмосферное давление, кПа;

Z – доля участия взвешенной горючей пыли при сгорании пылевоздушной смеси;

V_n – свободный объем помещения;

ρ_v – плотность воздуха;

C_v – теплоемкость воздуха;

T_0 – температура воздуха;

K_n – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения.

Рассчитав избыточное давление равное 64102,6 кПа.

Категория помещения согласно НПБ 105-95 – Б взрывопожароопасная [11].

2.7.2 Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «Огненного шара»

«Огненный шар» является значительным по объёму диффузным пламенем сгорающего топлива, который поднимается над землей. Основной опасностью при образовании «Огненного шара» является высокая интенсивность теплового излучения, что может повлечь за собой вторичные пожары.

Интенсивности теплового излучения «огненного шара»

$$q = E_F \times F_q \times \tau, \quad (2)$$

где E_F – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м²;

F_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

E_F определяют на основе экспериментальных данных. Допускается принимать E_F равным 450 кВт/м².

Угловой коэффициент облученности вычисляется из формулы:

$$F_q = \frac{H/D_s + 0,5}{4 \cdot [(H/D_s + 0,5)^2 + (r/D_s)^2]^{1,5}}, \quad (3)$$

где H – высота центра «огненного шара»;

D_s – эффективный диаметр «огненного шара»;

r – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара».

Эффективный диаметр и высота центра «огненного шара» вычисляются по формулам:

$$D_s = 5,33 \times m^{0,327}, \quad (4)$$

$$H = D_s/2, \quad (5)$$

где m – масса горючего вещества.

Коэффициент пропускания атмосферы [11]

$$\tau = \exp[-7 \times 10^{-4} \times (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2)] \quad (6)$$

Рассчитаем интенсивность теплового излучения на расстоянии 25 м. Имея массу определяем интенсивность теплового излучения по формуле (2), значение которой составляет 100,8 кВт/м². Из полученных значений в радиусе 25 м произойдет смертельное поражение людей.

Аналогично рассчитаем интенсивность теплового излучения при следующих расстояниях (50; 75; 125; 150; 175; 200; 250, м).

Время существования «огненного шара» [11]

$$t_s = 0,92 \times m^{0,303} \quad (7)$$

Тогда время существования «огненного шара» составит 13 с.

2.7.3 Расчет параметров волны давления при сгорании горючего вещества

Основными параметрами волны давления при сгорании и взрыве горючей пыли являются избыточное давление и импульс волны давления. При большой величине избыточного давления возможно повреждение находящихся поблизости конструкций, оборудования, сооружений и зданий.

Избыточное давление развиваемое при сгорании

$$\Delta p = p_0 \times (0,8 \times m_{\text{пр}}^{0,33} / r + 3m_{\text{пр}}^{0,66} / r^2 + 5m_{\text{пр}} / r^3), \quad (8)$$

где p_0 – атмосферное давление;

r – расстояние от геометрического центра облака;

$m_{пр}$ – приведенная масса горючей пыли, рассчитывается по формуле:

$$m_{пр} = (Q_{сг} / Q_0) \times m_{г,п} \times Z, \quad (9)$$

где $Q_{сг}$ – удельная теплота сгорания газа или пара;

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

$m_{г,п}$ – масса горючих газов или паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство;

Z – коэффициент участия, принимается равным 0,05.

Импульс волны давления [11]

$$i = 123 \times m_{пр}^{0.66} / r \quad (10)$$

Расчеты произведены на расстоянии 25 м. Приведенная масса согласно формуле (9) 1463,5 кг. Импульс волны давления вычислялся по формуле (10) и составляет 604,1 Па с. Величина избыточного давления равна 142,6 кПа, при данном давлении наблюдается полное разрушение зданий и смертельное поражение персонала.

Аналогично рассчитаем избыточное давление при следующих расстояниях (50; 75; 125; 150; 175; 200; 250, м).

2.8 Определение зон разрушения и оценка поражения людей

В (табл. 4) представлены расчеты интенсивности теплового излучения и избыточного давления. С учетом полученных данных и согласно ГОСТ Р 12.3.047–2012, выявлена степень разрушения зданий и сооружений, а так же степень поражения людей.

Таблица 4 – Таблица критериев пожаровзрывоопасности по расчетным показателям

Радиус зоны, м	Интенсивность теплового излучения q , кВт/м ²	Избыточное давление P , кПа	Степень разрушения сооружений и зданий [11]	Степень поражения людей [11]
25	100,8	142,6	Полное разрушение зданий	Смертельное поражение
50	76,8	38,7	50 %-ное разрушение зданий	Смертельное поражение
75	51,6	20,2	Средние повреждения зданий	Смертельное поражение
125	22,4	10	Умеренные повреждения зданий	Ожог 3-ей степени
150	15,4	7,8	Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, дверей)	Ожог 2-ой степени
175	10,6	6,5	Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, дверей)	Ожог 1-ой степени
200	7,7	5,5	Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, дверей)	Ожоги 1-ой степени
250	4,3	4,1	Нижний порог повреждения зданий волной давления	Безопасно для человека

На (рис.3) представлен график зависимости избыточного давления волны взрыва от расстояния. Давление уменьшается, при увеличении расстояния от центра взрыва

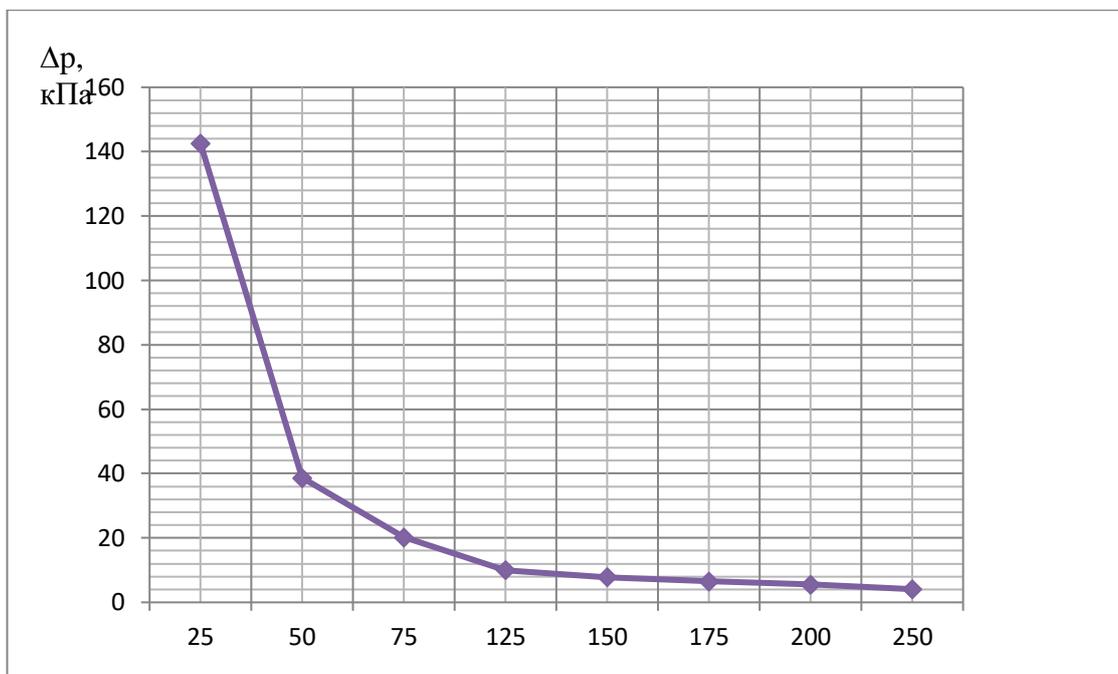


Рисунок 3 – Графическая зависимость избыточного давления от радиуса.

По графику определяем радиусы зон полных, сильных, средних и слабых разрушений [11].

Радиус зоны полных разрушений (50 кПа) – 45 м;

Радиус зоны сильных разрушений (30 кПа) – 60 м;

Радиус зоны средних разрушений (20 кПа) – 75 м;

Радиус зоны слабых разрушений (10 кПа) – 125 м.

Безопасное давление для персонала (5 кПа) соблюдается только на расстоянии 250 и более метров.

Для наглядности отобразим полученные зоны на схеме топливоподачи (рис. 4).

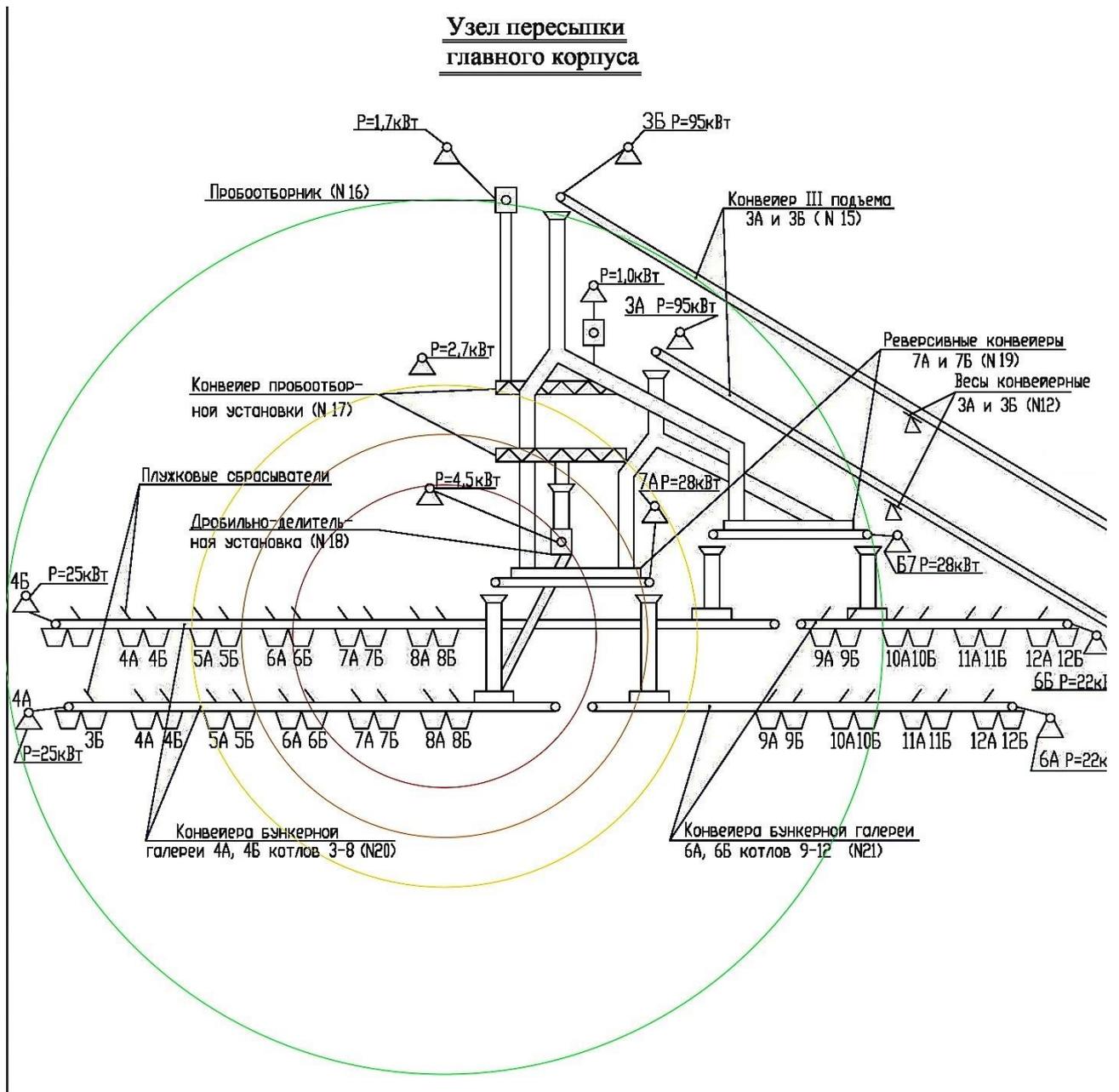


Рисунок 4 – Зоны разрушений

Значение изолиний на (рис.4):

1. красный – зоны полных разрушений;
2. оранжевый – зоны сильных разрушений;
3. желтый – зоны средних разрушений;
4. зеленый – зоны слабых разрушений.

Данные изолинии отображают границу радиуса соответствующей зоны разрушений.

Из рисунка видно, что в зоны полных, сильных и средних разрушений не выходят за пределы бункерной галереи. Необходимо под контролем держать загрузку бункеров, т.к. расстояние между ними 25 м.

Представленные результаты показывают, в случае возникновения возгорания в бункере сырого угля персонал, находящийся вблизи очага в радиусе 75 метров получают ожоги несовместимые с жизнью. В радиусе 125 м – ожоги 3-й степени, в радиусе 150 м – ожоги 2-ой степени, в радиусе 175 м – ожоги 1-ой степени.

3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧС

На основании предыдущего раздела можно выделить основной вероятный фактор, приводящий к зажиганию угольной пыли на объекте – самовозгорания.

3.1 Проводимые мероприятия по обеспечению взрывобезопасности

Склад твердого топлива

Предусмотрена специальная площадка для гашения самовозгоревшегося угля и его остывания после удаления штабеля краном-перегрузателем [14].

Все топливо на складе укладывается в штабеля.

За самовозгорающимся топливом установлено ежесменное наблюдение, основным методом является внешний (визуальный) осмотр. Особое внимание уделяется откосам нижней части, т.к. там скапливаются крупные куски и именно в этих местах происходит проникновение кислорода.

Уборка помещений топливоподачи

Гидроуборка проводится после каждой подачи угля (2–3 раза в день) с удалением пыли со всех мест ее возможного скопления. Так же утверждается график в зависимости от типа угля.

Подача воды для гидроуборки в перфорированные трубы осуществляется поочередно на каждый подъем, начиная с третьего.

При необходимости ручная уборка пыли метлами, щетками производится лишь после предварительного увлажнения пыли разбрызгиванием.

Уборка производственных помещений и оборудования проводится ежесменно. В размораживающем устройстве круглосуточно, при отсутствии вагонов не менее двух раз в месяц.

Парообеспыливание узлов пересыпки угля

Система пылеподавления, смачивающей мелкие частицы, которые попадают в воздух. Это позволяет исключить пыль из воздуха путем распыления мелких капель воды в облаке пыли. Цель состоит в том, чтобы

увеличить вес этих частиц путем конденсации отдельных частиц, утяжеляет их и способствует оседанию.

Включение и выключение приводится со щита управления вместе с подачей угля.

Контроль запыленности и загазованности тракта топливоподачи

Контроль за содержанием пыли и газов осуществляется переносным прибором, лабораторией химического цеха, имеющей полномочия проведения соответствующих работ.

Проводится ежемесячно. Исследуемые показатели не должны превышать ПДК для угольной пыли 10 мг/м^3 .

Замеры запыленности воздуха осуществляются на:

- 0-ом конвейере;
- 1-ом подъеме;
- 2-ом подъеме;
- 3-ем подъеме;
- бункерной галереи.

Уплотнение узлов пересыпки

Целостность и плотность перегородок, отсекающих галереи ленточных транспортеров от узлов пересыпки и щитов, закрывающих монтажные проемы в узлах пересылок осуществляется визуальный контроль ежемесячно.

Пылегасительные завесы

С обеих сторон отсасывающей воронки по длине лотка также должны быть установлены пылегасительные завесы (фартуки).

Через воронки отсасываются меньшие объемы запыленного воздуха, из которого уже произошло оседание внутри лотка большей части крупных пылевых частиц [14].

Пылегасительные завесы (фартуки), установлены по всей длине лотков через определенные расстояния, максимально гасят скорость пылевого потока.

3.2 Рекомендации по уменьшению риска самовозгорания топлива

Следует отметить, что в узлах пересыпки смонтированы только пылеподавляющие устройства, необходимо также применение пылеудаляющих. Для повышения эффективности системы обеспыливания рекомендуется применение аспирационных установок, смонтированных в узлах пересыпок, в том числе и в бункерах сырого угля. Аспирационная система заключается в отсосе воздуха, который в свою очередь и создает избыточное давление в латках ленточных конвейеров.

На конвейерах «связь», 1, 2 и 3 находящихся под наклоном рекомендуется механизировать уборку помещений, с помощью самопрокидывающихся ванн, их устанавливают под нижними лентами конвейеров по всей длине подъема. В ваннах периодически создается поток воды, который действительно убирает отложения пыли с пола.

Необходимо отметить, что в помещении бункерной галереи уборка проводится сухим способом. Не исключено взвешивание отложившейся пыли. Рекомендуется использовать промышленный пылесос для сбора угольной пыли.

3.3 Организация обучения персонала мерам пожарной безопасности

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности на ГРЭС – 2 возлагается:

На рабочих, служащих и инженеров технических работ – за выполнение правил, Инструкций и других нормативных документов пожарной безопасности, а также за соблюдение противопожарного режима и установленного технологического регламента работ.

На начальников цехов, мастерских, складов и отделов – за противопожарное состояние в подчиненных им службах и вверенных помещениях, своевременное выполнение противопожарных мероприятий, наличие и исправное состояние средств пожаротушения, а также за обучение

персонала и соблюдение подчиненным персоналом установленного технологического регламента работ.

На зам. технического директора – за руководство пожарно-технической комиссией; выполнение противопожарных мероприятий; организацию контроля за соблюдением установленного регламента и противопожарного режима; за техническую эксплуатацию и готовность к работе систем пожарной защиты и пожаротушения, а также организацию подготовки персонала и проведение противопожарных тренировок.

На технического директора – за общее противопожарное состояние ГРЭС – 2 и своевременное выполнение противопожарных мероприятий; оборудование помещений системами пожарной защиты и пожаротушения в соответствии с действующими нормативными документами; организации пожарно-технической комиссии на ГРЭС – 2; регулярное повышение пожарно-технических знаний подчиненного персонала; установление, поддержание и совершенствование на ГРЭС – 2 противопожарного режима.

Лица, виновные в нарушении правил пожарной безопасности, в зависимости характера действия или бездействия и их последствий несут дисциплинарную, административную или уголовную ответственность в соответствии с действующим законодательством [7].

Приказ МЧС от 12 декабря 2007 года N 645 об утверждении норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» (с изменениями на 22 июня 2010 года).

Нормы пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» устанавливают требования пожарной безопасности к организации обучения мерам пожарной безопасности работников организаций

Обучение пожарно-техническому минимуму может проводиться без отрыва от производства или с отрывом от производства. С отрывом от

производства обучение проходят руководители организаций и лица, ответственные за пожарную безопасность на предприятии. Без отрыва от производства обучение ПТМ проходят все остальные сотрудники предприятий, обучение проводится непосредственно руководителем и/или ответственным за пожарную безопасность.

Обучение с отрывом от производства подтверждается свидетельством о прохождении курса «Противопожарная безопасность объектов». Обучение проводится в образовательных учреждениях пожарно-технического профиля, учебных центрах федеральной противопожарной службы МЧС России, учебно-методических центрах по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям субъектов Российской Федерации, территориальных подразделениях Государственной противопожарной службы МЧС России, может осуществляться любой организацией, имеющей право на образовательную деятельность, то есть имеющей лицензию на образовательную деятельность [15].

РД 34.12.201-88 Правила проведения противоаварийных тренировок персонала электрических станций и сетей Минэнерго СССР

Настоящие правила устанавливают порядок подготовки, проведения и разбора противоаварийных тренировок на рабочем месте с использованием современных технических средств обучения.

Противопожарные тренировки подразделяются на цеховые, объектовые и общестанционные и предусматривают следующее:

Цеховые проводятся с персоналом цеха с периодичностью не менее одной тренировки в шесть месяцев;

Общестанционные проводятся с периодичностью одной тренировки в квартал, в которой участвует персонал объекта и пожарные подразделения гарнизона пожарной охраны.

На электростанциях, имеющих объектовые пожарные части с выездной пожарной техникой, противопожарные совместные тренировки проводятся с периодичностью один раз в квартал.

Цеховые и объектовые противопожарные тренировки допускается совмещать с противоаварийными тренировками персонала.

График и тематика цеховых и объектовых противопожарных тренировок ежегодно составляется и утверждается руководителем предприятия [16].

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данный раздел ВКР направлен на выявление факторов, способных привести к несчастным случаям на производстве.

В данном разделе объектом исследования является расчет пожарных рисков цеха топливоподачи Томской государственной районной электростанции – 2. В случае возгорания угольной пыли, последствия могут, представляет собой большую опасность для окружающей среды, селитебной зоны и может привести к существенному экономическому ущербу, что указывает на необходимость предупреждения и минимизации рисков возникновения ЧС.

Топливное хозяйство Томской государственной районной электростанции – 2 является площадкой ОПО, предназначен для обеспечения работы энергетических котлов на угле и предназначено для принятия угля, хранения нормативного запаса, подготовки (дробления) и непрерывной подачи его в бункеры котлов для производственных целей. Управление механизмами тракта топливоподачи осуществляется на ГРЭС – 2 в автоматическом режиме с центрального щита управления топливоподачи мотористом, расположенном в дробильном корпусе.

Как и на любом промышленном объекте, работа в данном цехе связана со многими опасными факторами, способными оказывать разную степень воздействия на человека, общество и природную среду.

Поэтому в данном разделе будут рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие негативное влияние на моториста Центрального Щита Управления Топливоподачей, факторы, которые могут привести к развитию ЧС на объекте, так же факторы, воздействующие на окружающую среду.

Данный раздел выполнен на основе ГОСТов, ФЗ, и положений по охране труда и окружающей среды.

4.1 Производственная безопасность

4.1.1 Анализ опасных и вредных факторов

Для выполнения анализа производственной безопасности необходимо определить вредные и опасные факторы, которые могут оказывать влияние на моториста центрального щита управления топливоподачи (ЦЩУТ) автоматизированной топливоподачи.

Опираясь на ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [17], можно выявить следующие факторы (табл. 5).

Таблица 5 – Опасные и вредные производственные факторы оказывающие влияние на моториста ЦЩУТ

Вредные факторы	Опасные факторы
Повышенный уровень шума; Повышенный уровень вибрации; Освещение рабочих мест и производственных помещений; Микроклимат; Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны.	Взрыв или пожар в цехе ТП; Поражение электрическим током; Вредные вещества.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Основными источниками шума являются дробилки угля. Шум оказывает существенное воздействие на человека, повышает утомляемость, снижая производительность труда, уменьшает зрительную реакцию. Все это резко увеличивает вероятность ошибок в работе.

Длительное воздействие шума неблагоприятно для человека, так как снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, снижается

внимание. Особенно вредно шум влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы.

По временным характеристикам шум подразделяется на постоянный и непостоянный согласно ГОСТ 12.1.003-80 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» устанавливает предельно – допустимые условия шума для производственных помещений и на территории предприятия не должен превышать 80 дБА [18].

Работа моториста ЦЩУТ требует сосредоточенности и внимания, поэтому для снижения воздействия шума следует использовать средства индивидуальной защиты (наушники или вкладыши).

Повышенный уровень вибрации на рабочем месте

Общая вибрация возникает при работе дробилок угля.

Так же источником вибрации в помещении является щит управления топливоподачей. На рабочем месте моториста автоматизированной топливоподачи необходимо снизить уровень вибрации в источнике. Для этого предлагается виброизоляция системы. Технически это реализуется с помощью виброизолятора.

Длительное воздействие вибрации неблагоприятно для человека, повышается кровяное давление, снижается внимание. Особенно вредно вибрация влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы и опорно-двигательного аппарата вызывая расстройства.

Основным документом, регламентирующим уровень вибрации на рабочих местах, является ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», согласно этому данное рабочее место относится к вибрации категории 3 - технологической вибрации типа «в», предельно допустимые значения вибрации равны 80-83 дБ [19].

Для концентрации внимания у моториста предлагается использовать резиновые изоляторы или обувь на толстой резиновой подошве.

Освещение рабочих мест и производственных помещений

На производстве освещенность один из основополагающих элементов правильной организации труда.

Недостаточная освещенность ведет к возникновению близорукости, снижению реакции, утомляемости, психологическому воздействию, что влияет на сомнительное опознание сигналов мотористом ЦЩУТ.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 рекомендуемая общая равномерная освещенность при работе с экраном дисплея в кабинетах и рабочих комнатах административных зданиях, составляет 300 лк, а при работе с экраном в сочетании с работой с документами 400 лк, при расстоянии 80 см от пола [20].

Для улучшения освещения требуется заменить светильники и лампы наибольшей мощности.

Микроклимат рабочей зоны

Санитарные требования к воздуху рабочей зоны, ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ, устанавливая гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест помещений с учетом категории тяжести выполняемой работы, времени выполнения работы, периода года, содержат требования к методам измерения и контроль микроклиматических условий [21].

Составляющие микроклимата можно считать благоприятными, если они, длительно действуя на организм человека, обеспечивают нормальную работу всех его систем и поддерживают оптимальное состояние организма.

На условия работы в помещении влияют такие параметры как температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения. Влажность воздуха оказывает значительное влияние на терморегуляцию организма человека. Высокая относительная влажность при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, при низкой же температуре она усиливает

теплоотдачу с поверхности кожи, что ведёт к переохлаждению организма. Низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек. Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах, но отрицательно низких.

Если измеренные параметры соответствуют требованиям СанПиН 2.2.4.3359-16, то условия труда по показателям микроклимата характеризуются как оптимальные (1 класс) или допустимые (2 класс). В случае несоответствия – условия труда относят к вредным и устанавливают степень вредности, которая характеризует уровень перегревания или охлаждения организма человека [22].

Работа моториста ЦЦУТ связана с наблюдением за работой обслуживаемого оборудования, обеспечение бесперебойного и экономичного режима подачи топлива, управлением механизмами топливоподачи, осмотром оборудования, регулированием подачи угля.

Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 работа моториста соответствует классу тяжести Па. Для данного класса приведены оптимальные величины (табл. 6) и допустимые (табл. 7) величины показателей микроклимата [22].

Таблица 6 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-21	18-22	60-40	0,2
Теплый	20-22	19-23	60-40	0,2

Таблица 7 – Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	17-18,9	21,1-23	16-24	15-75	0,1	0,3
Теплый	18-18,9	22,1-27	17-28	15-75	0,1	0,4

На рассматриваемом рабочем месте при длительном и систематическом воздействии микроклиматических условий на моториста сохраняется его нормальное функционирование и тепловое состояние организма. Обеспечивается ощущение теплового комфорта, что ведет к высокому уровню работоспособности.

Персонал должен быть обеспечен рабочей одеждой, так же рекомендуется осуществлять умеренное кондиционирование помещения и соблюдать рациональный режим труда и отдыха.

Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны и воздействие вредных веществ

Человеку необходим чистый воздух без примесей пыли, вредных аэрозолей, газов, паров. При наличии в воздухе частиц вредных веществ возможно отравления, головная боль, тошнота, рвота, утомление.

Неблагоприятное воздействие пыли на организм может быть причиной возникновения заболеваний. При воздействии на человека больших доз на протяжении одной рабочей смены возникает острое отравление.

В дробкорпусе сильные пылевыведения наблюдаются непосредственно после молотковых дробилок.

В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)» угольная пыль по степени потенциальной опасности воздействия на организм человека относится к III классу - вещества умеренно опасные [23]. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» ПДК угольной пыли рабочего места моториста ЦЩУТ не должно превышать 10 мг/м³ [21].

На рабочем месте моториста ЦЩУТ необходимо применять средства индивидуальной защиты органов дыхания. Обеспечить постоянный контроль запыленности помещений. Для уменьшения попадания угольной пыли в окружающую среду непосредственно из источника их возникновения необходимы надежная герметизация; встроенных местных вытяжек из мест пересыпки топливной пыли.

Поражение электрическим током

Электрический ток, который проходит через человека, способен производить термическое, световое, механическое, биологическое и электролитическое воздействие.

В соответствии с ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов» для установок, работающих под переменным током частотой 50 Гц напряжения прикосновения и ток, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки не должны превышать 2В и 0,3мА [24].

Основные защитные средства:

- резиновые коврики;
- диэлектрические перчатки;
- изолирующие рукоятки.

Важную роль во избежание поражения электрическим током играет наглядная агитация – плакаты и знаки.

4.1.2 Мероприятия на ГРЭС-2 в целом по улучшению организации труда

На Томской ГРЭС – 2 проводится ряд мероприятий по улучшению организации труда. Ниже приведены основные из них:

5. На территории выстроена столовая, в которой питаются все работники станции.
6. На территории ГРЭС – 2 сооружен фонтан, где работники станции в обеденные часы и в часы отдыха могут расслабиться и снять рабочее напряжение, наблюдая за спокойным, размеренным движением воды. Кроме того, маленькие фонтанчики с питьевой водой находятся в каждом цехе ГРЭС – 2 и на каждом этаже.
7. Все работники ежедневно бесплатно получают по 0,5 литра молока, что способствует улучшению состояния здоровья и рабочего настроения.
8. Для работников ГРЭС-2 ежегодно в дни отпусков организовывается отдых в профилактории, а для их детей – отдых в детско-юношеских лагерях.

4.2 Экологическая безопасность

4.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

При производстве энергии, связанном со сжиганием любого вида топлива, происходит «тепловое загрязнение» природной среды. Так, при сжигании топлива атмосфера загрязняется газообразными и паро-пылевыми выбросами, в ряде случаев имеет место термическое загрязнение поверхностных вод, при использовании твердого топлива земная поверхность загрязняется золой.

Наблюдаемая в последнее время частичная замена угля нефтью и природным газом существенно снижает вредное влияние производства электроэнергии на атмосферу и земную поверхность.

Однако необходимо отметить, что в общих запасах минерального топлива нефть и газ составляют весьма небольшую часть: если произвести расчет в тоннах условного топлива, то доля нефти составит всего 6, а природного газа – менее 2%. Следовательно, снижение вредного экологического воздействия производства электрической энергии на окружающую среду за счет замены твердого минерального топлива жидким и газообразным нельзя считать перспективным [25].

На Томской ГРЭС – 2 охлаждающая вода пропускается через градирни и затем повторно используется в конденсаторе. Поэтому термического загрязнения поверхностных вод не происходит.

Через дымовые трубы электростанции в атмосферу поступают: летучая зола и частицы недогоревшего пылевидного топлива (унос), сернистый и серный ангидрид, окислы азота и газообразные продукты неполного сгорания, а при сжигании мазута, кроме того соединения ванадия, соли натрия, коксик и частицы сажи, удаляемые с поверхностей нагрева при их обдувке. В золе некоторых видов топлива содержатся также мышьяк, свободная двуокись кремния, свободная окись кальция и др.

При сжигании природного газа выброс окислов азота является единственным, но весьма существенным загрязнителем атмосферы. Поэтому особое внимание на станции уделяется очистке и отводу в атмосферу дымовых газов. На современных ТЭС применяют различные аппараты для очистки дымовых газов от золы: батарейные циклоны, золоуловители со смоченной поверхностью, электрофильтры и комбинированные золоуловители. В частности, на Томской ГРЭС – 2 применяют золоулавливающие установки с трубами Вентури. Они относятся к золоуловителям мокрого типа и являются инерционными, но в них в процессе осаждения частиц летучей золы активное

участие принимает вода. Положительными качествами таких золоуловителей является их сравнительно высокая эффективность и простота в обращении при относительно невысоких стоимости и эксплуатационных расходах.

4.2.2 Меры, принимаемые на ГРЭС-2 для охраны окружающей среды

На снижение сбросов промливневых вод в р.Ушайку повлиял ряд нижеперечисленных мероприятий ежегодно выполняемых на станции:

1. Обеспечение работы очистных сооружений «Промышленных дождевых и талых вод» в технологическом режиме (капитальный и текущий ремонт очистных сооружений и подводящих канализационных трубопроводов).

2. Проведение мероприятий по сокращению сброса сточных вод, улучшению качества сбросных вод и выполнению нормативов Предельно Допустимых Сбросов.

Сбросные воды химического цеха направлялись в систему оборотного гидрозолоудаления.

3. В химическом цехе вода после регенерации, имеющая кислую и щелочную среду используется многократно.

Использование на станции подогретой воды после конденсатора 5-й машины для нужд химического цеха снижает термическое загрязнение атмосферы, затраты топлива на подогрев речной воды, потери воды при транспортировке, а также исключает сброс (продувку) с оборотной системы градирен.

Мероприятия по предотвращению пыления золоотвала Томской ГРЭС – 2: рекультивация нарушенных талыми водами участков, ранее рекультивированных и дождевание территории старого золоотвала. Экологический эффект от выполнения этих мероприятий - отсутствие пыления дорог и золоотвала.

Томская ГРЭС – 2 осуществляет контроль за качеством атмосферного воздуха в санзащитных зонах предприятия и старого золоотвала. Лабораторные

исследования проводятся по четырем показателям: окислам азота, сернистому ангидриду; золе; двуокиси кремния.

Так же контроль осуществлялся за качеством воды теплосети (бактериологический анализ).

Химический и бактериологический контроль проводится за качеством воды из скважины на новом золоотвале.

Нарушений природоохранного законодательства, предписаний, штрафных санкций не было. Аварий на ГРЭС-2 с экологическими последствиями не было.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Система пожарной защиты предусматривает, наряду с мерами предотвращения возникновения пожара и распространение его за пределы очага возгорания, также применение средств пожаротушения и пожарной сигнализации.

В целях повышения пожарной безопасности на тепловых электростанциях запрещены кабели с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой, необходимо применять только кабели с негорючими покрытиями.

В каждом цехе на случай возникновения пожара обеспечивают возможность быстрой и безопасной эвакуации людей через эвакуационные выходы - двери, ворота, проходы.

Работа по обеспечению пожарной безопасности на Томской ГРЭС-2 ведется в соответствии с утвержденным планом мероприятий.

4.3.1 Действия персонала при возникновении пожара

1. При возникновении пожара на оборудовании, в помещении и сооружении ГРЭС-2 первый заметивший очаг пожара должен немедленно сообщить начальнику смены станции, в пожарную охрану и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения, соблюдая при этом правила техники безопасности и пожарной безопасности.

2. Начальник смены станции обязан немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану, руководству ГРЭС-2 (по специальному списку) и диспетчеру энергосистемы.
3. До прибытия подразделений ГПС МЧС России руководителем тушения пожара является начальник смены станции, который обязан организовать:
 - удаление с места пожара всех посторонних лиц;
 - установление места возникновения пожара, возможные пути его распространения и возникновения новых очагов горения (тления);
 - проверку включения системы автоматического пожаротушения, а в случае отказа ее ручное включение;
 - выполнение подготовительных работ с целью обеспечения эффективного тушения пожара;
 - тушение пожара персоналом и средствами пожаротушения ГРЭС-2;
 - встречу подразделений ГПС МЧС России лицом, хорошо знающим безопасные маршруты движения, расположение водоисточников, места заземления пожарной техники.
4. Отключение оборудования в зоне пожара производится персоналом ГРЭС-2 по распоряжению начальника смены станции.
5. После прибытия на место пожара первого подразделения ГПС МЧС России руководителем тушения пожара является старший начальник этого подразделения. Начальник смены станции при передаче ему руководства тушением пожара должен информировать о принятых мерах и организовать дальнейшие действия персонала ГРЭС-2, согласно указаний РТП.
6. Решение о подаче огнетушащих средств принимается руководителем тушения пожара после проведения инструктажа и выполнения, необходимых мер безопасности.

7. Руководитель тушения пожара имеет право приступить к тушению оборудования, находящегося под напряжением только после получения письменного допуска на тушение от начальника смены станции, инструктажа личного состава пожарных подразделений представителями ГРЭС-2 и создания условий визуального контроля за электроустановками [7].

4.3.2 Мероприятия по техники безопасности

На Томской ГРЭС-2 согласно плану мероприятий в 2017 году выполнены следующие мероприятия:

1. На рабочих собраниях обсуждены итоги работы по технике безопасности в цехах ГРЭС-2 и намечены мероприятия по улучшению охраны труда и техники безопасности.
2. Ежемесячно проводились Дни техники безопасности с привлечением общественных инспекторов.
3. Ежеквартально составлялись графики внезапных проверок работающих бригад и установлен контроль их выполнения.
4. Проведены комплексные проверки состояния техники безопасности, охраны труда и постановки работы с персоналом с охватом всех подразделений.
5. В августе проведен месячник по Технике Безопасности. По результатам месячника выпущен итоговый приказ о его прохождении.
6. Перед началом ремонтной кампании проведены рабочие собрания с обсуждением вопросов по безопасной организации работ.
7. Организована проработка с персоналом сообщений, обзоров о несчастных случаях.
8. Проводился ежедневный контроль за работающими бригадами.
9. Проведена проверка состояния всех защитных средств.

10. Проверены блокировочные устройства, ограждения, габаритные расстояния, предупреждающие случайный допуск к находящимся под напряжением токоведущим частям.

11. Проведено обучение персонала ГРЭС-2 по оказанию первой медицинской помощи на манекене-тренажере.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Регулирование трудового процесса осуществляет Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ, целями которого являются:

- создание благоприятных условий труда;
- защита прав и интересов работников и работодателей;
- установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан.

Одним из обязательных принципов регулирования трудовых отношений является обеспечение права каждого работника на справедливые условия труда, в том числе на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, права на отдых, включая ограничение рабочего времени, предоставление ежедневного отдыха, выходных и нерабочих праздничных дней, оплачиваемого ежегодного отпуска [26].

4.4.1 Охрана труда для моториста ЦЩУТ

К работе мотористом ЦЩУТ допускается лицо не моложе 18 лет, прошедшее медицинский осмотр и не имеющее противопоказаний к выполнению данной работы.

Отработанное четкое ориентирование на своем рабочем месте.

Моторист ЦЩУТ обязан знать:

- безопасные маршруты движения по цеху и по предприятию;

- безопасные приемы и условия безаварийной, безопасной и экономичной эксплуатации обслуживаемого оборудования;
- навыки по оказанию первой помощи пострадавшему в связи с несчастными случаями на предприятии;
- правила и инструкции по применению средств индивидуальной защиты, необходимых для безопасной работы на рабочем месте машиниста центрального теплового щита;
- правила работы со специальными инструментами и приспособлениями.

За вредные и тяжелые условия труда моторист ЦЩУТ получает компенсации:

- дополнительный отпуск 7 дней,
- доплата к должностному окладу – 12 %,

Кроме того, за работу во вредных условиях труда предоставляются дополнительные регламентированные 3 перерыва общей продолжительностью 30 минут:

- первый перерыв длится 10 минут - через 2,5 часа от начала смены.
- второй перерыв длится 10 минут - через 1,5 часа после обеденного перерыва.
- третий перерыв длится 10 минут - за 1 час до окончания смены.

Специальная одежда, специальная обувь и средства защиты должны соответствовать сертификатам качества. Работник должен работать в спецодежде, застегнутой на все пуговицы, на одежде не должно быть развевающихся частей, которые могут быть захвачены движущимися частями механизмов. Засучивать рукава спецодежды запрещается.

4.4.2 Мероприятия по улучшению охраны труда

На основании плана мероприятий в 2017 году выполнены следующие мероприятия:

1. Проведена сверка и уточнение оперативных схем, восстановлены отсутствующие и плохо читаемые надписи диспетчерских наименований на оборудовании.
2. Проверена обеспеченность всех рабочих мест и рабочих инструкциями по охране труда.
3. Ежеквартально проводились анализы воздуха рабочей зоны.
4. Ежемесячно проводились проверки санитарно-бытовых помещений инженерно-врачебной бригадой с составлением актов.
5. В соответствии с нормами цеха обеспечивались средствами гигиены.
6. Обследованы места массовых проходов людей, проездов транспорта, складирования материалов, оборудования.
7. Проверена обеспеченность работающих средствами защиты, спецодеждой, спецобувью.
8. Обеспечена выдача молока персоналу в соответствии со списком вредных веществ.
9. Проведен периодический медицинский осмотр персоналу в целях предупреждения профзаболеваний.
10. Ежедневно проводился медицинский контроль водителям автогаража.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Пожары на теплоэлектростанциях могут привести к остановке энергетического комплекса, а так же народнохозяйственных объектов. Проблема обеспечения безопасности при обеспечении пожарного риска в процессе эксплуатации является весьма актуальной.

Объектом исследования данной выпускной работы является расчет пожарных рисков цеха топливоподачи Томской государственной районной электростанции – 2. В случае возгорания угольной пыли, последствия могут представлять собой большую опасность для окружающей среды, селитебной зоны и может привести к существенному экономическому ущербу, что указывает на необходимость предупреждения и минимизации рисков возникновения ЧС.

Суть исследования заключается в разработке мероприятий, обеспечивающих безопасное и надежное функционирование магистрального нефтепровода на основе метода определения территориального пожарного риска.

Потенциальными потребителями результатов проведенного исследования, являются предприятия топливно-энергетического комплекса.

5.1 Анализ конкурентных технических решений

С помощью анализа конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, возможно, провести оценку эффективности научной разработки и определить ее направление для будущего развития. В (табл.8) приведена оценочная карта конкурентных технических решений.

Для проведения данного анализа составим оценочную карту сравнения конкурентных технических решений, где:

1 – слабая позиция;

2 – позиция ниже среднего;

3 – средняя позиция;

4 – позиция выше среднего;

5 – сильная позиция.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентно-способность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _ф	К _{к1}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности метода					
1. Удобство в эксплуатации	0,15	5	5	0,75	0,75
2. Потребность в дополнительных исследованиях	0,1	5	3	0,5	0,3
3. Специальное оборудование	0,1	5	3	0,5	0,3
4. Универсальность метода	0,15	5	5	0,75	0,75
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Суммарная стоимость оборудования	0,15	5	5	0,75	0,75
2. Цена	0,1	4	4	0,4	0,4
3. Сотрудники узкого профиля для работы с методикой	0,15	5	3	0,75	0,45
4. Конкурентоспособность	0,1	4	4	0,4	0,4
Итого	1	38	32	4,8	4,1

Где сокращения:

Б_ф- пожарная безопасность технологических процессов. Метод контроля. Оценка пожарной опасности технологических процессов проводится на основе оценки их риска. Выбор параметров пожарной опасности определяется исходя из рассматриваемых вариантов аварий и свойств опасных веществ;

Б_{к1} – методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов. Методика позволяет определить условия теплового самовозгорания материалов. Так же позволяет определять пожаробезопасные

условия переработки транспортирования и хранения самовозгорающихся веществ. Проводится на основании экспериментальных исследований.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i \quad (11)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя [27].

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что «Пожарная безопасность технологических процессов. Метод контроля» является наиболее эффективным и целесообразным способом для определения пожарных рисков на теплоэлектростанциях. Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как необходимость дополнительных исследований для получения достоверных результатов, использование дополнительного оборудования, необходимость иметь в штате сотрудников, узких специалистов, для работ с данными методиками на предприятии и т.д.

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Структура работы в рамках научного исследования по теме «Оценка пожарных рисков цеха топливоподачи на основе методики анализа рисков» для опасного производственного объекта Томской ГРЭС–2 представлена в (табл. 9).

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент
	2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент

Продолжение таблицы 9

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Основной этап	3	Изучение литературы по теме исследования	Студент
	4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент
	5	Написание теоретической части ВКР	Студент
	6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение практической части ВКР	Студент
Заключительный этап	8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент
	9	Оформление ВКР	Студент

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxі}}{5}, \quad (12)$$

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

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

$t_{maxі}$ –максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн [27].

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 1-ого этапа работы:

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 2-ого этапа работы:

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 3-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.3}} = \frac{3 \times 7 + 2 \times 14}{5} = 9,8 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 4-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.4}} = \frac{3 \times 14 + 2 \times 20}{5} = 16,4 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 5-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.5}} = \frac{3 \times 7 + 2 \times 14}{5} = 9,8 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 6-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.6}} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 4}{5} = 2,8 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 7-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.7}} = \frac{3 \times 7 + 2 \times 21}{5} = 12,6 \text{ чел. - дн.}$$

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 9-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.9}} = \frac{3 \times 14 + 2 \times 28}{5} = 19,6 \text{ чел. - дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{ч_i}, \quad (13)$$

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

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

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел [27].

Продолжительность 1-ого этапа:

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

Продолжительность 2-ого этапа:

$$T_{p2} = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-ого этапа:

$$T_{p3} = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4-ого этапа:

$$T_{p4} = \frac{16,4}{1} = 16 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5-ого этапа:

$$T_{p5} = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-ого этапа:

$$T_{p6} = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7-ого этапа:

$$Tr7 = \frac{12,6}{1} = 13 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8- ого этапа:

$$Tr8 = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9- ого этапа:

$$Tr9 = \frac{19,6}{1} = 20 \text{ раб. дн.}$$

Из проведенных расчетов видно, что наибольшую трудоемкость и продолжительность будут иметь 3, 4, 5, 7 и 9 этапы.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = Tr_i \times k_{\text{кал}}, \quad (14)$$

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

Tr_i – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (15)$$

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 [27].

Коэффициент календарности в 2018 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-ого этапа в календарных днях:

$$T_{к1} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2- ого этапа в календарных днях:

$$T_{к2} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3- ого этапа в календарных днях:

$$T_{к3} = 10 \times 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4- ого этапа в календарных днях:

$$T_{к4} = 16 \times 1,48 = 24 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5- ого этапа в календарных днях:

$$T_{к5} = 10 \times 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6- ого этапа в календарных днях:

$$T_{к6} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7- ого этапа в календарных днях:

$$T_{к7} = 13 \times 1,48 = 19 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8- ого этапа в календарных днях:

$$T_{к8} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9- ого этапа в календарных днях:

$$T_{к9} = 20 \times 1,48 = 30 \text{ кал. дн.}$$

Полученные значения сведем в (табл. 10).

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
		t_{mi} n	t_{ma} x	t_{oji}			
1	Выбор и утверждение темы исследования	1	4	2,2	Научный руководитель, студент	1	1
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
3	Изучение литературы по теме исследования	7	14	9,8	Студент	10	15

Продолжение таблицы 10

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
		t_{mi} n	t_{ma} x	$t_{ожи}$			
4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	14	20	16,4	Студент	16	24
5	Написание теоретической части ВКР	7	14	9,8	Студент	10	15
6	Подведение промежуточных итогов	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
7	Выполнение практической части ВКР	7	21	12,6	Студент	13	19
8	Оценка и анализ полученных результатов	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
9	Оформление ВКР	14	28	19,6	Студент	20	30

На основе (табл. 10) построен календарный план-график. График (табл. 11) был построен для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы студента и руководителя выделены черным и серым цветом.

Таблица 11 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр		март			апрель			май			ию		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент	1	■	■												
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент	1		■												
3	Изучение литературы по теме исследования	Студент	15			■	■	■									
4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент	24				■	■	■	■							
5	Написание теоретической части ВКР	Студент	15						■	■	■						
6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент	1									■					
7	Выполнение практической части ВКР	Студент	19									■	■	■			
8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	1											■			
9	Оформление ВКР	Студент	30											■	■	■	■

■ - Научный руководитель;

■ - Студент.

5.3.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.3.2 Расчет материальных затрат НТИ

Для выполнения данного научного исследования необходимы материалы, которые указаны в (табл. 12).

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	лист	300	2	600
Ручка	шт.	1	100	100
Карандаш	шт.	1	50	50
Файл-вкладыш	шт.	30	2	60
Картридж	шт.	2	1000	2000
Итого				2810

5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Ззп = Зосн + Здоп, \quad (16)$$

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

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

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} + T_p, \quad (17)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \times M}{F_d}, \quad (18)$$

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 [27].

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	14	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	205	212

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}, \quad (19)$$

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

$k_{гр}$ – премиальный коэффициент;

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

$k_{р}$ – районный коэффициент [27].

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_{м} = 17000 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 35360$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$З_{м} = 7000 \times (1 + 0,2 + 0,2) \times 1,3 = 12740$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{дн} = \frac{35360 \times 10,4}{205} = 1794$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{дн} = \frac{12740 \times 11,2}{212} = 673$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_{р} = 4$ раб. дней

Студент: $T_{р} = 73$ раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{осн} = 1794 \times 4 = 7176 \text{ руб}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{осн} = 673 \times 73 = 49129 \text{ руб}$$

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{гр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	17000	0,3	0,3	1,3	35360	1794	4	7176
Студент	7000	0,2	0,2	1,3	12740	673	73	49129
Итого $Z_{осн}$								56305

5.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

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

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}, \quad (20)$$

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,15;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб [27].

Таблица 15 – Дополнительная заработная плата исполнителей НИИ

Заработная плата	Научный руководитель	Студент
Основная зарплата	7176	49129
Дополнительная зарплата	1076	7369
Итого, руб.	64750	

5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (21)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.) [27].

На 2018 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году водится пониженная ставка – 27,1%.

$$З_{\text{внеб}} = 0,271 \times (53305 + 8445) = 16734 \text{ руб.}$$

5.3.6 Накладные расходы

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

$$\text{Знакл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \times k_{\text{нр}}, \quad (22)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы [27].

Величину коэффициента накладных расходов примем в размере 16%.

$$\text{Знакл} = (2810 + 56305 + 8445 + 16734) \times 0,16 = 13487 \text{ руб.}$$

5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные выше величины затрат научно-исследовательской работы представляет собой основу формирования бюджета затрат проекта. В (табл. 16) отражены сводные показатели, которые формируют бюджет затрат ВКР.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	2810	Пункт 4.3.2
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	56305	Пункт 4.3.3
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8445	Пункт 4.3.4
4. Отчисления во внебюджетные фонды	16734	Пункт 4.3.5
5. Накладные расходы	13487	16% от суммы ст. 2-5
6. Бюджет затрат НИИ	97781	Сумма ст. 2- 6

Для выполнения данной исследовательской работы необходимо провести ключевых 9 этапов, позволяющие построить диаграмму Ганта, которая наглядно отражает продолжительность исследования. Общая продолжительность исследования составила 73 дня. Проведенный расчет стоимости НИИ показал, что общая стоимость составляет 97781 рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы были выполнены следующие задачи.

Проведён анализ объекта цеха топливоподачи томской ГРЭС – 2, выявлена опасность возникновения зажигания. Цех имеет категорию Б – взрывопожароопасная. Была составлена вариологическая модель наиболее худшего сценария развития ЧС в цехе топливоподачи.

Проведены расчёты и определены степень разрушения зданий и сооружений, степени поражения людей, а также радиусы зон разрушений.

При зажигании угольной пыли разрушения не выходит за пределы цеха. Но, так как расстояние между бункерами котлов 25 м, то для того чтобы не произошёл вторичный взрыв пыли соседнего бункера, необходимо осуществлять загрузку одного бункера.

Эффективный диаметр «огненного шара» равен 93 м, время существования «огненного шара» 13с.

Расчётным методом определены параметры избыточного давления волны при сгорании и взрыве угольной пыли.

Проведён анализ мероприятий по пылеподавлению в цехе топливоподачи Томской ГРЭС – 2, сделаны рекомендации по мероприятиям.

Рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, параметры микроклимата, шума, вибрации, освещения, повышенная запыленность воздуха рабочей зоны и воздействие вредных веществ в цехе топливоподачи Томской ГРЭС – 2. Описаны воздействия на человека и окружающую среду.

Был произведен анализ конкурентных технических решений, в котором выявлено конкурентное преимущество разработки. Был выбран вариант исполнения работы, который наиболее бюджетный и эффективный в решении поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зыков В. И., Левчук М. С., Кокшин В. В., Копылов Н. П. / Живучесть беспроводных систем мониторинга пожарной безопасности НА объектах энергетики // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. № 3, 2013 г. - 54 - 59 с
2. Кудашкин А.В. Пожарная безопасность на объектах энергетики // Новая наука: проблемы и перспективы. – № 7-1 (91), 2016. – С. 15-18.
3. Клубань В.С., Молчанов С.В. Пожарная безопасность особо важных объектов топливно-энергетического комплекса // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». - № 3 (55), 2014. – С. 1-8.
4. Анализ дерева отказов. – Режим доступа: <http://statistica.ru/knowledge-clusters/technical-sciences/analizdereva-otkazov/> (дата обращения 12.04.2018).
5. Оценка пожарного риска на производственных объектах: учебное пособие / сост. Ю.И. Иванов, В.А. Зубарева, Д.А. Беспёрстов, Н.А. Пашкевич; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2013. – 228 с.
6. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе. Швыряев А.А., Меньшиков В.В.: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 124с.
7. Инструкция о мерах пожарной безопасности на ГРЭС-2 32-ПБ-001.
8. Типовая инструкция по применению и техническому обслуживанию огнетушителей на энергетических предприятиях. – М.: ЗАО «Энергетические предприятия», 2008 – 36 с.
9. ГОСТ Р МЭК 62502-2014. Менеджмент риска. Анализ дерева событий – введ. 2015–01–12. – М: Стандартинформ, 2015. – 30 с.
10. Фалеев, М.И. Методологические подходы к зонированию территорий Российской федерации по уровням риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера/ М.И. Фалеев [и др] //

- Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования – 2015. – Т. 5. 1(8) – С. 67–90.
- 11.ГОСТ Р 12.3.047-2012. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – Взамен ГОСТ Р 12.3.047-98; введ. 2014–01–01. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2014. – 60 с
 - 12.ГОСТ 2093-82 Топливо твердое. Ситовый метод определения гранулометрического состава
 - 13.НПБ 107-97 Определение категорий наружных установок по пожарной опасности. – 18 с.
 - 14.Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий. – М.:Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 128 с.
 - 15.Приказ МЧС от 12 декабря 2007 года N 645 об утверждении норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» (с изменениями на 22 июня 2010 года)
 16. РД 34.12.201-88 Правила проведения противоаварийных тренировок персонала электрических станций и сетей Минэнерго СССР
 - 17.ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Взамен ГОСТ 12.0.003-74; введ. 2017–03–01. – М: Стандартиформ, 2016. – 10 с.
 18. ГОСТ 12.1.003-80 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
 - 19.ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»
 - 20.Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03. Введ. 2003–06–15. – М: Госкомсанэпиднадзор России, 2003. – 34 с.

21. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Введ. 1989–01–01. М: Госстандарт СССР, 1989. – 49 с.
22. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. СанПиН 2.2.4.3359-16. Введ. 2017–01–01. М: Роспотребнадзор, 2017. – 68 с.
23. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)
24. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»
25. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - М.-Л.: Энергия, 1967. - 400 с.; переиздание 1976, последнее - в 1987 г. - посмертное с участием В.Я. Гиршфельда, С.В. Цанева, И.Н. Тамбиевой, Л.А. Рихтера, Е.И. Гаврилова и др.
26. Служба охраны труда в организации. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)
27. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие. / Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. – М.: Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

Приложение 1

Перечень пожаров на ТЭС, произошедших в период с 2007 г. по 2017 г.

№ п п/	Дата, место аварии	Описание аварии и основные причины	Число пострадавших
1	07.10.2007 г. Питерская ТЭЦ	В цехе турбогенераторов произошёл пожар, площадь которого составила около 50 квадратных метров. В результате от горячего водоснабжения были отключены более 650 жилых домов.	Данные о пострадавших не указаны.
2	17.02.2008 г. Улан-Удэ, ТЭЦ- 1	Загорелся электрокабель, затем огонь перекинулся на одну из семи турбин. Остальные шесть турбин автоматически отключились. Из-за сгоревшей турбины трое суток без тепла остались около 170 тыс. человек.	Пострадавших нет
3	04.09.2009 г. «Мосэнерго» ТЭЦ-25	В машинном отделении котлотурбинного цеха ТЭЦ произошла технологическая авария. Взорвался турбогенератор №3(мощность 25 мВт), после чего произошёл выброс машинного масла. Разлившееся на площади 50 квадратных метров масло загорелось.	Пострадавших нет
4	02.09.2010 г. Березниковская ТЭЦ	Обрушение ствола дымовой трубы. В результате повреждены железобетонные плиты перекрытия дымососной блока высокого давления и кровельное покрытие дымососной; косой слом трубы №3 на отметке 80-50 м, большая часть обломков находилось внутри трубы.	Данные о пострадавших не указаны.
5	21.10.2011 г. Курганская ТЭЦ	Из-за разрушения бандажного кольца ротора генератора произошло внутреннее короткое замыкание в генераторе с выбросом масла и его возгоранием.	Пострадали два человека. С термическими ожогами и электротравмами они доставлены в реанимацию.
6	25.07.2012 г. Польша, Турув	Инцидент случился накануне поздно на первом энергоблоке из-за воспламенения угольной пыли. Произошел пожар, он распространился на второй энергоблок.	Пострадали четыре сотрудника.
7	27.11.2012 г. г. Калининград, ТЭЦ-1	Произошёл гидроудар: исчезло напряжение, отключились насосы, вылетела задвижка и горячая вода рванула из бойлеров. В результате часть города осталась без отопления.	Один человек погиб.

Продолжение приложения 1

№ п/п	Дата, место аварии	Описание аварии и основные причины	Число пострадавших
8	29.03.2013 г. Углигорская ТЭЦ	В результате пожара были разрушены четыре турбины. Пожару предшествовал взрыв в котельно-турбинном цехе.	По данным аварии один человек погиб, пятеро госпитализированы с ожогами и отравлением угарным газом.
9	23.04.2013 г. Яйвинская ГРЭС	Во время работ по очистке цеха от электростатического разряда на крыше воспламенилась угольная пыль.	Погибших и пострадавших нет.
10	07.03.2014 г. Западно- Сибирская ТЭЦ	Взрыв угольной пыли	Семь человек получили ожоги, один человек погиб.
11	21.10.2014 г. Березниковская ТЭЦ-2	Короткое замыкание на системе шин ГРУ- 10 кВ.	Трое человек пострадали, один погиб.
12	17.08.2015 г. ТЭЦ-1 "Томской генерации"	Произошло короткое замыкание на линии электроснабжения. Центр Томска остался без света.	Погибших и пострадавших нет.
13	12.10.2015 г. ТЭЦ АГК	Короткое замыкание.	Погибших и пострадавших нет.
14	07.12.2015 г. Василеостровской ТЭЦ	Возгорание произошло из-за нарушений при эксплуатации теплоэлектроцентрали. Горел машинный зал. Общая площадь пожара составила 400 кв.м	Погибших и пострадавших нет.
15	22.06.2016 г. Норильская ТЭЦ	Произошла утечка водорода с последующим возгоранием деревянной опалубки фундамента ресиверной установки.	Погибших и пострадавших нет.
16	16.08.2015 г. ТЭЦ-1 Новолипецкий металлургический комбинат	Произошло возгорание кабеля.	Погибших и пострадавших нет.
17	24.10.2016 г. ТЭЦ-1 в городе Салават	Возгорание произошло на неэксплуатируемой градирне. Причиной возгорания является нарушение противопожарной безопасности при проведении ремонтных работ.	Погибших и пострадавших нет.
18	26.01.2017 г. Пензенская ТЭЦ-1	При взрыве обрушилась кровля над турбиной. По предварительным данным, взрыв произошел при проведении сварочных работ.	Один человек (сварщик) погиб.

Продолжение приложения 1

№ п/п	Дата, место аварии	Описание аварии и основные причины	Число пострадавших
19	07.02.2017 г. Барнаульская ТЭЦ-2	Причиной возгорания стало короткое замыкание электрического кабеля, находящегося в кабельном полуэтаже, которое не удалось ликвидировать системе автоматического пожаротушения. Короткое замыкание возникло на старом электрокабеле, функционирующем с середины прошлого века, ориентировочно именно ветхость кабеля и стала причиной произошедшего.	Погибших и пострадавших нет.
20	23.03.2017 г. Саратовская ТЭЦ-2	Пожару присвоили 2-ю степень сложности. Возгорание возникло в башне диаметром 6 метров и высотой 20 метров из-за отложений сажи.	Погибших и пострадавших нет.
21	27.08.2017 г. Новосибирская ТЭЦ-2	Причиной возгорания стало замыкание оборудования, находившегося на испытании после ремонта.	Погибших и пострадавших нет.
22	22-23.09.2017 г. Рязанская ГРЭС	В угольной мельнице взорвалась угольно-воздушная смесь.	При взрыве пострадал один рабочий станции.
23	01.10.2017 г. Якутская ГРЭС	Причиной стал взрыв резервного источника питания.	Один человек получил ранения.
24	2.10.2017 г. Кемеровская ТЭЦ	Взрыв угольной пыли.	Пострадал один человек.

Принципиальная схема топливоподачи Томской ГРЭС-2

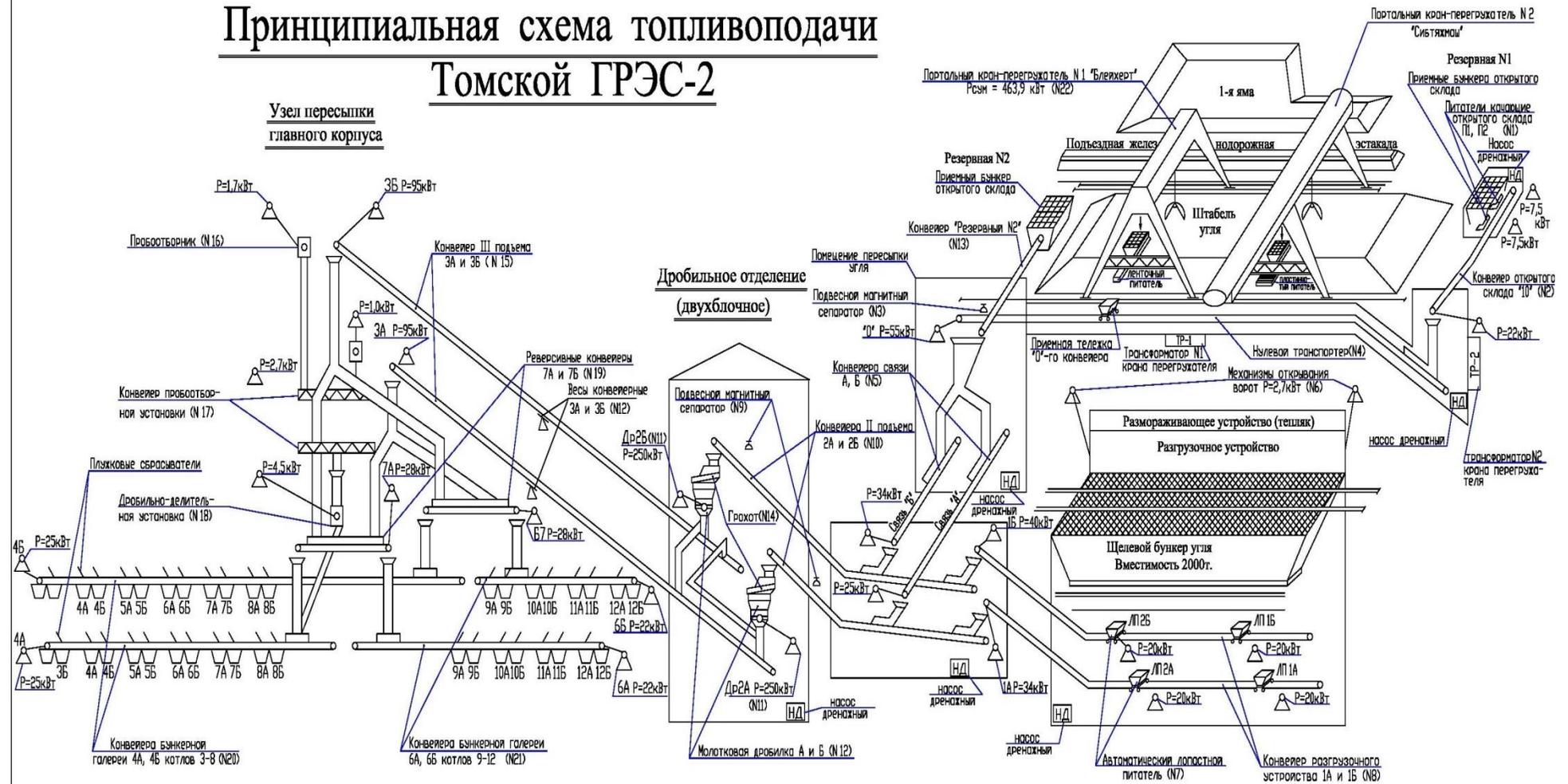


Схема цеха топливоподачи Томской ГРЭС – 2