

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность  
 Отделение контроля и диагностики

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

<b>Тема работы</b>
<b>Анализ территориальных рисков на промышленной площадке объекта энергетики</b>

УДК 614.8-047.44:621.311.1.004

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM01	Мозговая Екатерина Ивановна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Верховская М.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин А.И.	д.т.н., доцент		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способен структурировать знания, готов к решению сложных и проблемных вопросов;
ОПК(У)-2	Способен генерировать новые идеи, их отстаивать и целенаправленно реализовывать;
ОПК(У)-3	Способен акцентированно формулировать мысль в устной и письменной форме на государственном языке Российской Федерации и на иностранном языке;
ОПК(У)-4	Способен организовывать работу творческого коллектива в обстановке коллективизма и взаимопомощи;
ОПК(У)-5	Способен моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области;
ПК(У)-2	Способен создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания;
ПК(У)-3	Способен анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных задач;
ПК(У)-4	Способен идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов;
ПК(У)-5	Способен использовать современную измерительную технику, современные методы измерения;
ПК(У)-6	Способен применять методы анализа и оценки надежности и техногенного риска;
ПК(У)-7	Способен организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания на уровне предприятия, территориально-производственных комплексов и регионов, а также деятельность предприятия в режиме чрезвычайной ситуации ;
ПК(У)-8	Способен осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях;
ПК(У)-9	Способен участвовать в разработке нормативно-правовых актов по вопросам техносферной безопасности;
ПК(У)-10	Способен к рациональному решению вопросов безопасного размещения и применения технических средств в регионах;
ПК(У)-11	Способен применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок.
ДПК(У)-12	Способен осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки
ДПК(У)-13	Способен осуществлять технико-экономические расчеты мероприятий по повышению безопасности
ДПК(У)-14	Способен проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Ю.А. Амелькович  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ01	Мозговая Екатерина Ивановна

Тема работы:

Анализ территориальных рисков на промышленной площадке объекта энергетики	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ № 27-40/с от 27.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объектом исследования является промышленная площадка тепловой электростанции.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Провести анализ причин возникновения аварийной ситуации (построить дерево событий и дерево отказов). 2. Проанализировать территориальные риски. 3. Предложить мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций и повышению безопасности объекта.
<b>Перечень графического материала</b>	

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Верховская Марина Витальевна, доцент ОСГН, к.э.н.
«Социальная ответственность»	Сечин Александр Иванович, профессор ООД, д.т.н.
"Иностранный язык"	Ажель Юлия Петровна, старший преподаватель ОИЯ
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
1. Литературный обзор (Literature review)	
<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	14.03.2022

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОКД	Амелькович Ю.А.	к.т.н		14.03.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1ЕМ01	Мозговая Екатерина Ивановна		14.03.2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность  
 Отделение контроля и диагностики  
 Период выполнения 2020/2021 – 2021/2022 учебные года

Форма представления работы:

<b>магистерская диссертация</b>
---------------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2022
--	------------

Дата Контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.11.2020	Обзор источников информации	20
29.11.2020	Формулирование целей и задач работы, формулирование предмета и объекта исследования	5
30.06.2021	Проведение инженерных расчетов	10
25.12.2021	Разработка плана исследования и его проведение, интерпретация результатов исследования	20
14.05.2022	Анализ полученных результатов и выводы о достижении цели в основном разделе ВКР	15
14.05.2022	Разработка разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», "Иностранный язык"	10
25.05.2022	Оформление ВКР и презентационных материалов	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		14.03.2022

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.04.01 «Техносферная безопасность»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		14.03.2022

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1EM01	Мозговая Екатерина Ивановна

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.01 Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в Федеральном законодательстве, аналитические материалы; статистические данные, нормативно-правовая документация.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Выполнить предпроектный анализ исследования, выявить потенциальных потребителей результата исследования, провести анализ конкурентных технических решений с позиции технических характеристик разработки.
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Детализировать структуру работ, рассчитать бюджет научного исследования (методики анализа).
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определить ресурсосберегающую эффективность исследования.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT-анализа
5. Линейный график проведения и бюджет НТИ
6. Диаграмма Ганта проведения НТИ
7. Потенциальные риски
8. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1EM01	Мозговая Екатерина Ивановна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1EM01	Мозговая Екатерина Ивановна

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	20.04.01 Техносферная безопасность

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

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p>Объект исследования: Тепловая электростанция АО «Тёплый дом»          Область применения: энергетика, промышленная безопасность          Рабочая зона: производственное помещение Размеры помещения: 4000 м<sup>2</sup>.          Количество и наименование оборудования рабочей зоны: Котлоагрегаты, турбоагрегаты, конденсаторы, хим.очиста воды          Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: проверка трудового процесса</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением;          РД 34.40.509-903. Типовая инструкция по эксплуатации систем регенерации высокого давления энергоблоков мощностью 100-800 МВт;          ФЗ от 21 июля 2011 г. N 256-ФЗ "О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса"          ТК РФ Статья 351.6. Особенности регулирования труда работников в сфере электроэнергетики, сфере теплоснабжения, в области промышленной безопасности, области безопасности гидротехнических сооружений;          Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</li> </ul>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды;</li> <li>2. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов.</li> <li>3. Подвижные части оборудования;</li> <li>4. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;</li> <li>5. Опасность падения с высоты.</li> </ol>

	<p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень общей вибрации;</li> <li>2. Повышенный уровень локальной вибрации;</li> <li>3. Повышенный уровень шума;</li> <li>4. Недостаток искусственного освещения;</li> <li>5. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;</li> <li>6. Монотонность труда, вызывающая монотонию;</li> <li>7. Длительное сосредоточенное наблюдение.</li> </ol> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> тепловая изоляция трубопроводов, использование защитных костюмов, виброизолирующие рукавицы, перчатки, виброизолирующая обувь, беруши, наушники, защитные ограждения.</p> <p><b>Расчет:</b> расчет системы искусственного освещения</p>
<b>3. Экологическая при эксплуатации</b>	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> разрушения и пожары при аварии на территории;</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> твердые отходы</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> сброс охлаждающей воды при использовании в качестве охладителя рек, прудов; жидкие радиоактивные отходы</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> выбросы из вентиляционных систем продуктов сгорания топлива, а также испарение воды, которая используется для цикла.</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	<p><b>Возможные ЧС:</b>          Природные катастрофы (ураган и т.д.);          Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);          Техногенные аварии (отказ систем безопасности; нарушение контроля режима работы оборудования; тепловой взрыв с выбросом загрязняющих веществ, пожар)</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> тепловой взрыв с выбросом загрязняющих веществ.</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Сечин Александр Иванович	д.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ01	Мозговая Екатерина Ивановна		



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 102 с., рис.14, табл.26, 20 источник, прил.1

Ключевые слова: территориальные риски, взрыв, тепловая электростанция, котельный цех.

Объектом исследования является промышленная площадка объекта энергетики.

Цель работы – проведение анализа территориальных рисков на промышленной площадке объекта энергетики.

В процессе исследования проводилось изучение нормативно-правовой документации, методов проведения анализа рисков.

В результате исследования выявлены инструменты предприятия, направленные на снижения опасных действий работников.

Область применения: структурные подразделения обеспечения безопасности.

Экономическая эффективность/значимость работы заключается в снижении уровня аварийности на предприятии, что отразится на снижении социальных и экономических потерях.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ГРЭС – Государственная районная электростанция;

ТЭС – Тепловая электростанция

ТЭК – топливно-энергетический комплекс

ЧС – Чрезвычайная ситуация;

ОПО – опасный производственный объект;

СНИП – строительные нормы и правила;

ЭО – электрооборудование;

ТБ – техника безопасности;

ОРУ – открытое распределительное устройство;

ГЖ – горючая жидкость;

ТВС – Топливо-воздушная смесь.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	12
1. Технологический процесс работы тепловой электростанции.....	13
1.1 Опасные факторы при работе ТЭС.....	14
1.2 Анализ причин возникновения аварийных ситуаций на объектах энергетики.....	15
1.3 Обеспечения безопасности объектов энергетического комплекса.....	18
2. Анализ аварийных ситуаций при работе тепловой электростанции .....	19
2.1 Характеристика объекта исследования .....	22
2.2 Расчет параметров взрыва газопровода, подающий топливо в котлоагрегат .....	27
3. Предложенные мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций и повышению безопасности .....	38
3.1. Защита сотрудников на предприятии ТЭС .....	40
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	44
4.1 Предпроектный анализ.....	44
4.1. Анализ конкурентных технических решений .....	45
4.1.3 SWOT – анализ.....	46
4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	51
4.2 Инициация проекта.....	54
4.2.2 Цели и результат проекта.....	55
4.2.3 Ограничения проекта.....	56
4.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	56
4.3.1 Бюджет научного исследования .....	61
4.3.2. Реестр рисков проекта .....	66
4.4 Определение ресурсосберегающей эффективности исследования .....	67
5. Социальная ответственность .....	71
5.1 Производственная безопасность .....	71
5.2. Пожарная опасность.....	83
5.3 Экологическая безопасность .....	85
5.4 Безопасность в час.....	87
Заключение.....	89
Список литературы.....	90
Приложение А.....	92

## ВВЕДЕНИЕ

Деятельность человека нерушимо связана с затратами энергии, таким образом энергетика – отрасль техники и народного хозяйства, связанная с получением, преобразованием и передачей энергии. Современная энергетика, является главным фактором развития всех составляющих благоприятной жизни общества, в то же время эта отрасль приносит вред окружающей среде и человеку. Первостепенно, выбросы от деятельности тепловой энергетики и электроэнергетики, оказывают глобальное отрицательное влияние на экологию, на изменение климата.

Обеспечение безопасности объектов топливно-энергетического комплекса является актуальной и важной темой, так как аварии на данных объектах несут в себе непоправимый ущерб, как жизни человека, так и окружающей среде. По опыту человек не раз сталкивался с подобными авариями, исправление ситуации ресурсозатратно.

Объектом исследования является государственная районная электростанция, а именно котельный цех.

Цель магистерской диссертации – анализ территориальных рисков на промышленной площадке объекта энергетики.

Задачи:

1. Провести анализ причин возникновения аварийной ситуации методом построения «дерева отказов».
2. Произвести расчет параметров поражающих факторов основного сценария развития ЧС
3. Предложить мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций и повышению безопасности объекта.

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАБОТЫ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Сегодня невозможно представить современный мир без агрегатов и приборов, которые работают без использования электрической и тепловой энергии. Работа энергетического комплекса страны зависит от грамотного управления, распределения ресурсов, своевременного ремонта и замен оборудования, а также научно-технического прогресса в энергетической отрасли.

По данным Ростехнадзора на территории нашей страны действуют 549 тепловых электростанций, газотурбинных – 381, тепловых сетей (в двухтрубном исчислении) – почти 200 тыс. км, линий электропередач почти 5000 тыс. км [1].

Главная составляющая внутриэкономической безопасности является энергетическая безопасность. По этой причине в двадцать первом веке проблема энергетической безопасности требует особого внимания, так как одна из составляющих проблемы — это истощение запасов сырья (энергоносителя), а с другая проблема стремительное увеличение потребления топлива и энергии.

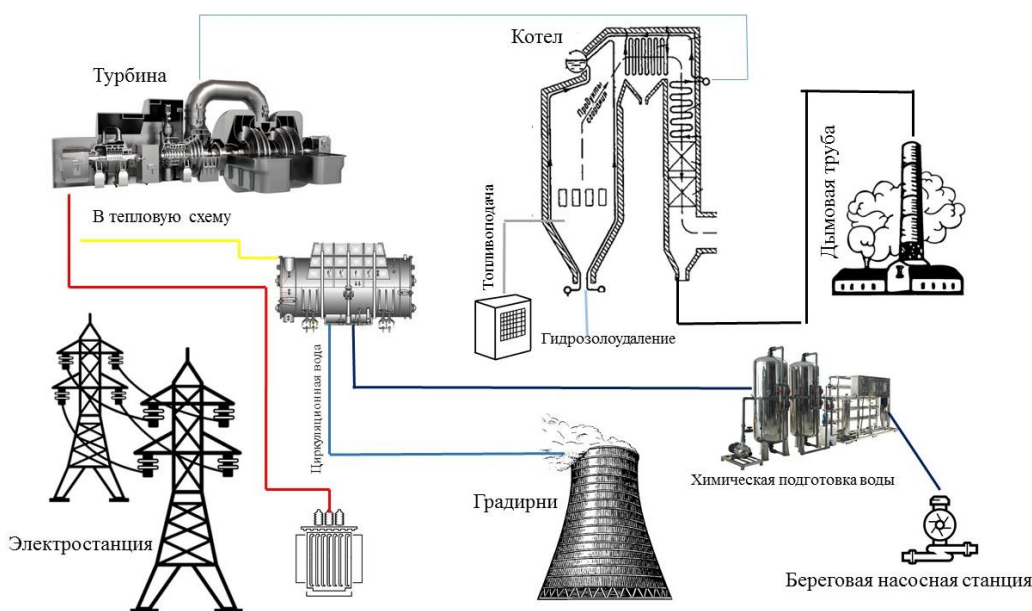


Рисунок 1 – Схема выработки электроэнергии на СП «Жара-2»

Работа тепловой электростанции — это сложный процесс, состоящий из множества циклов. Сырье может быть разных состояниях. Топливо подается в котел или парогенератор с помощью дутьевых механизмов. С

помощью газораспределительных станций в электростанцию поступает топлива (газ). Топливо в котле сгорает и выделяет тепловую энергию, которая необходима для дальнейшей работы цикла преобразования энергии. Превращение воды в пар, один из главных процессов перехода энергии. С помощью питательного насоса вода подается в котел, где она переходит из жидкого состояния в состояние перегретого пара. После перехода пар приобретает параметры давления от 3 до 30 Мпа и температуру от 400 до 650°C.

После получения необходимых рабочих параметров пар поступает в турбину. Путем физических и химических преобразований механическая энергия турбины приводит во вращение колесо турбины, и механическая энергия преобразуется в электричество.

В паротермообменном цикле, пройдя все превращения, пар из турбины поступает в конденсатор, охлаждается и конденсируется. После охлаждения конденсатным насосом вода подается в систему водоподготовки. Цикл повторяется после того, как конденсат пройдет химическую очистку. Источник холодной воды является природный водоем или искусственное водохранилище, а также градирни и брызгальные бассейны.

Не стоит забывать, что при данном цикле образуются газообразные продукты сгорания топлива, которые из котлоагрегата удаляются дымососами, после чего выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу высотой, а твердые частицы системой гидрозолоудаления отправляются на золоотвал [2].

## **1.1 ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ПРИ РАБОТЕ ТЭС**

Объекты ТЭС являются опасным производственным объектом, как и другие представляет потенциальную угрозу городскому населению, окружающей среде и экономическому положению региона.

Безопасность технологического процесса на объектах ТЭС и его сооружений требует особого внимания из-за возможного повреждения

оборудования и негативного воздействия на персонал ТЭС, а также прилегающие зоны городской среды.

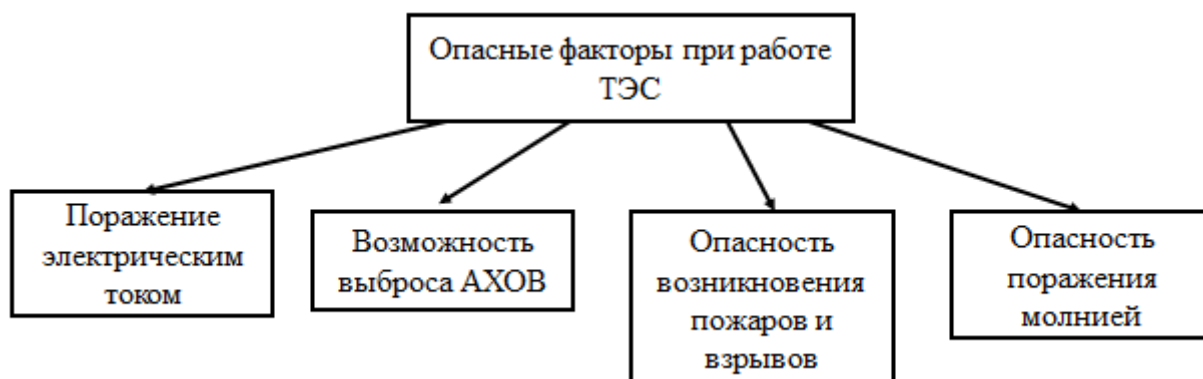


Рисунок – 2 опасные факторы работы ТЭС

Из-за наличия таких отрицательных факторов воздействия на организм человека, существует необходимость снижения действия воздействия этих опасных. Актуальным вопросом остается разработка и внедрение мероприятия, которые будут снижать риск производственного травматизма, не малую роль играет аттестация сотрудников в области охраны труда и обучению безопасным методам рабочего процесса.

## 1.2 АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

Аварии и крупные чрезвычайные ситуации на объектах ТЭК приводят к серьезным потерям, такие как потери со стороны экономики и человеческие потери.

Обеспечение и мониторинг безопасности технологического процесса объектов ТЭК связано с решением задачи, которая отражает в себе анализ оценки и управление рисками на протяжении всего цикла существования объекта.

Актуальным остается вопрос проведения анализа безопасности объекта ТЭК, который должен основываться на целостной и правильной методологии определения риска наступления аварийной ситуации.

Сегодня невозможно представить современный мир без агрегатов и приборов, которые работают без использования электрической и тепловой энергии. Работа энергетического комплекса страны зависит от грамотного управления, распределения ресурсов, своевременного ремонта и замен оборудования, а также научно-технического прогресса в энергетической отрасли.

За 2020 год на территории Российской Федерации в области энергетики произошло 21 авария. Из них 18 аварий на объектах электроэнергетики, 2 аварии на теплоснабжении и 1 авария на гидротехническом сооружении.

За такой же период 2021 года в области энергетики, а точнее теплоэлектрических станциях произошло 29 аварий. Из них 22 аварии на электросетевых объектах, 2 на тепловых электростанциях, 2 на тепловых электростанциях.

По данным статистики Ростехнадзора можно сделать вывод, что наблюдается рост аварий за одинаковые периоды разных годов на 38 процентов.

Выделены ведущие причины аварий на электрооборудовании объектов ТЭК за прошлый год называют такие как:

- поломка защитной автоматики;
- разрушение оборудования в следствии долгой работы;
- неудовлетворительная работа средств аварийной автоматики;
- неудовлетворительное техническое обслуживание оборудования, которые приводит к отказу оборудования;
- заводской брак состава оборудования [3].

Данные статистики причин аварий представлены на рисунке 1.





**Рисунок 3 – Причины аварийных ситуации на объектах ТЭК**

По рисунку 1 видно, что больший процент занимает снижение надежности энергосистемы. Трудности в обеспечении надлежащей надежности энергосистемы обусловлено некоторыми проблемами.



**Рисунок 4 – Схема проблем надежности энергосистемы**

Стоит напомнить, что под надежностью энергосистемы понимают свойства, которые показывают способность энергосистемы выполнять функции

по превращению, передаче, снабжению городского населения электрической энергией.

### **1.3 ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

Устойчивая работа объектов энергетики, защита общества и государства является главной целью обеспечения безопасности данных объектов.

Как и многие вопросы в энергетике обеспечение безопасности комплекса ТЭК выполняет следующие задачи:

1. Законодательное управление в области противодействия террористической угрозы;
2. Отнесение к определенной категории объектов топливно-энергетического комплекса;
3. Создание и исполнение требований обеспечения безопасности комплекса ТЭК;
4. Обучение сотрудников безопасным методам работы в области ТЭК;
5. Проведение проверок за обеспечением безопасности объектов ТЭК;
6. Развитие и совершенствование нормативно-технической и правовой документации, а также материального оснащения [4].

#### **Защитные устройства для газопроводов**

К устройствам, предохраняющим арматуру и отдельные части газопроводов от повреждений, относятся коверы, люки, муф-ты, компенсаторы и футляры.

Ковры служат для защиты от механических повреждений устройств газопровода, выходящих на поверхность земли: отводов, заглушек и патрубков конденсатосборников, гидрозатворов, линий управления и патрубков. Ковры и люки выполнены с чугунными корпусами и откидными крышками.

Арматура для газопроводов бывает: запорной, предохранительной, аварийной и обратного действия. Для отключения газа вручную используется первый вариант рассматриваемых устройств.

Их устанавливают на трубы, чтобы при необходимости быстро перекрыть его и прекратить подачу метана или пропана на тот или иной участок газопровода.

Надземные газопроводы в местах пересечения высоковольтных линий электропередач должны иметь защитные устройства, предотвращающие падение электрических проводов на газопровод в случае их обрыва.

Коррозия пагубно влияет на техническое состояние подземных трубопроводов, под ее воздействием нарушается целостность газопровода, появляются трещины. Для защиты от такого процесса используется электрохимическая защита газопровода [5].

## **2. АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ РАБОТЕ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Объекты энергетики несут в себе потенциальную опасность, как и для других объектов ОПО должны выделяться опасные факторы производственной среды и их влияние на окружающую среду.

Для проведения анализа возможных аварийных ситуаций необходимо представить графически все элементы. С помощью метода экспертных оценок определили вероятность аварийного события. Метод экспертных оценок основан на организации работ с экспертами. После проведения анкетирования необходимо обработать мнение экспертов. [6].



**Рисунок 5 – Дерево событий аварий на газопроводе**

С помощью метода "Идентификация опасностей» можно подробно рассмотреть опасные факторы и их аспекты:

- внешние воздействия, факторы окружающей среды;
- внутренние опасности опасные технологические факторы; методы контроля; вспомогательные инженерные системы;
- опасности, связанные с персоналом факторы опасности социального характера.

В список опасностей попадают такие, которые характерны именно для определенного опасного производственного объекта. Для наглядности результатов необходимо составить таблицу, куда будут занесены полученные данные.

Как и в похожих методах оценки возможного риска у метода «идентификации опасностей» есть шкала, по которой можно оценить риск. Высокий риск обозначается цифрой «1», данный риск описывает самый вероятный исход,

средний риск обозначается цифрой «2» и низкий риск наступления того или иного исхода обозначается цифрой «3».

Таблица 1 – результаты идентификации опасностей производственного процесса

№ п/п	Опасный фактор	Опасности и их последствия	Угроза	Меры защиты	Риск	Примечание
<b>I. Внешние воздействия</b>						
1.	Категория: опасности стихийных бедствий и вредных факторов окружающей среды					
1.1	Температурный фактор среды	Отказ оборудования, разгерметизация трубопроводов, выброс горючих и смазочных материалов, авария. Материальный ущерб, экономические потери	Потеря рабочих характеристик смазочных материалов, частей аппаратуры	Использование материалов, проработка стратегии технического обслуживания. Укрытие от воздействия прямых солнечных лучей.	2	Уточнить вопрос теплоизоляции оборудования. Отопление, климатология блок-боксов, инженерные изыскания
2.	Категория: воздействие технологической системы терминала на окружающую местность					
2.1	Географическое расположение	При пожаре или взрыве негативное воздействие на инфраструктуру и окружающую среду.	Поражение рабочих, воздействие на окружающую среду, экономические потери	Соблюдение норм и правил при эксплуатации оборудования, которые предотвратят аварию	2	
<b>II. Опасности на объекте (технологические риски)</b>						
1.	Категория: опасные факторы технического обслуживания					
1.1	Сбои и поломки оборудования	Отказ оборудования, возможны аварийные ситуации	Потери среди рабочего и мирного населения. Нарушение работы производства, экономические потери	Предусмотрены проектными решениями автоматическое блокировки.	2	
<b>III. Опасности, связанные с персоналом</b>						
1	Категория: опасности для здоровья					

1.1	Опасные факторы социального характера	Опасность средней степени	Персонал	Использование только сертифицированного оборудования и средств индивидуальной защиты, подготовка и обучение персонала	2	
-----	---------------------------------------	---------------------------	----------	---	---	--

С помощью этой оценки рисков вы можете выполнить качественный анализ опасностей процесса для выявления основных опасностей, опасностей и инцидентов.

Цели метода просты и эффективны:

- Первым шагом является выявление источников опасности, а затем определение последствий.
- После выявления источников опасности необходимо составить описание опасностей.

Воздействия любых, техногенных или природных факторов на объект могут нести в себе большую угрозу для безопасности объекта и работников, находящихся на рабочих местах. Если внешние воздействия отрицательно влияют на объект и происходит авария потери могут быть, как социального характера, так и экономического. Безусловно большое внимание в данной работе уделено техногенным причинам аварий. Для наглядности исследования введем предположительные сценарии развития аварий при истечении ТВС из трубопровода из-за износа, при подаче топлива в котлоагрегат [7].

## 2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

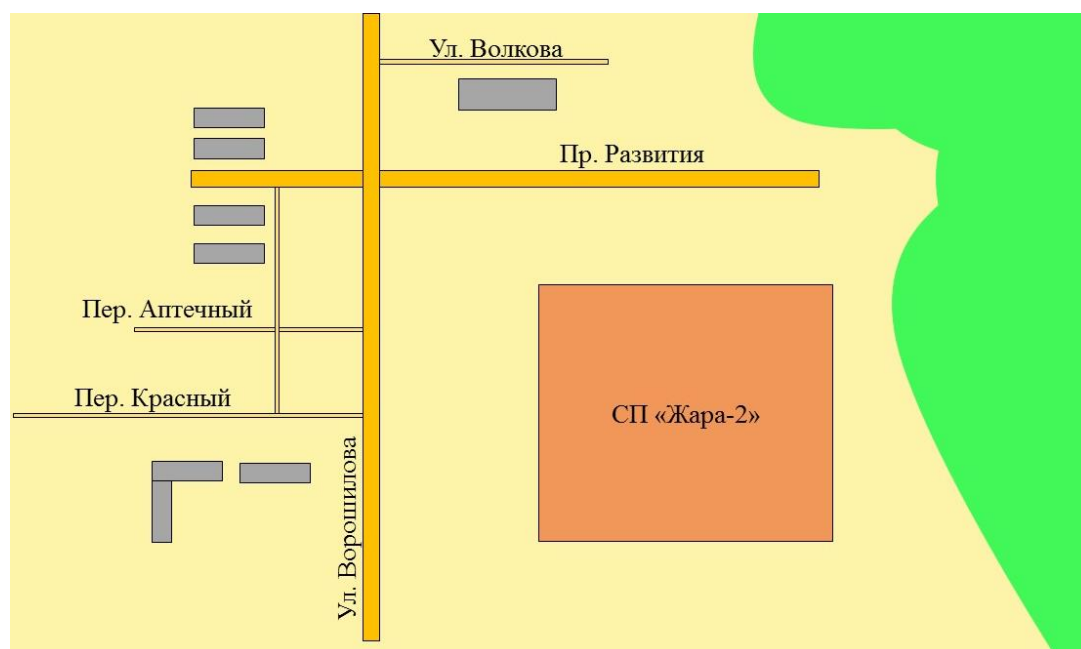
СП «Жара-2» (структурное подразделение АО «Теплый дом»). Существование тепловой электростанции началось еще в 1945 году. Строительство и эксплуатация станции были необходимы для обеспечения работы предприятий, эвакуированных в город.

Оснащенность станции стандартна, как и на других имеются котлы в количестве 10 штук и турбины в количестве 6 штук. Основным топливом является природный газ.

Установленная электрическая мощность более 300 МВт. Установленная тепловая мощность более 800 Гкал/ч.

По данным Ростехнадзора тепловые электростанции, которые имеют установочную мощность от 150 до 500 МВт относятся к категории значительного риска.

Акционерное общество «Теплый дом» (АО «Теплый дом») осуществляет производство электрической и тепловой энергии. Компания объединяет генерирующие мощности. За счет работающих источников тепловой и электрической энергии «Теплый дом» более 20% (23%) закрывает потребности жителей области в электрической энергии практически на 100% (96%) обеспечивает город тепловой энергией [8].



**Рисунок 6– Расположение объекта исследования СП «Жара-2»**

Расположена электростанция в непосредственной черте города, занимая обширную территорию на юго-востоке (рисунок 6). С севера и запада от

территории СП «Жара-2» располагается жилая зона, на востоке, юго-востоке и юге от территории СП «Жара-2» располагается промышленно-хозяйственная зона. В непосредственной близости от объекта исследования с южной, западной и северной стороны располагаются четыре автозаправочные станции, которые в случае аварии на территории СП «Жара-2», будут представлять угрозу возникновения вторичной опасности.

Любая тепловая электрическая станция оснащена сложным оборудованием и механизмами, которые непосредственно представляют угрозу.

*Таблица 2 – используемое оборудование на СП «Жара-2»*

### **Топливо**

№ п/п	Наименование оборудования	Номер агрегата	Мощность, МВт; теплопроизводительность, Гкал/ч
<b>Турбинные установки</b>			
1	Турбина Т-50-2	2	50
2	Турбина Т-43(50)-90-2м	3	43
3	Турбина Т-43(50)-90-2м	5	43
4	Турбина ПТ-25-90/10	6	25
5	Турбина ПТ-60-90/13	7	60
6	Турбина Т-118/125-130-8	8	110
<b>Котельные агрегаты</b>			
1	Котёл БКЗ-220-100-4	3	220
2	Котёл ТП-230-2	4	230
3	Котёл ТП-230-2	5	230
4	Котёл ТП-230-2	6	230
5	Котёл ТП-230-2	7	230
6	Котёл ТП-230-2	8	230
7	Котёл БКЗ 220-100-4	9	220



8	Котёл БКЗ 210-140	10	210
9	Котёл БКЗ 210-140	11	210
10	Котёл БКЗ 210-140	12	210

Основным видом топлива является газ. До 1980 года станция работала только на угле. В настоящее время

основное топливо на электростанции — это природный газ.

Для рассмотрения проблемы аварийности на тепловых электростанциях нужно принимать все составляющие. Такую же опасность несет в себе не только оборудование, но и топливо – метан.

Природный газ (метан) основное топливо на многих объектах ТЭК. В сжиженном виде имеет плотность от 400 до 500 кг/м<sup>3</sup>, температуру воспламенения около 650 градусов по Цельсию [9].

*Таблица 3 – санитарно-гигиенические характеристики природного газа*

Санитарно-гигиенические характеристики	
Класс опасности в воздухе рабочей зоны	4
ПДКм.р. в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	7000
ОБУВ в атмосферном воздухе, мг/м <sup>3</sup>	50
Воздействие на людей	Относится к малоопасным веществам. Вызывает раздражение слизистых оболочек глаза, конъюнктивиты. При сильных отравлениях - пневмония, потеря сознания
Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества	Удалить пострадавшего из вредной атмосферы. При нарушении дыхания - кислород. При тяжелом отравлении - госпитализация. Противопоказаны морфин и адреналин
Меры предосторожности	Герметизация аппаратуры и коммуникаций, вентиляция помещений. Одновременное присутствие в воздухе сероводорода и повышенные температуры усиливают токсический эффект
Средства защиты	При невысоких концентрациях пригоден фильтрующий промышленный противогаз. При высоких концентрациях и нормальном содержании кислорода - изолирующие шланговые

	противогазы. При недостатке кислорода - кислородные респираторы
--	---

Природный газ является чистым топливом и более экологичным, чем другие виды топлива. При сгорании газа на объектах энергетики из него выделяется меньше углекислого газа и взвешенных частиц. Что естественно объясняет меньшее отрицательное действие на окружающую среду.

*Таблица 4 – Пожаровзрывоопасные свойства природного газа*

Пожаровзрывоопасные свойства	
Группа горючести	горючий газ
Температура самовоспламенения, °С	535
Концентрационные пределы распространения пламени в воздухе, % (об.)	5,28 - 14,1
Нормальная скорость распространения пламени при 25 °С, м/с	0,338
Максимальное давление взрыва, кПа	706
Минимальная флегматизирующая концентрация флегматизатора, % об.	диоксида углерода - 24; азота - 37;  водяного пара - 29;  аргона - 51;  четырёххлористого углерода - 13
Средства пожаротушения	инертные газы

В наше времена при работе газовых электростанций количество вредных выбросов в окружающую среду минимально.

Если ТЭС осуществляет переход с угля на газовое топливо, происходит уменьшение объема выбросов углекислого газа в окружающую среду. Газовое топливо отличается большей теплотой сгорания, нежели уголь.

**Капитальный ремонт на СП «Жара-2» 2 в 2021 году**

В апреле этого года на СП «Жара-2» завершён капитальный ремонт котлоагрегата №4 производительностью 230 тонн пара в час. В ходе ремонта на котлоагрегате был выполнен ремонт тягодутьевых механизмов, проведены замена и ремонт запорной и регулирующей арматуры, завершён ремонт трубопроводов, обмуровки и теплоизоляции. Проведены работы по контролю металла поверхностей нагрева.

Проведены приёмо-сдаточные испытания. В настоящее время котел находится в подконтрольной эксплуатации. АО «Теплый дом» производит ремонт на основном генерирующем оборудовании. Ремонт осуществляется на оборудовании, которое не задействовано в производственном процессе в настоящее время. Ремонт данного котла повысил надёжность и эффективность работы станции.

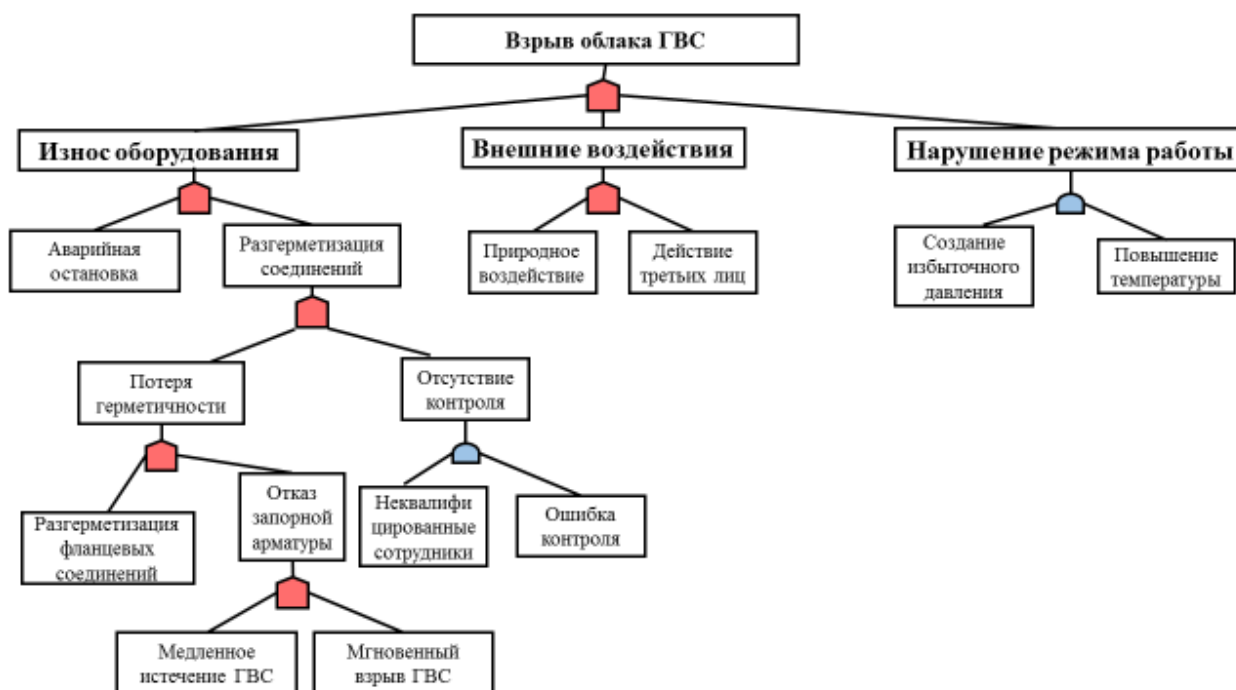
Отсутствие контроля и проверки оборудования могут повлечь за собой аварии, производственные травмы и даже гибель людей. Не своевременный ремонт оборудования может привести к его разрушению [10].

## **2.2 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВА ГАЗОПРОВОДА, ПОДАЮЩИЙ ТОПЛИВО В КОТЛОАГРЕГАТ**

Практика и статистика показывает, что крупные чрезвычайные ситуации, происходят в результате наложения событий друг на друга. Чтобы определить связь между выбранными событиями необходимо использовать методы анализа деревьев отказов. Этот метод иногда называют логиковероятностными, а также древовидной диаграммой за внешнюю схожесть с древовидными иерархическими структурами.

Для проведения анализа возможных аварийных ситуаций необходимо представить графически все элементы. С помощью метода экспертных оценок определили вероятность аварийного события. Метод экспертных оценок основан на организации работ с экспертами. После проведения анкетирования необходимо обработать мнение экспертов.

С помощью данных дерева событий можно выделить основные аспекты для построения дерева отказов, которое наглядно покажет, что приводит к тем или иным событиям [11].



**Рисунок 8 – Дерево отказов взрыва облака ГВС при разгерметизации трубопровода**

Данные ситуационной задачи можно поставить следующие: резервуар с основным топливом, вместимостью 150т. Задача – определить количество пострадавших и площадь поражения и инициировать мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.

При открытии трубопровода ГВС выбрасывались в окружающую среду. Причиной взрыва стали ремонтные работы (сварочные работы) на объектах административно-хозяйственного комплекса.

Плотность размещения персонала на объекте: на открытых площадках - 0,001 чел/м<sup>2</sup>; в производственном здании - 0,03 чел/м<sup>2</sup>; в административном здании - 0,1 чел/м<sup>2</sup>.

Площадь: производственное здание - 5000 м<sup>2</sup>; Администрация - 500 м<sup>2</sup>. Для упрощения расчетов примем, что воздействие вредных факторов очага ЧС не превышает площади объекта.

Расстояния от места аварии до производственного здания - 500 м, до административного здания - 1000 м.

### Решение

1. Для решения ситуационной задачи о взрыве облака ТВС необходимо определить массу метана, участвующего в реакции. По предварительным данным, в результате утечки и взрыва было выпущено облако топливных комплектов, поэтому в реакциях участвует 150 тонн метана.

$$m = 0,6 \times M \quad (1)$$

$$m = 0,6 \times 150 = 90000 \text{ кг}, \quad (1.2)$$

2. Определим режим взрывного превращения облака ТВС.

Класс пространства, окружающего место аварии - 2 класс.

Определяем класс взрывоопасного вещества - 4 класс. Определяем вероятный режим взрывного превращения - 4 режим.

3. Найдем радиусы зон разрушений, для сего нам потребуются запасные коэффициенты ( $a$ ) для всевозможных степеней разрушений домов. К примеру, для промышленных домов при абсолютной степени разрушения при 4 режиме взрывного перевоплощения,  $a = 1,66$ .

$$R_i = 10^{(0,32 \lg M + a)} = 10^{R'}, \quad (2)$$

где  $R_i$  - радиус зоны разрушения (полной, сильной, средней, слабой) или зоны расстекления, м;

$M$  – масса газового топлива, которое участвует в реакции, т;

$a$  – дополнительный коэффициент;

$R'$  - условный радиус зоны расстекления.

1. С помощью формулы (3) найдем радиус охвата катастрофических (полных) разрушений в зданиях промышленного назначения:

$$R = 10^{(0,32lg M+a)} = 10^{(0,32lg 150 +1,52)} = 162 \text{ м} , \quad (2.1)$$

2. Радиус охвата катастрофических (полных) разрушений в зданиях административного назначения:

$$R = 10^{(0,32lg M+a)} = 10^{(0,32lg 150 +1,62)} = 204 \text{ м} , \quad (2.2)$$

3. Радиус охвата сильных разрушений в зданиях промышленного назначения:

$$R = 10^{(0,32lg M+a)} = 10^{(0,32lg 150 +1,77)} = 295 \text{ м} , \quad (2.3)$$

4. Радиус охвата сильных разрушений в зданиях административного назначения:

$$R = 10^{(0,32lg M+a)} = 10^{(0,32lg 150 +1,87)} = 371,5 \text{ м} , \quad (2.4)$$

5. Радиус охвата средних разрушений в зданиях промышленного назначения:

$$R = 10^{(0,32lg M+a)} = 10^{(0,32lg 150 +1,97)} = 468 \text{ м} , \quad (2.5)$$

6. Радиус охвата средних разрушений в зданиях административного назначения:

$$R = 10^{(0,32lg M+a)} = 10^{(0,32lg 150 +2,17)} = 741 \text{ м} , \quad (2.6)$$

7. Радиус охвата слабых разрушений в зданиях промышленного назначения:

$$R = 10^{(0,32lg M+a)} = 10^{(0,32lg 150 +2,32)} = 1023 \text{ м} , \quad (2.7)$$

8. Радиус охвата слабых разрушений в зданиях административного назначения:

$$R = 10^{(0,32lg M+a)} = 10^{(0,32lg 150 +2,52)} = 1660 \text{ м} , \quad (2.8)$$

Размеры охвата всех разрушений для зданий промышленного и административного назначения предложены в таблице 5.

По исходным данным здания административного назначения от места аварии находятся на расстоянии 1 км, а промышленные здания на расстоянии пятисот метров.

*Таблица 5 – Размеры зон всех видов разрушений*

Тип Здания	Степень разрушения и радиус зон, м.			
	Полные (1)	Сильные (2)	Средние (3)	Слабые (4)
Промышленные	162	295	468	1023
Административные	204	371	741	1660

4. Чтобы учесть все составляющие расчетов нужно установить количество работников, которых поразила ударная волна на открытой местности. Так как для наших расчетов режим взрывного превращения «4» применяем сведения из таблицы номер 4.

*Таблица 6 – Исходные данные режимов взрывного превращения*

Номер зоны и вероятность поражения людей, %	Режим взрывного превращения
99	1,38
90	1,44
50	1,49
10	1,59
1,0	1,68
Порог поражения	1,74

$$R = 10^{(0,321gM+a)} = 10^{(0,321g^{90} + 1,38)} = 100 \text{ м}, \quad (3)$$

$$R = 10^{(0,321gM+a)} = 10^{(0,321g^{48} + 1,44)} = 117,5 \text{ м}, \quad (3.1)$$

$$R = 10^{(0,321gM+a)} = 10^{(0,321g^{48} + 1,49)} = 130 \text{ м}, \quad (3.2)$$

$$R = 10^{(0,321gM+a)} = 10^{(0,321g \cdot 48 + 1,59)} = 167 \text{ м}, \quad (3.3)$$

$$R = 10^{(0,321gM+a)} = 10^{(0,321g \cdot 48 + 1,68)} = 204 \text{ м}, \quad (3.4)$$

$$R = 10^{(0,321gM+a)} = 10^{(0,321g \cdot 48 + 1,74)} = 234,5 \text{ м}, \quad (3.5)$$

Радиусы охвата поражения сотрудников нужно определять с помощью дополнительного коэффициента (а) из методических советов. Найдем число пострадавших людей в 6-ой зоне ( $P'_m = 99\%$ ). Радиус охвата, в которой пострадает 99% людей представляет  $R_{6m} = 100 \text{ м}$ .

Площадь зон:

$$S_1 = 3,14 \times 100^2 = 31400 \text{ м}^2, \quad (4)$$

$$S_2 = 3,14 \times 117,5^2 = 43352 \text{ м}^2, \quad (4.1)$$

$$S_3 = 3,14 \times 130^2 = 53066 \text{ м}^2, \quad (4.2)$$

$$S_4 = 3,14 \times 167^2 = 87571 \text{ м}^2, \quad (4.3)$$

$$S_5 = 3,14 \times 204^2 = 130674 \text{ м}^2, \quad (4.4)$$

$$S_6 = 3,14 \times 234,5^2 = 172669 \text{ м}^2, \quad (4.5)$$

Число пострадавших в зонах:

$$N_n = S_n \times p_{om} \times P, \quad (5)$$

$$N_6 = S \times p_{om} \times P = 172669 \times 0,0001 \times 0,99 = 17, \quad (5.1)$$

$$N_5 = S \times p_{om} \times P = 130674 \times 0,0001 \times 0,95 = 13, \quad (5.2)$$

$$N_4 = S \times p_{om} \times P = 87571 \times 0,0001 \times 0,7 = 7, \quad (5.3)$$

$$N_3 = S \times p_{om} \times P = 53066 \times 0,0001 \times 0,3 = 2, \quad (5.4)$$

$$N_2 = S \times p_{om} \times P = 43352 \times 0,0001 \times 0,055 = 0, \quad (5.5)$$

$$N_1 = S \times p_{om} \times P = 31400 \times 0,0001 \times 0,005 = 0, \quad (5.6)$$



5. Определим число пострадавших людей, находящихся в промышленных административных зданиях.

Промышленные и административные здания попали в зону слабых разрушений (четвертую), в остальных зонах зданий нет.

Количество людей, находящихся в административном здании

$$N_{4ж} = S_{ж} \times \rho_{ж}, \quad (6)$$

$$N_{4ж} = 500 \times 0,1 = 50, \quad (6.1)$$

где  $S_{ж}$  – заданная площадь здания административного назначения,  $m^2$ ;

$\rho_{ж}$  - плотность персонала здании административного назначения.

Число людей, которое находится в промышленном здании можно найти по следующей формуле:

$$N_{4п} = S_{п} \times \rho_{п}, \quad (7)$$

$$N_{4п} = 500 \times 0,03 = 150, \quad (7.1)$$

где  $S_{п}$  – заданная площадь здания промышленного назначения,  $m^2$ ;

$\rho_{п}$  - плотность персонала в здании промышленного назначения.

Чтобы найти число пострадавших нужно учесть вероятности для каждой зоны (Вероятность выживания людей четвертой зоне в административных зданиях  $P_{4ж} = 98 \%$ , а промышленных зданиях  $P_{4п} = 90 \%$ ).

Для полноты расчета нужно учесть людей, которые находятся на открытой местности и выявить число пострадавших работников от воздушной ударной волны:

$$N = 200 \times (1 - 0,98) + 15 \times (1 - 0,9) = 6, \quad (8)$$

Общее число пострадавших от ударной волны с учетом людей, которые находятся на открытой местности, представляет 56 человек.

6. С помощью параметров огненного шара определим количество работников, пораженных тепловым воздействием. Один из параметров огненного шара это его радиус, который находится по формуле (10) и время существования огненного шара по формуле (11).

$$R_{ош} = 3,2 \times m^{0,325}, \quad (9)$$

$$R_{ош} = 3,2 \times 90000^{0,325} = 130 \text{ м}, \quad (9.1)$$

$$t = 0,85 \times m^{0,26}, \quad (10)$$

$$T = 0,85 \times 90000^{0,26} = 16,5, \quad (10.1)$$

Вместе с поддержкой ключевых характеристик пламенного (огненного) шара, устанавливаем, то что тепловое течение в плоскости пламенного шара (Q0) составит 200 кВт/м<sup>2</sup>.

Площадь, покрываемая огненным шаром

$$S_{ош} = 3,14 \times R_{ош}^2, \quad (11)$$

$$S_{ош} = 3,14 \times 130^2 = 53066 \text{ м}^2, \quad (11.1)$$

Число пострадавших

$$N_{ош} = S_{ош} \times \rho_{ом}, \quad (12)$$

$$N_{ош} = 5, \quad (12.1)$$

Таким образом влияние от огненного шара безусловно будут катастрофичны, принимаем, что вероятность безвозвратной потери человеческих ресурсов на площади огненного шара составляет 100 %.

Индекс дозы теплового излучения (J) 3700, 1500, 800, 500 (кВт/м<sup>2</sup>) для каждой процентной зоны воздействия.

Радиусы охвата зон, где наблюдаются соответствующие тепловые индексы, равны:

$$X_{95} = R_{\text{ош}} \times Q_0^{0,5} \times (t / J)^{3/8}, \quad (13)$$

$$X_{95} = 130 \times 200^{0,5} \times (2,7/3,7 \cdot 10^3)^{0,375} = 123 \text{ м}, \quad (13.1)$$

$$X_{65} = 130 \times 200^{0,5} \times (2,7/1500)^{0,375} = 172 \text{ м}, \quad (13.2)$$

$$X_{25} = 130 \times 200^{0,5} \times (2,7/800)^{0,375} = 217 \text{ м}, \quad (13.3)$$

$$X_{15} = 130 \times 200^{0,5} \times (2,7/500)^{0,375} = 260 \text{ м}, \quad (13.4)$$

Место охвата зоны теплового воздействия, выражаете в числовом значении площади:

$$S_{95} = 123^2 \times 3,14 = 47505 \text{ м}^2, \quad (14)$$

$$S_{65} = 172^2 \times 3,14 = 92894 \text{ м}^2, \quad (14.1)$$

$$S_{25} = 217^2 \times 3,14 = 147859 \text{ м}^2, \quad (14.2)$$

$$S_{15} = 260^2 \times 3,14 = 212264 \text{ м}^2, \quad (14.3)$$

Число пострадавших в зонах теплового воздействия, (чел.):

$$N_{95} = 47505 \times 0,0001 \times 0,975 = 5, \quad (15)$$

$$N_{65} = 92894 \times 0,0001 \times 0,8 = 8, \quad (15.1)$$

$$N_{25} = 147859 \times 0,0001 \times 0,45 = 4, \quad (15.2)$$

$$N_{15} = 212264 \times 0,0001 \times 0,15 = 3, \quad (15.3)$$

Общее число пострадавших в зонах теплового воздействия 20 человека

7. Существует необходимость найти общее число потерпевших сотрудников на объекте в момент аварийной ситуации. Количество пострадавших работников

в зонах, где наблюдается совместное действие опасных факторов можно определить сложением вероятностей.

Количество пострадавших людей на площади, покрываемой огненным шаром и в зоне гибели людей от ударной волны с вероятностью 0,99.

В данной зоне ограниченной окружностью с радиусом 123 м пострадает 100 % персонала, т.е. 5 человек.

Число пострадавших сотрудников в 5-ой зоне, ударной волны (вероятность гибели составляет 97,5 %).

$$N_{5,95}=473374 \times 0,0009 \times (0,95 + 0,975 - 0,95 \times 0,975)=12, \quad (16)$$

Число работников, пострадавших в 4-ой зоне воздействия ударной волны (97,5 %)

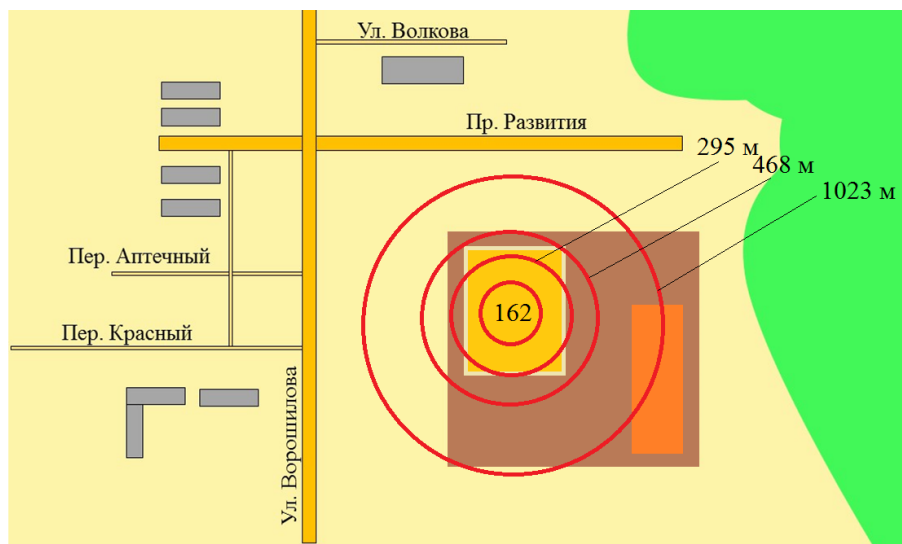
$$N_{4,95}=144728 \times 0,0009 \times (0,7 + 0,975 - 0,7 \times 0,975)=13, \quad (16.1)$$

Число пострадавших работников в 3-ей зоне воздействия ударной волны (97,5 %)

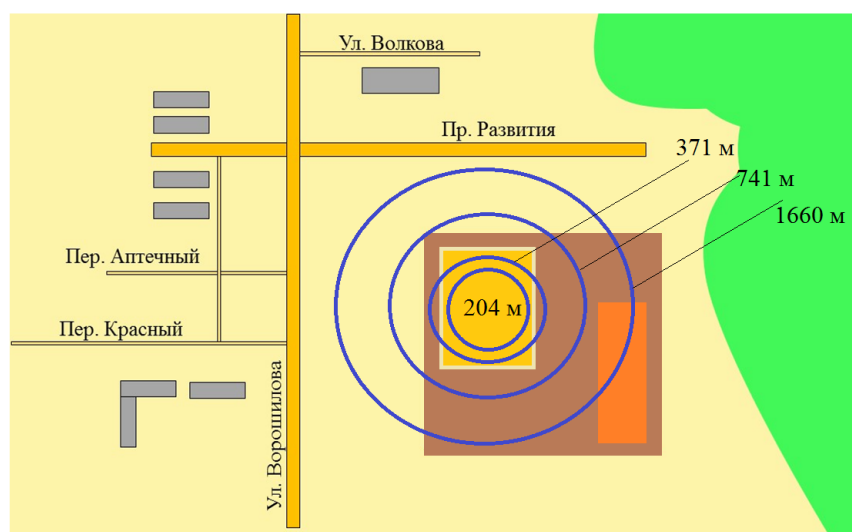
$$N_{3,95}=180933 \times 0,0009 \times (0,3 + 0,975 - 0,3 \times 0,975)=3, \quad (16.2)$$

Общее число пострадавших сотрудников от ударной волны 56 человек

Число пострадавших определяется, ограниченной радиусами 172 м (радиус зоны теплового потока) и 217 м (радиус 3-ей зоны ударной волны).



**Рисунок 9 – радиусы поражений промышленных зданий**



**Рисунок 10 – Радиусы поражений административных зданий**

В зоне, где влияние ведущих характеристик взрыва, этих как термический поток (вторая и 1-ая зоны воздействия невесомой ударной волны). Например, как возможность такого, собственно, что сотрудники получают травмы во 2 и 1 зоне воздействия ударной волны малозначительная, то ее не предусматривают.

Общее число пострадавших и пострадовавших при разрушении резервуара с метаном:

$$N_{\text{общее}} = N_{\text{в зданиях}} + N_{\text{постр. в зонах}} + N_{\text{от огн. шара}} = 221 + 20 + 5 = 246 \text{ человека}, \quad (17)$$

Общее количество пострадавших 53 человека из 200 занятых на территории станции [12].

### **3. ПРЕДЛОЖЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ**

Данные мероприятия должны предусматривать предупреждение рисков возникновения аварий на объекте. Обеспечение координации и оповещения сотрудников и экстренных служб является первостепенным действием. В случае происшествия ответственные лица обязаны обеспечить эвакуацию работников, если есть пострадавшие необходимо обеспечить оказание первой помощи.

Для четких и отлаженных действий при аварийной ситуации с работниками тепловой электростанции необходимо периодически проводить учения, а также работники должны проходить обучение в безопасные ведения работ, гражданской обороны и безопасности ведения работ на рабочих места.

Мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций имеют успех, если заранее организационно. Такие мероприятия, как инженерно-технические и эксплуатационные и других мероприятий по уменьшению вероятности возникновения аварийной ситуации, а также ее последствий – это многоступенчатая система.

Предупреждение аварий, прежде всего это:

- мониторинг окружающей среды, осмотр состояния зданий и сооружений;
- прогнозирование угроз возникновения аварийных ситуаций, изучение последствий воздействия на население, окружающую среду и экономическое состояние региона.

Организационные меры строятся на работе с сотрудниками объекта и организации трудового процесса:

К эксплуатационным мероприятиям по снижению риска возникновения аварий можно отнести следующие действия:

1. В процессе работы оборудования, все составляющие должны быть в исправном состоянии. Помимо оборудования это касается всех построек и сооружений.
2. Работа оборудования, которая не подразумевает автоматизированное производство, обязано производиться под присмотром оператора. На агрегатах, которые представлены автоматизированными должны устанавливаться измерители температуры и давления, передача информации на главный пульт выполняется с помощью внутренней связи. Исключать излишние потери тепла путём своевременного отключения неработающих участков сети, удаления скапливающейся в каналах и камерах воды, ликвидации попадания грунтовых и верховых вод в камеры и каналы, актуального выявления и возобновления испорченной изоляции;
3. Своевременно слить воздух из воздушных труб, не допускать всасывания воздуха в сети, постоянно поддерживать необходимое избыточное давление во всех точках сети в потребительских системах.
4. Принимать меры к предупреждению, локализации и ликвидации неполадок и аварий в сетях.
5. Установка точек контроля утечек на более близком расстоянии друг от друга, чтобы вовремя зафиксировать утечку газа.

Для защиты газопроводов от аварийных ситуаций должен производиться осмотр трубопроводов, своевременное реагирование на изменение основных показателей [13].

Работы по техническому обслуживанию газопровода должны выполняться в соответствии с ПБ 12-529-03 «Правила безопасности систем газораспределения и газ потребления».

В случае стихийных бедствий эксплуатационным службам необходимо организовать усиленный контроль за состоянием сети и арматуры газопровода. В критические моменты газопровод должен быть отключен от подачи газа.



Рисунок 11 – Схема технических решений защиты от аварийных ситуаций

Мероприятия защиты населения являются составной частью предупредительных мер и мер по ликвидации чрезвычайных ситуаций и, следовательно, выполняются как в превентивном (предупредительном), так и оперативном порядке с учетом возможных опасностей и угроз.

### 3.1. ЗАЩИТА СОТРУДНИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ТЭС

Система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических мероприятий, механических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность сохранения здоровья и работоспособность человека в процессе труда.







С развитием ТЭС совершенствуются отдельные единицы технологического оборудования, а сами ТЭС усложняются. В этих условиях особое значение приобрели устройства контроля, измерения и регулирования.



ТЭС обеспечивает обучение и обучение обслуживающего персонала безопасным методам работы.

При приеме на работу каждый работник проходит первоначальный инструктаж, теоретическую подготовку на курсах, инструктаж на рабочем месте, стажировку и дублирование, после чего их знания проверяются комиссией предприятия перед допуском к самостоятельной трудовой деятельности.

При эксплуатации оснащения, все сотрудники обязаны управляться действующими в системе энергопредприятия общепризнанными мерками, правилами, инструкциями и материалами по охране труда и технике защищенности [14].

- Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. 
- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. 
- Правила безопасности в газовом хозяйстве. 
- Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов горячей воды и пара. 
- Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. 
- Правила пожарной безопасности. 

К обслуживанию всего оборудования производства допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие профильное обучение по профессии на занимаемую должность.

Все рабочие места оснащены необходимыми инструкциями, технологическими картами и программами проверки оборудования.

Проводится периодическая работа с оперативным персоналом по выработке безошибочных и правильных действий в случае возникновения аварийной ситуации, а именно:

- проведение очередных инструктажей;
- проведение противоаварийной и противопожарной тренировок
- анализ действий персонала при проведении тренировок, с указанием на неправильные действия при ликвидации аварии.

Все без исключения исправительные (ремонтные) работы, которые требуют подготовки трудовой зоны, производятся по нарядам согласно ПТБ при работе на тепломеханическом оборудовании, работы производятся в соответствии с графиком и картами технического обслуживания определенного оборудования.

Должны быть запланированы работы, требующие обслуживания узлов котла (барабана, топки, газопроводов), резервуаров для хранения топлива, приточно-вытяжной вентиляции. Для обеспечения хорошего освещения рабочей зоны следует использовать переносные лампы на 12 В или лампы на 42 В во взрывозащищенном корпусе.

Нормальные условия труда, т.е. чистота воздуха в котельном и машинном зале обеспечиваются вентиляцией, управляемой воздухообменом. Воздухообмен регулируется жалюзи, через которые снаружи поступает более холодный воздух, а через прожекторы на крыше здания выходит нагретый воздух.

Снижение шума в цехах достигается следующими мерами:

- Агрегаты, которые издают чрезмерную вибрацию устанавливаются на отдельные фундаменты, это необходимо для того, чтобы вибрация не передавалась на другие элементы оборудования.
- установка конденсаторов турбин на пружинных опорах;
- подвеска основных трубопроводов на пружинных подвесках;
- балансировка роторов вращающихся механизмов;
- в помещении вентиляционных камер предусматривается звукоизоляционная штукатурка стен и потолков.

Применение специальных звукопоглощающих материалов. Для работы в цехах предусмотрено комбинированное рабочее и естественное, и искусственное. Естественное освещение осуществляется боковым светом через световые проёмы в наружных стенах. На случай отключения искусственного рабочего освещения, предусмотрено аварийное освещение от постороннего источника - аккумуляторных батарей.

## **4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **4.1 Предпроектный анализ**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

В зависимости от категории потребителей (коммерческие организации, физические лица) необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования. Например, для коммерческих организаций критериями сегментирования могут быть: месторасположение; отрасль; выпускаемая продукция; размер и др.

#### **3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Магистерская диссертация по теме «Анализ территориальных рисков объекта энергетики» реализовывается в рамках НИР для отделения контроля и диагностики ИШНКБ ТПУ.

Исследование данного вопроса, и также информация и данные, полученные в результаты производственной и преддипломной практики.

Подобные исследования проводились российскими коллегами, но в данных не хватает для представления общей картины. Исследование в данной области может помочь снизить риск и предотвратить чрезвычайные ситуации на объектах энергетического комплекса.

#### **4.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

С помощью анализа конкурентных технических решений можно выявить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Проведем данный анализ с помощью оценочной карты.

$K_1$  – традиционная методика расчета рисков вручную

$K_2$  – предложенная методология, описанная в диссертации

$K_3$  – традиционная методика расчета рисков с помощью MS Excel.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, в сумме должны составлять 1.

Сумма критериев  $K_{\phi}=4,4$ ,  $K_{k2}=3,3$ ,  $K_{k3}=2,85$ , что показывает данная оценка риска, описанная в диссертации, наиболее конкурента. Конкурентное преимущество разработки, представленной в диссертации – это надежность, наглядность, низкая цена.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Удобство в эксплуатации	0,1	2	4	4	0,5	0,3	0,2
2. Надежность	0,1	4	4	4	0,8	0,3	0,3
3. Безопасность	0,15	5	5	4	0,2	0,5	0,4
4. Функциональная мощность	0,1	3	4	4	0,4	0,05	0,2
5. Простота эксплуатации	0,1	3	4	4	0,5	0,5	0,4
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	5	4	0,2	0,3	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,07	3	2	3	0,5	0,2	0,25
3. Цена	0,1	3	4	2	0,5	0,4	0,2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	4	2	4	0,5	0,45	0,3
5. Финансирование научной разработки	0,1	2	4	3	0,3	0,3	0,2
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>4,4</b>	<b>3,3</b>	<b>2,85</b>

#### 4.1.3 SWOT – анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Матрица составляется на основе анализа рынка и конкурентных технических решений, и показывает сильные и слабые стороны проекта.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Матрица SWOT представлена в таблице 6.

Таблица 8 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p>
	<p>С1. Более низкая стоимость по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С2. Использование современного оборудования.</p> <p>С3. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С4. Представление полученной информации наглядно (методика, графики, формулы, таблицы)</p> <p>С5. Актуальность работы.</p>	<p>СЛ1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров для работы с методикой.</p> <p>СЛ2. Время, затрачиваемое на расчет и построение графиков.</p> <p>СЛ3. Отсутствие необходимого оборудования и ПО.</p> <p>СЛ4. Ограниченная область применения.</p> <p>СЛ5. Медленный процесс вывода методики на новый рынок.</p>

<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Повышение уровня локализации лесных пожаров.</p> <p>В2. Возможность создания партнерских отношений с рядом ведущих вузов.</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p>В4. Возможность создания эффективного метода ликвидации лесного пожара</p>	<p>– В результате низкой стоимости методика могут позволить себе многие организации.</p> <p>– В результате использования современных технологий повысится скорость локализации экологической очистки.</p> <p>– При грамотном подходе руководителей улучшится реагирование служб, а следовательно, и сам исход аварии.</p> <p>– При вышеперечисленных возможностях мы добьемся наглядного исхода аварии и более быстрой ее локализации</p> <p>– При повышении актуальности программы конкуренты будут вынуждены повысить стоимость своих разработок во избежание разорения</p>	<p>– В дальнейшем снижены на математическую программу, рассчитывающую безопасные расстояния;</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Появление новых технологий.</p> <p>У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований и сертификации методики.</p> <p>У4. Неумение персонала пользоваться продуктом.</p>	<p>– За счет появления новых технологий цена на программу уменьшится;</p> <p>– Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>– Проведение обучения сотрудников организаций по работе с методикой</p> <p>– Сократить время подсчета</p> <p>– Сделать методику воспроизводимой на всех доступных устройствах</p> <p>– Расширить область применения методики</p> <p>– Провести сертификацию</p>



		методики
--	--	----------

Описание сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта, его возможностей и угроз происходит на основе результатов анализа, проведенного в предыдущих и последующих разделах. Вторым этапом проводится выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта.

В таблице 7 представлена интерактивная матрица проекта

*Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта*

		Сильные стороны проекта					Слабые стороны Проекта				
		C1	C2	C3	C4	C5	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
<b>Возможности проекта</b>	B1	+	+	+	+	+	-	-	0	-	-
	B2	0	+	+	+	+	0	0	-	0	+
	B3	-	+	0	+	+	0	-	0	-	-
	B4	+	+	0	0	+	0	0	0	-	-
	B5	+	0	+	0	+	-	-	0	+	-
<b>Угрозы Проекта</b>	У1	0	+	+	0	+	-	-	-	0	0
	У2	+	+	+	+	+	-	-	0	-	+
	У3	0	0	+	-	+	-	-	-	0	0
	У4	+	+	0	+	0	+	+	+	-	+
	У5	0	+	0	+	+	0	0	0	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы, можно выявить следующие коррелирующие:

- сильных сторон и возможностей: B1C1C2C3C4C5, B2C2C3C4C5, B3C2C4C5, B4C1C2C5, B5C1C3C5;
- слабых сторон и возможностей: B2Сл5, B5Сл4;
- сильных сторон и угроз: У1C2C3C5, У2C1C2C3C4C5, У3C3C5, У4C1C2C3, У5C2C4C5;
- слабых сторон и угроз: У2Сл5, У4Сл1Сл2Сл3Сл5.

Проанализировав, полученную матрицу проекта, видим, что исследование, рассмотренное в моей работе, имеет достаточно положительных сторон.

Безусловно, данный проект имеет минусы, но в нашем случае вопрос касается безопасности, необходимо инвестировать в актуальное на сегодняшний день, чем платить за большие потери от чрезвычайных ситуаций.

#### 4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Важно перед реализацией научной разработки необходимо оценивать степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (либо завершения).

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Для данной процедуры необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень приведен в таблице 8.

*Таблица 10 – Бланк оценки степени готовности проекта к коммерциализации*

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического Задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4

4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4

6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный Рынок	3	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	3
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	53	51

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (18)$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Из полученных значений, приведенных в бланке, можно сделать вывод, что перспективность выше среднего.

## 4.2 Инициация проекта

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

Основными причинами появления (источниками идей) проектов являются:

- Неудовлетворенный спрос;
- Избыточные ресурсы;
- Инициатива предпринимателей;
- Реакция на политическое давление;
- Интересы кредиторов.

Примеры причин отклонения проекта:

• Недостаточный спрос на продукцию проекта или отсутствие его реальных

преимуществ перед аналогичными видами продукции;

• Чрезмерно высокая стоимость проекта (экономическая, экологическая,

социальная и др.);

- Отсутствие необходимых гарантий со стороны заказчика проекта;
- Чрезмерный риск;
- Высокая стоимость сырья.

## 4.2.2 Цели и результат проекта

Перед определением целей необходимо перечислить заинтересованные стороны проекта. Информация по заинтересованным сторонам представлена в таблице 9:

Таблица 11 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ВУЗЫ	Проведение исследования в области оценки рисков возникновения аварийных ситуаций на объектах энергетики
Организации, осуществляющие контроль за моделированием аварий и ЧС	Создание модели аварий на объектах энергетического комплекса

Цели и результаты проекта в таблице 10:

Таблица 11 – Цели проекта

<b>Цели проекта:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Создание методологии, по которой можно будет провести анализ территориальных рисков объекта энергетики</li> <li>• Получение результатов оценки статистики и построение дерева отказов</li> </ul>
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Удобство методики в использовании</li> <li>• Наглядность расчетов</li> </ul>
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполнение проекта в срок.</li> <li>• Эффективность расчетов</li> <li>• Удобство методики в использовании.</li> </ul>

### 4.2.3 Ограничения проекта

Оценки времени рабочих наборов и времени всего сетевого графика делаются с предположением о том, что все необходимые ресурсы в наличии. В реальности возможны различные ситуации. Если при наличии необходимых ресурсов потребность в них меняется с течением времени, то желательно выровнять спрос на ресурсы, например, путем задержки некритических операций. Этот процесс называется выравниванием ресурсов или сглаживанием. Если недостаточно ресурсов, чтобы удовлетворить максимальный спрос, то возможна задержка позднего начала операций, что может привести к задержке всего проекта. Этот процесс называется "календарное планирование ресурсов, починенное ограничениям" или "калибровка".

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта. Факторы, ограничения и допущения представлены в таблице 11.

Таблица 12 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения
Бюджет проекта	Отсутствует
Источник финансирования	НИ ТПУ
Сроки проекта	01.01.2021 – 31.05.2022
Фактическая дата утверждения плана управления проектом	12.12.2021
Плановая дата завершения проекта	31.05.2022

## 4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

### 4.3.2 Иерархическая структура работ проекта

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для



достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке №18 представлен шаблон иерархической структуры.



**Рисунок 12 – Иерархическая структура по ВКР**



**Рисунок 13 – Проектная структура проекта**

В данном проекте будет использована проектная структура проекта, так как она подходит больше, потому что технология является новой и не исследуемой ранее, сложность проекта высока. Пример проектной структуры изображен на рисунке 19.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который

используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде табл. 13 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 13 – Календарный план НИИ

Код работ (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	Т <sub>к</sub> , ч.	Продолжительность выполнения работ																	
				Янв.			Февр.			Март			Апр.			Май.			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического Задания	Р, С	5	■																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Р	10	▨																	
3	Проведение патентных исследований	С	10		■	■															
4	Выбор направления Исследований	Р	10		▨	▨															
5	Календарное планирование работ по теме	С	40			■															
6	Написание теоретической части ВКР	С	20				■														
7	Подготовка образцов для экспериментов	С	20				■														
8	Проведение экспериментов	С	20					▨	▨												
9	Обработка полученных данных	С	40					■	■												
10	Оценка эффективности полученных результатов	С	80						■	■	■										
11	Определение целесообразности проведения ОКР	С	40								■	■									
12	Оформление Материала	С	20									■	■								
13	Подведение Итогов	С	20														▨	▨			
14	Предзащита	С	50															■	■		
15	Проверка Работы	Р	20															▨	▨		

▨ – Руководитель (Р)    ■ – Студент (С)

### 4.3.1 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

#### Специальное оборудование для научного исследования

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением компьютера, мебель (стула и стола), канцелярских принадлежностей (карандаш, ручка блокнот), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Для разработки методики требуется оборудование в виде персонального компьютера, мебели и канцелярских принадлежностей.

*Таблица 14 – Расчет затрат по статье «Материалы»*

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1.	Персональный компьютер	1	20000	20000
2	Канцелярия	3	100	300
3.	Мебель	2	7000	14000
<b>Итоговый бюджет (тыс. руб):</b>				<b>44300</b>

Для разработки методики требуется оборудование в виде инженерного калькулятора (Калькулятор 10 разрядов инженерный КК135)

*Таблица 15 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»*

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	Калькулятор 10 разрядов инженерный КК135	1	300	300
<b>Итоговый бюджет (тыс. руб):</b>				300

### **Основная заработная плата**

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы сводится в табл. 16.

*Таблица 16 – Расчет основной заработной платы*

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.- дн., руб	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1		Руководитель		-	28000
2		Инженер		-	15000
Итого:					43000
Итого:					43000

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (19)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (20)$$

где  $T_{раб}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн;

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

Значит, для руководителя:

$$Z_{осн} = 28000 \cdot 1,3 = 36400 \text{ рублей}$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = (Z_m \cdot M) / F_d, \quad (21)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб (в качестве месячного оклада магистра выступает стипендия, которая составляет 3900 руб);

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 45 раб. дней  $M=10,4$  месяца, 6 - дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала (в рабочих днях). Тогда, баланс рабочего времени представлен в таблице 17.

*Таблица 17 – Баланс рабочего времени*

<b>Показатели рабочего времени</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Магистр</b>
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	82
- праздничные дни	14	14

Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	—	—
Действительный годовой фонд рабочего времени	254	217

*Таблица 18 – Результаты расчета основной заработной платы*

Исполнители	З <sub>б</sub> , руб.	k <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб	З <sub>дн</sub> ,руб.	Г <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	28000	1.3	36400	1490	48	36400
Инженер	15000	1.3	19500	718	76	19500
Итого по статье З <sub>осн</sub> :						55900

### **Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала**

Дополнительная заработная плата включает оплату за непроработанное время (очередной и учебный отпуск, выполнение государственных обязанностей, выплата вознаграждений за выслугу лет и т.п.) и рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} \quad (22)$$

где Z<sub>доп</sub> – дополнительная заработная плата, руб.;

k<sub>доп</sub> – коэффициент дополнительной зарплаты (k<sub>доп</sub> = 0,1);

Z<sub>осн</sub> – основная заработная плата, руб.

Для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 36400 * 0,1 = 3640 \text{ рублей,} \quad (22.1)$$

В таблице 18 приведен расчёт основной и дополнительной заработной платы.

*Таблица 19 – Заработная плата исполнителей ВКР, руб*

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	36400	19500



Дополнительная зарплата	3640	–
Зарплата исполнителя	40040	19500
Итого	59540	

### Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (40040 + 19500) = 17862 \text{ руб.}$$

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

### Накладные расходы

В эту статью относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы являются дополнительными расходами компании. Они не связаны с производством напрямую, т. е. не включаются в себестоимость выпускаемой продукции или оказываемых услуг. Их невозможно отнести на конкретный вид продукции, работы или услуг. Это сопутствующие траты, которые обеспечивают производственный процесс.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = K_{\text{накл}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (23)$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,16 \times (40040 + 19500) = 9526 \text{ руб.}, \quad (23.1)$$

## Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 20 – Бюджет затрат НИИ

№	Затраты по статьям						
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Накладные расходы	Отчисления на социальные нужды	Итого бюджет
1	-	44300	36400	3640	9526	17862	<b>111728</b>

В результате было получено, что бюджет затрат НИИ составит 111728 руб. При этом затраты у конкурентов составляют 200 000 рублей, из чего можно сделать вывод что полученный продукт будет экономичней, чем у конкурентов.

### 4.3.2. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по данному разделу необходимо свести в таблицу (таблица 21).

Таблица 21 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Потеря актуальности		3	5	средний	Внедрение новой методики	Изменение рынка, появление новой методики

#### 4.4 Определение ресурсосберегающей эффективности исследования

Безопасность технологического процесса на объектах ТЭК, одно из важных составляющих безопасности человека и природы. Именно поэтому данная тема имеет особую актуальность в области защиты населения. Соблюдение режимов работы оборудования одно из самых важных правил, своевременный осмотр оборудования и контроль за сырьем. Разработка нормативно-правовой документации, отражающей пропаганду ведения безопасного технологического процесса так же является важным пунктом в общей безопасности объектов энергетики. решение ситуационных задач позволяет понять какие последствия могут быть если режим работы выйдет из строя. С помощью этих возможных сценариев можно подготовиться к предотвращению аварий и устранению последствий, а также отлаженных действий персонала на объекте.

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как

знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (24)$$

$$I_{\Phi_{ан.1}}^p = 1, \quad (24.1)$$

$$I_{\Phi_{ан.11}}^p = 1,11, \quad (24.2)$$

где,  $I_{\Phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad (25)$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p, \quad (25.1)$$

где,  $I_m^a$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент i-го параметра;

$b_i^a$ ,  $b_i^p$  – бальная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

*Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов*

исполнения проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	4	4
2. Энергоэкономичность	0,2	5	4	3
3. Безопасность	0,2	5	5	5
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	5	4	4
5. Конкурентоспособность	0,2	5	4	4
6. Цена	0,1	5	3	3
Итого	1	4,8	4	3,8

$$I_{\text{тп}} = 4 * 0,2 + 5 * 0,2 + 5 * 0,2 + 5 * 0,1 + 5 * 0,2 + 5 * 0,1 = 4,8 \quad (26)$$

$$\text{Аналог1} = 4 * 0,2 + 4 * 0,2 + 5 * 0,2 + 4 * 0,1 + 4 * 0,2 + 3 * 0,1 = 4,1 \quad (27)$$

$$\text{Аналог2} = 4 * 0,2 + 3 * 0,2 + 5 * 0,2 + 4 * 0,1 + 4 * 0,2 + 3 * 0,1 = 3,7 \quad (27.1)$$

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{\text{финр}}^p$ ) и налога ( $I_{\text{финр}}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}, \quad (28)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}, \quad (29)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;  $I_{\text{финр}}^p$  – интегральный показатель разработки;  $I_{\text{финр}}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

*Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки*

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,6	0,7
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	4	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	4,8	2,5	5,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,9	0,8

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

### **Заключение**

В данном разделе ВКР был проведен предпроектный анализ, были определены потребители результатов исследования в нашем случае это является структурные подразделения, которые участвуют в ликвидации последствий ЧС Томской области. Далее с помощью анализа конкурентных технических решений, конкурентное преимущество нашей разработки, представленной – это надежность, наглядность, низкая цена. Провели SWOT-анализ, выявили сильные и слабые стороны данного проекта. Были определены цели и результаты, ограничения проекта. Составлен план проекта в виде диаграммы Ганта, а также рассчитали бюджет НИИ. 4 Оценка сравнительной эффективности исследования.

## **5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

Человек и окружающая его среда обитания образуют постоянно действующую систему «человек - среда обитания», в которой человек непрерывно решает, как минимум, две основные задачи: обеспечивает свои потребности в пище, воде и воздухе; создает и использует защиту от негативных воздействий со стороны среды обитания.

Опасные производственные объекты всегда несут в себе потенциальную опасность. Огромную угрозу несут объекты энергетики, такие как ТЭЦ, ГРЭС. Аварии, произошедшие на объектах ТЭК, несут огромный материальный, экологический и экономический ущерб. Именно поэтому существует необходимость проводить анализ территориальных рисков.

Важность обеспечения безопасности объектов топливно-энергетического комплекса в контексте национальной безопасности диктуется необходимостью защиты жизни и здоровья граждан, обеспечения надлежащего функционирования экономики.

Объектом исследования является объект ТЭК АО «АО Теплый дом». Для выполнения работы использовалась основная нормативно-правовая документация в области производственной безопасности и охраны труда.

Безотказная работа ТЭС — это неотъемлемая часть национальной экономики, так как от этого зависит благополучие региона и населения города.

### **5.1 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

#### **Отклонение показателей микроклимата**

Производственная безопасность — это состояние защищенности основных фондов, работников, а также третьих лиц (включая их имущество) и окружающей среды от воздействия негативных факторов, происшествий, вредных и опасных производственных факторов.

Основными целями в данной области являются:

- создание безопасных условий труда, сохранение жизни и здоровья

работников;

- снижение рисков аварий и инцидентов на опасных производственных объектах;
- снижение рисков дорожно-транспортных происшествий, связанных с производственной деятельностью;
- обеспечение пожарной безопасности.

Составляющими производственной безопасности являются охрана труда, промышленная и пожарная безопасность, безопасность дорожного движения.

Работа специалиста по охране труда относится к категории работ I<sub>a</sub> (интенсивность энергозатрат до 120 ккал/час (139Вт), это работы сидя с незначительным физическим напряжением).

Для создания оптимального микроклимата на рабочем месте в холодное время года используется водяное отопление. В теплое время года кондиционер для охлаждения воздуха. По приложению 1 СанПиН 2.2.4.3359-16 можно выделить показатели микроклимата в отдельную таблицу для данной категории труда.

*Таблица 24 – Оптимальные величины показателей микроклимата*

Период года	Категория тяжести работ, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	I <sub>a</sub> (до 139)	22-24	60-40	0,1
Теплый		23-25	60-40	0,1



Таблица 25 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория тяжести работ, Вт	Скорость движения воздуха, м/с		Относительная влажность воздуха, %
		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более	
Холодный	Ia (до 139)	0,1	0,2	15-75
Теплый		0,1	0,3	15-75

Для профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата на организм работника в случаях возможного выхода фактических параметров за границы допустимых, необходимо применять меры защиты – системы местного кондиционирования воздуха, обогреватели, использование СИЗ - спецодежды, спецобуви, головных уборов, средств защиты рук, а также введение регламента работы.

В случае, где невозможно приведение фактических параметров к допустимым, рабочие места следует рассматривать как вредные.

В качестве нагревательных приборов применяют радиаторы, конвекторы, отопительные панели. Для повышения влажности воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха. Для вентилирования воздуха в помещении используют приточные вытяжки.

### **Повышенный уровень шума на рабочем месте**

Шумом принято называть нежелательный звук или совокупность беспорядочно сочетающихся звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека и мешающих его жизнедеятельности

Основными источниками шума могут быть как сами компьютеры, так и меры защиты от вредных факторов воздействия окружающей среды. Такие как кондиционер, вентиляционная система, принтер, светильники, а также шум, который издают сами работники или открытые окна. Из-за воздействия шума на сотрудника происходит снижение производительности труда, возможны предпосылки к возникновению несчастных случаев.

Различные виды шумов нормируются разными величинами. Для постоянного шума нормируются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, для прерывистого и импульсного, а также для непостоянного шума – эквивалентные уровни звукового давления для тех же октавных полос [15].

Защитой от шума выступает шумоглушение, такое как звукоизолирующая отделка, шумоглушители для вентиляций, отопления, кондиционирования воздуха, а также применение шумозащитных экранов. Материалы, из которых делают шумозащитные экраны: акрил, разные виды композитных материалов, монолитный поликарбонат. При возникновении недопустимого уровня шума необходимо выполнить меры либо по ограничению распространения шума, либо по ограничению воздействия его на людей. Согласно ПДУ для шума составляет 82 дБ.

Мероприятия по шумопоглощению можно еще разделить на несколько групп:

- Первая группа мероприятий – различные короба, щиты, кожухи, установленные на оборудовании, изменение технологии или конструкции
- Вторая группа – коллективные средства защиты, а именно устройство звукоизоляции, защита расстоянием, архитектурно-планировочные

изменения. Если вышеперечисленными средствами уменьшить шум не удастся, необходимо использовать индивидуальные средства защиты – наушники, беруши, шлемы.

#### **4.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Внезапные шумы высокой интенсивности, даже кратковременные (взрывы, удары и т.п.), могут вызвать как острые нейросенсорные эффекты (головокружение, звон в ушах, снижение слуха), так и физические повреждения (разрыв барабанной перепонки с кровотечением, поражения среднего уха и улитки).

Нарушения слуха - проблема не только здоровья отдельного работника, но и безопасности труда как его самого, так и третьих лиц. Прежде всего это касается таких профессий, как пилоты гражданской авиации, водители транспортных средств и другие профессии высокого риска.

Влияние электромагнитных полей на здоровье человека и способы защиты от их вредного воздействия

Природа подарила человечеству чистый, прозрачный воздух, водоемы и естественный электромагнитный фон, излучаемый как планетой и окружающим космосом, так и животным, и растительным миром. Однако, с развитием цивилизации, естественный геомагнитный фон усилился техногенным воздействием. Человек при помощи радиотехнических и радиоэлектронных приборов создал невидимую электромагнитную паутину, в которой мы все находимся. Мощные линии электропередачи высокого и

сверхвысокого напряжения, многочисленные радио- и телепередающие станции, космические станции спутниковой связи вызывают электромагнитное загрязнение среды обитания человека. Воздействие ЭМП происходит дома, на работе и даже во время отдыха на природе. Электробытовые приборы, предназначенные облегчить нашу жизнь, стены домов и квартир, пронизанные электрическими проводами, распространяют ЭМП не безвредные для здоровья человека.

Биологическое действие ЭМП. Данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех частотных диапазонах. ЭМП высокой частоты приводят к нагреву тканей организма.

Многочисленные исследования в области биологического действия ЭМП определили наиболее чувствительные системы организма: нервную, иммунную, эндокринную, половую. Биологический эффект ЭМП в условиях многолетнего воздействия накапливается, вследствие чего возможно развитие отдаленных последствий дегенеративных процессов в центральной нервной системе, новообразований, гормональных заболеваний. К электромагнитным полям особенно чувствительны дети, беременные, люди с нарушениями в сердечно-сосудистой, гормональной, нервной, иммунной системах.

Влияние на нервную систему. Нарушается передача нервных импульсов. В результате появляются вегетативные дисфункции (неврастенический и астенический синдром), жалобы на слабость, раздражительность, быструю утомляемость, нарушение сна нарушается высшая нервная деятельность - ослабление памяти, склонность к развитию стрессовых реакций.

Влияние на сердечно-сосудистую систему. Нарушения деятельности этой системы проявляются, как правило, лабильностью пульса и артериального давления, склонностью к гипотонии, болями в области сердца.

В крови отмечается умеренным снижением количества лейкоцитов и эритроцитов.

Влияние на иммунную и эндокринную системы. Установлено, что при воздействии ЭМП нарушается иммуногенез, чаще в сторону угнетения. У животных организмов, облученных ЭМП, отягощается течение инфекционного процесса. Влияние электромагнитных полей высокой интенсивности проявляется в угнетающем эффекте на Т-систему клеточного иммунитета. Под действием ЭМП увеличивается выработка адреналина, активизируется свертываемость крови, снижается активность гипофиза.

Влияние на половую систему. Многие ученые относят электромагнитные поля к тератогенным факторам. Наиболее уязвимыми периодами являются обычно ранние стадии развития зародыша. Наличие контакта женщины с электромагнитным излучением может привести к преждевременным родам, повлиять на развитие плода и, наконец, увеличить риск врожденных уродств.

Ежедневно мы сталкиваемся с длительным воздействием электромагнитного излучения. Источники электромагнитного излучения являются самыми опасными, самый яркий представитель источника электромагнитного излучения — это компьютер. Электромагнитное поле, которое создает компьютер имеет сложный спектральный состав в диапазоне частот от 0 Гц до 1000 МГц, и в том числе мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана при любых положениях ПК не должна превышать 100 мкР/ч [16].

Пользователь ПК чаще всего лишен возможности работать на безопасном расстоянии, также чаще всего работник пренебрегает временем пользования компьютером. При работе с ПК через каждый час следует делать, перерыв на 10-15 минут.

Таблица 26 – Предельно допустимые уровни облучения

Напряженность	Время контакта
10 мкРВт/см <sup>2</sup>	8 часов
10-100 мкРВт/см <sup>2</sup>	Не более 2-х часов
100-1000 мкРВт/см <sup>2</sup>	Не более 20 минут

Методы защиты от облучения может быть: защита временем, защита расстоянием, экранирование источника излучения, снижение интенсивности излучения, экранирование рабочих мест;

### **СИЗ**

СИЗ расшифровывается как «средства индивидуальной защиты». Это средства, используемые работником для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения. Их применяют в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена иным образом (например, конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты).

К средствам индивидуальной защиты относятся:

- средства защиты органов дыхания (респираторы, противогазы, самоспасатели изготовленные из подручных средств, противопыльные тканевые маски и марлевые повязки),
- средства защиты кожного покрова (защитные костюмы, резиновые сапоги и др.),
- средства медицинской защиты (индивидуальная аптечка АИ-2, индивидуальный противохимический пакет, пакет перевязочный индивидуальный).

Средства индивидуальной защиты, используемые при работе: очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани.

### **Поражение электрическим током**

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место специалиста по охране труда в организации оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [17].

В помещении где работает специалист по охране труда применяются следующие меры защиты от воздействия электрического поля:

- Изоляция токоведущих частей;
- Применение защитных ограждений;

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- 2) проведение инструктажей и допуск к работе;
- 3) надзор во время работы.

Уровень напряжения для питания ЭВМ в данной аудитории 220 В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током помещение специалиста по охране труда в организации относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%).

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением, а также прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;

- ошибочное включение электроустановки;
- поражение шаговым напряжением и др.

Средствами коллективной защиты являются, согласно ПУЭ: защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности.

А средства индивидуальной защиты: Использование диэлектрических перчаток, использование изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, калоши, боты, подставки и коврики.

### **Освещенность**

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет выполнение работы, вызывает переутомление и психологическую нагрузку, увеличивает риск производственного травматизма. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме, ослаблением его реактивности, способствует развитию близорукости. Последствия недостойной освещённости рабочего места приводит работа при ограниченном спектральном составе света и монотонном режиме освещения, а сильно яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы.

Освещенность при работе с персональным компьютером должна быть 300-500 Лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%. При рядном размещении рабочих столов не допускается расположение экранов дисплеев навстречу друг другу из-за их взаимного отражения, в противном случае между столами следует устанавливать перегородки.

«Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий», который определяет наименьшую освещенность рабочих поверхностей в зависимости от



вида производимой деятельности и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [18], который нормирует параметры при работе за компьютером.

### Расчет искусственного освещения

Для общего освещения следует использовать люминесцентные лампы, так как они безопасны и экологичны, а для местного освещения или светодиодные, или люминесцентные.

Произведем расчет освещения для рабочего места специалиста по охране труда.

Размеры помещения:

- А (длина) – 6500 мм 7500
- В (ширина) – 6000 мм, 6000
- h (высота) – 4000 мм. 4000
- Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 800$  мм.
- Расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 600$  мм.

Расположение светильников отражено на рисунке.

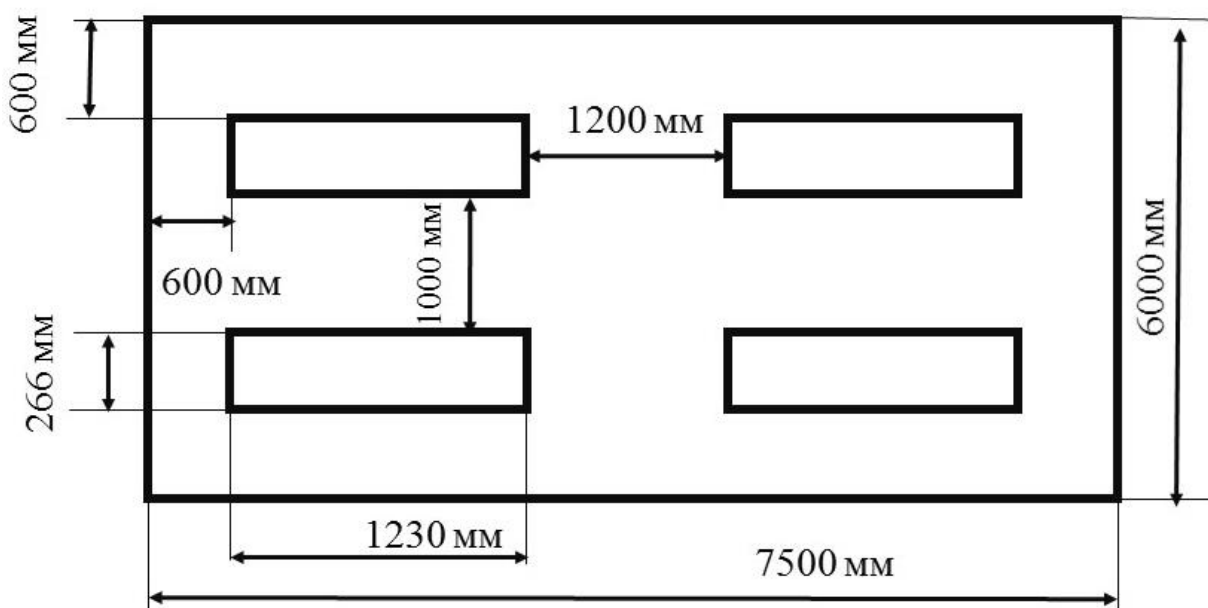


Рисунок 14 – Расположение светильников в помещении

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД-2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 80 Вт каждая, длина

светильника равна 1230 мм, ширина – 266 мм

Расчет светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = EN \times S \times K_z \times Z / N \times \eta, \quad (30)$$

Где,  $\Phi$  – световой поток, Лм

$EN$  – нормированная минимальная освещенность, Лк;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>

$K_z$  - коэффициент запаса;

$Z$  – коэффициент неравномерности (для люминесцентных ламп = 1,1);

$N$  – число ламп в помещении

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 4 - 0,8 - 0,6 = 2,6 \text{ м.}, \quad (31)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,66 = 3,7 \text{ м.}, \quad (32)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = B/L = 6/3,7 \approx 2 \text{ шт.}, \quad (33)$$

Число светильников в ряду:

$$Na = A/L = 7,5/3,7 \approx 2 \text{ шт.}, \quad (34)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 2 \cdot 2 \approx 4 \text{ шт.} \quad (35)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$7500 = 2 \cdot 1230 + L_1 + 2/3 L_1, \quad (36)$$

$$L_1 = 2,02, \quad (37)$$

$$l_1 = L_1/3 = 2,02/3 \approx 0,67 \text{ м} \quad 6000 = 2 \cdot 270 + L_2 + 2/3 L_2, \quad (38)$$

$$L_2 = 3, \quad (39)$$

$$l_2 = L_2/3 = 3/3 \approx 1 \text{ м}$$

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A+B)} = 1,25, \quad (40)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при  $\rho_{\text{п}} = 70 \%$ ,  $\rho_{\text{с}} = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,25$  равен  $\eta = 0,5$ . Количество ламп в 4 светильниках – 8.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

Делаем проверку выполнения условия:

Таким образом:  $-10\% \leq 7,1\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \times A \times B \times K3 \times Z}{N \times \eta} = 4640 \text{ лм}, \quad (41)$$

Делаем проверку выполнения условия:

Таким образом:  $-10\% \leq 10\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

## 5.2. ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ

Общая оценка пожарной опасности – анализ показателей объектов, веществ и материалов, использованных при возведении зданий и применяемых в технологическом процессе на производстве. Обязательна перед сдачей объекта в эксплуатацию, а также является частью плановых проверок предприятий.

Изучая НПБ 105-03 по взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания на категории А, Б, В, Г и Д.

Кабинет специалиста по охране труда относится к категории В-Горючие материалы в холодном состоянии (столы, стулья, шкафы, бумага). По степени

огнестойкости данное помещение сделано из кирпича, относится к 1-й степени огнестойкости.

При проведении исследований наиболее вероятной является возникновение пожара в помещении в отделе специалиста по охране труда. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

Перегрузка в электроэнергетической системе и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- Обучение в области пожарной безопасности;
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки [19].

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

«Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении

должны быть установлены дымовые оптикоэлектронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Кабинет специалиста по охране труда в АО «Теплый дом» оснащен первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт.

В организации АО Теплый дом имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения и обеспечить срочную эвакуацию сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

### **5.3 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Энергетика - одна из наиболее перспективных из базовых, жизнеобеспечивающих отраслей современного мирового хозяйства, уровень развития которой во многом определяет экономическую мощь нашей страны и ее геополитическую роль в мировом сообществе.

Энергетика является одним из самых крупных источников загрязнения окружающей среды. Характерная особенность технологии производства тепла и электроэнергии особенно в условиях дальнейшего роста мощностей оборудования – непрерывный сброс огромного количества тепла и вредных веществ в окружающую среду. Около 70% электроэнергии вырабатывается на тепловых электростанциях.

Теплоэнергетика остро нуждается в реализации новых идей и технологий. В современных условиях с применением научных разработок последних лет, путем внедрения и освоения новой техники, а также с помощью технического перевооружения электростанции могут выйти на новый уровень экологичности, значительно сократив количество выбросов и тепловое загрязнение.

На данный момент времени в нашей стране больше 60% ТЭС нуждаются в реконструкции оборудования, а также в проведении ряда мероприятий по

взаимному обмену опытом с зарубежными учеными в области тепловой энергетики. Необходимо сформировать единый энергетический механизм, на фундаменте которого можно будет планировать электро- и теплопотребление крупных областей.

Самое губительное воздействие на экологию ТЭС оказывают выбросами в атмосферу дымовых газов, сбросами в природные водоемы различных сточных вод и большого количества тепла.

Переработка оргтехники – особенно важная проблема для бюджетных организаций. Вышедшие из строя оргтехнику нельзя просто вывезти за пределы предприятия, поскольку они находятся на балансе и относятся к основным средствам. Кроме того, материнские платы и другие компоненты содержат драгоценные металлы, которые по закону обязательно должны быть учтены и проведены через бухгалтерию. Лучшее решение в данном случае — утилизация оборудования. После составления акта списания оргтехнику передают специализированной организации, которая отправит ее на переработку.

Переработка неисправной компьютерной техники позволяет избежать загрязнения окружающей среды токсичными отходами и вернуть в оборот некоторое количество серебра, золота, платины, палладия и других ценных элементов.

Также существуют определенные стандарты, которые нужно соблюдать при сортировке и утилизации офисной макулатуры и черновики. Это многоэтапный процесс, целью которого является восстановление бумажного волокна и некоторых других компонентов материала, необходимых для повторного использования. Поскольку разные виды бумаги в разной степени поддаются утилизации, использованная бумажная продукция собирается и отсортировывается, доставляется в соответствующие перерабатывающие предприятия.

Люминесцентные лампы считаются экономичными и энергосберегающими, что, несомненно, является плюсом, поскольку массовое

использование энергосберегающих ламп несколько снизит потребность в электроэнергии, но, с другой стороны, в люминесцентных лампах используется ртуть, что переводит отработанные лампы из обычных отходов в опасные, требующие специальной утилизации. Не работающие лампы немедленно после удаления из светильника должны быть упакованы в картонную коробку, бумагу или тонкий мягкий картон, предохраняющий лампы от взаимного соприкосновения и случайного механического повреждения. [20].

#### **5.4 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧС**

Одна из ключевых проблем, стоящих перед человечеством, – противоречие между потребностями социально-экономического развития и необходимостью сохранения среды обитания. Научно-технический прогресс не только способствует повышению производительности и улучшению условий труда, росту материального благосостояния и интеллектуального потенциала общества, но и приводит к возрастанию риска аварий больших технических систем. Последнее связано с усложнением их конструкции, увеличением их числа, ростом единичных мощностей агрегатов на промышленных и энергетических объектах, их территориальной концентрацией.

Для кабинета, находящейся в здании промышленного корпуса, наиболее вероятными и опасными являются следующие ЧС:

- Природные чрезвычайные ситуации;
- Техногенные чрезвычайные ситуации;

Из природных чрезвычайных ситуаций можно выделить метеорологические условия-сильные морозы, которые своего рода могут привести к авариям электроснабжения, теплоснабжения, водоснабжения, размораживание труб и другие. Для зимнего периода необходимо обеспечить производство: дизельные генераторы электрообогреватели, суточный запас питьевой и технической воды. Для предотвращения аварий необходимо осуществлять постоянные проверки, подготовить к использованию резервные

источники питания на объектах энергоснабжения, проводить обследование аварийно опасных участков электросетей и теплосетей, а также проводить инструктаж среди работников, о рисках возникновения ЧС данного характера и реагирования на него.

Из техногенных чрезвычайных ситуаций для рабочего места можно выделить терроризм или несанкционированное проникновение посторонних.

Для этого необходимо организовать антитеррористическую безопасность, которая включает в себя:

- охрану объектов института и доступ к ним;
- круглосуточный контроль за материальными и другими ценностями;
- обеспечение общественного порядка на территории института;
- проведение комплекса предупредительно-профилактических мероприятий по повышению бдительности, направленной на обеспечение безопасности обучающихся и работников;
- оборудование турникетов и шлагбаумов;
- установку охранной сигнализации и ее техническое обслуживание;
- приобретение системы видео наблюдения его монтаж и пуск;
- установка наружного освещения.

### **Вывод к разделу**

В разделе социальная ответственность были определены опасные и вредные факторы, которые присущи работе за компьютером специалиста по охране труда, проанализированы их воздействия на организм человека и возможные способы уменьшения этого воздействия. Также были определены пожарная и экологическая безопасность при работе с компьютером.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения исследовательской работы цель была достигнута, проведен анализ территориальных рисков на промышленной площадке объекта энергетики.

1. С помощью изученной информации, статистических данных и данных экспертной оценки, построили дерево отказов.

2. Изучив объект исследования произвели расчет взрыва газопровода, подающего топливо в котлоагрегат.

3. Подводя итоги полученных данных и информации предложили мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций и повышению безопасности объекта.

Безопасность объектов энергетики, таких как тепловые электростанции несут в себе стратегический характер, так как аварии могут повлиять на жизнедеятельность населения города. При разрушительных катастрофах потери могут быть как материальными, так и человеческими. Выброс при аварии может неблагоприятно повлиять на состояние окружающей среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации.
2. Тепловая электрическая станция — это очень просто: учеб. пособие / К.Э. Аронсон, Ю.М. Бродов, Н.В. Желонкин, М.А. Ниренштейн ; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.М. Бродова. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016.— 203, [1] с. ISBN 978-5-7996-1726-4
3. Отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2020 году.
4. Е.А. Панайотти, Д.В. Суржигов. Комплексная оценка условий труда и риска для здоровья работающих в основных цехах тепловых электростанций. — [Электронный доступ] — <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9444400>
5. Постановление Правительства РФ от 20 ноября 2000 г. N 878 "Об утверждении Правил охраны газораспределительных сетей".
6. Куркина Е. П. , Шувалова Д. Г..Оценка риска: экспертный метод.
7. ГОСТ Р 58730-2019. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы.
8. ГОСТ 12.0.230.4-2018. Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ.
9. О компании АО «Томская генерация. — [Электронный доступ] — <https://www.so-ups.ru/index.php?id=1384>
10. График ремонта основного оборудования ОАО «Территориальная генерирующая компания № 11» в 2009 году
11. Ремонт на ГРЭС-2. — [Электронный доступ] — <http://energo.tom.ru/media/news/17983/>

- 12.ГОСТ Р 54142-2010. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. методология построения универсального дерева событий.
13. СП 12.13130.2009. Расчет параметров взрыва.
- 14.А.С. Мальцев, Е.Г. Еремина, А.Д. Тлюстангелов. Мероприятия по предупреждению аварий на объектах промышленности.
- 15.Приказ Министерства энергетики РФ от 25 октября 2017 г. N 1013 "Об утверждении требований к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок "Правила организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики".
- 16.Приказ Министерства энергетики РФ от 22 сентября 2020 г. N 796 "Об утверждении Правил работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации".
- 17.ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности.
- 18.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов».
- 19.ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. «Защитное заземление, зануление»
- 20.ГОСТ 12.1.004-91, ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования

## Приложение А

### Analysis of territorial risks at the industrial site of an energy facility

**Студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM01	Мозговая Екатерина Ивановна		

**Руководитель ВКР:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Юлия Александровна	к.т.н., доцент		

**Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Ажель Юлия Петровна			

## INTRODUCTION

Human activity is inextricably linked with energy costs, thus energy is a branch of technology and the national economy associated with the receipt, transformation and transmission of energy. Modern energy is the main factor in the development of all components of a favorable life of society, at the same time; this industry harms the environment and humans. First, emissions from the activities of thermal energy and electric power have a global negative impact on the environment, on climate change.

Ensuring the safety of fuel and energy complex facilities is an urgent and important topic, since accidents at these facilities cause irreparable damage to both human life and the environment. According to experience, a person has repeatedly encountered similar accidents, correcting the situation is resource-intensive.

The purpose of the master's thesis is to analyze territorial risks at the industrial site of an energy facility.

Tasks are as follows:

1. To analyze the causes of the emergency (build a tree of events and a tree of failures).
2. To analyze territorial risks.
3. To propose measures to prevent emergencies and improve the safety of the facility.

## **TECHNOLOGICAL PROCESS OF THERMAL POWER PLANT OPERATION**

The operation of a thermal power plant is a complex process consisting of many cycles. Raw materials can be in different states, condition. The fuel is fed into the boiler or steam generator using blast mechanisms. Thermal power plants are supplied with gas from gas distribution stations through gas distribution points. The latter, together with the gas pipeline system, make up the gas economy of the thermal power plant. The fuel in the boiler burns and releases thermal energy needed for the further operation of the energy conversion cycle. The transformation of water into steam is one of the main processes of energy transfer. With the help of a feed pump, water is fed into the boiler, where it passes from a liquid state to a state of acute steam. After the transition, the steam acquires pressure parameters from 3 to 30 MPa and a temperature from 400 to 650 ° C.

Acquiring the necessary operating parameters, steam enters the steam turbine, where mechanical energy is converted into mechanical energy, then this energy rotates the turbine rotor and electrical energy is converted.

Steam from the turbine enters the condenser, cools and condenses during the cycle of energy transfer by steam and after passing all the transformations. After cooling by a condensate pump, water is supplied to the water treatment system. The cycle repeats after the condensate has been chemically cleaned. The source of cold water is a natural reservoir or an artificial reservoir, as well as cooling towers and splash pools.

It must be remembered that during this cycle, gaseous products of fuel combustion are formed, which are removed from the boiler unit by smoke pumps, after which they are released into the atmosphere through a chimney with a height, and solid particles are sent to the ash dump by the hydrosol removal system [1].

## **HAZARDOUS FACTORS IN THE OPERATION OF THERMAL POWER PLANTS**

The safety of the technological process at the facilities of the fuel and energy complex and its structures requires special attention due to possible damage to equipment and negative impact on the personnel of the thermal power plant, as well as adjacent areas of the urban environment.

Due to the presence of such negative factors affecting the human body, there is a need to reduce the effects of exposure to these dangerous. An urgent issue remains the development and implementation of measures that will reduce the risk of occupational injuries, not a small role is played by the certification of employees in the field of occupational safety and training in safe working methods.

### **Ensuring the safety of energy complex facilities**

The sustainable operation of energy facilities, the protection of society and the state is the main goal of ensuring the safety of these facilities.

Like many issues in the energy sector, ensuring the safety of the fuel and energy complex performs the following tasks:

1. Legislative regulation in the field of ensuring anti-terrorist protection of fuel and energy complex facilities;
2. Assignment to a certain category of objects of the fuel and energy complex;
- 3) Creation and fulfillment of the requirements for ensuring the safety of the fuel and energy complex;
4. Training of employees in safe working methods in the field of fuel and energy;
5. Conducting inspections to ensure the safety of facilities;
6. Improvement of regulatory, technical and legal documentation

## ANALYSIS OF THE CAUSES OF EMERGENCY SITUATIONS AT ENERGY FACILITIES

Accidents and major emergencies at fuel and energy facilities lead to serious losses, such as economic losses and human losses. In 2020, 21 accidents occurred on the territory of the Russian Federation in the field of energy. Of these, 18 accidents at electric power facilities, 2 accidents at heat supply and 1 accident at a hydraulic structure. During the same period of 2021, 29 accidents occurred in the field of energy, or rather thermal power plants. Of these, 22 accidents at power grid facilities, 2 at thermal power plants, 2 at thermal power plants. According to Rostekhnadzor statistics, it can be concluded that there is an increase in accidents for the same periods of different years by 38 percent [2].

Numerical statistics of the causes of accidents are shown in the figure.

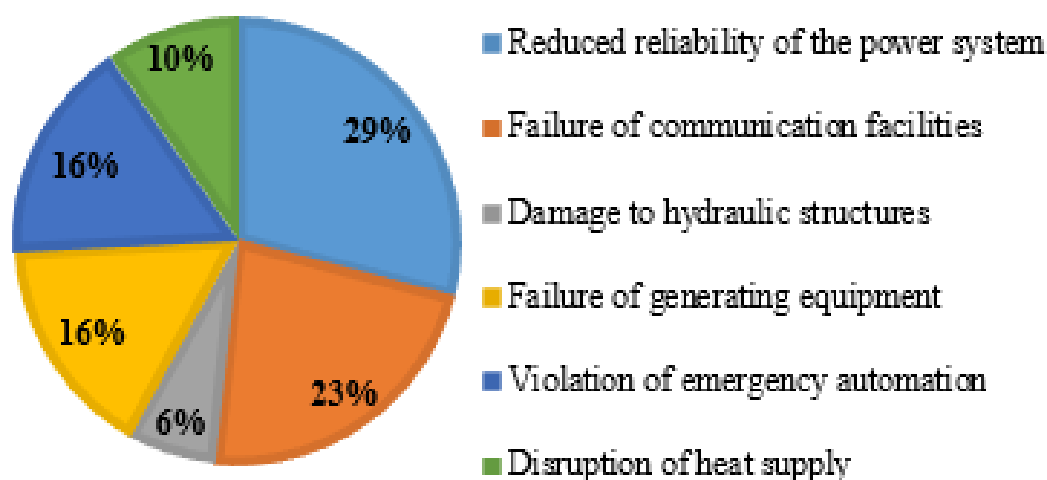


Figure 1 –. Causes of emergency situations at energy facilities

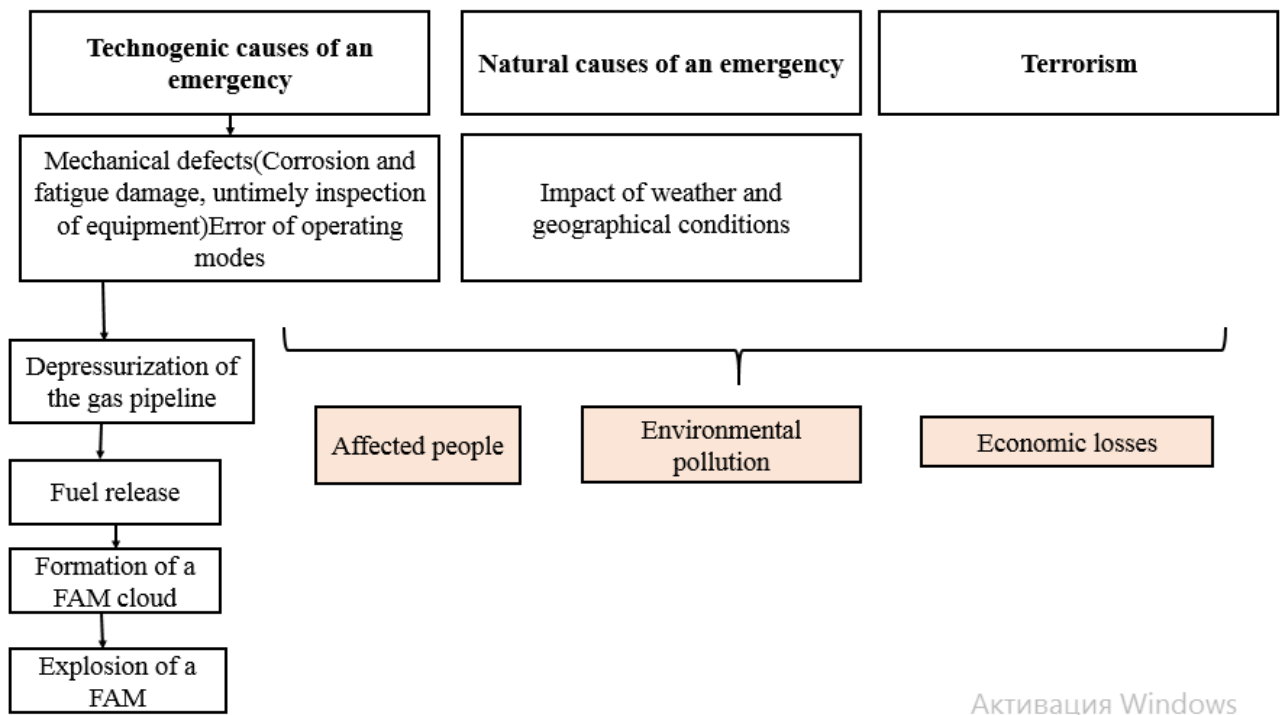
It is worth recalling that the reliability of the power system is understood as properties that are defined as the ability of the power system to perform functions for the production, transmission, distribution and supply of electric energy to consumers.

This is due to the following problems:

1. A sharp increase in the complexity of power systems;



2. Extreme operating conditions of many elements of power systems;
3. Increasing quality requirements;
4. Increasing the responsibility of the functions performed by the power system;
5. Full or partial automation, and as a consequence, the exclusion or reduction of direct human control of the operation of the power system and its elements [3].



**Figure 2 –. Block diagram of the causes and consequences of the accident**

Any accidents, especially man-made ones, carry irreparable harm. Accident prevention is an urgent problem today. Accidents at energy facilities, namely at thermal power plants, can become an emergency situation both local and regional.

Research in the field of safety at energy facilities is primarily the correct organization of industrial safety (organization of training, training and technical measures).

## **CHARACTERISTICS OF THE RESEARCH OBJECT**

JV "Zhara-2" (structural division of JSC "Warm House"). The existence of a thermal power plant began in 1945. The construction and operation of the station were necessary to ensure the operation of enterprises evacuated to the city.

The station has 6 turbines and 10 boilers. The main fuel is natural gas, the backup fuel is coal, and the kindling fuel is fuel oil. The installed electric capacity is 331 MW. The installed thermal capacity is 815 Gcal/h.

The power plant is located in the immediate city limits, occupying a vast territory in the southeast. From the north and west of the territory of the joint venture "Zhara-2" there is a residential zone, in the east, southeast and south of the territory of the joint venture "Zhara-2" there is an industrial and economic zone. It is also worth noting that four gas stations are located in the immediate vicinity of the research object from the south, west and north sides, which, in the event of an accident on the territory of the joint venture "Zhara-2", will pose a threat of secondary danger.

### **Ash dumps**

The ash dump was put into operation in 1986, and now 1251 thousand tons of waste have been accumulated on its area of 60.9 hectares.

### **Fuel**

The main type of fuel is gas. Until 1980, the station operated only on coal. Currently, the main fuel at the power plant is natural gas.

To consider the problem of accidents at thermal power plants, it is necessary to take all the components. The same danger carries not only equipment, but also fuel – methane.

Natural gas is the main fuel at many fuel and energy facilities. In liquefied form, it has a density of 400 to 500 kg / m<sup>3</sup>, an ignition temperature of about 650 degrees Celsius.

## **PROTECTION OF EMPLOYEES AT THE ENTERPRISE**

A system of legislative acts and corresponding socio-economic measures, mechanical, hygienic and organizational measures ensure the safety of maintaining human health and working capacity in the process of work.

With the development of thermal power plants, individual parts of technological equipment have become more advanced, and thermal power plants have become more complex. In these circumstances, control and measuring equipment and control devices have acquired special importance. The TPP provides training of the station's maintenance personnel with safe working methods. When applying for a job, each employee undergoes initial instruction, theoretical training courses, on-the-job briefings. When operating the equipment, all employees must be guided by the norms, rules, instructions and materials on labor protection and safety established in the energy enterprise system.

The main ones are:

- safety regulations for the operation of thermal mechanical equipment of power plants and heating networks.
- rules of technical operation of power plants and networks.
- safety rules in the gas industry.
- rules for the design and safe operation of pressure vessels.
- rules for the installation and safe operation of hot water and steam pipelines.
- fire safety regulations.

Persons over the age of 18 having special training, as well as medical commission's conclusion on the possibility of working at this enterprise are allowed to service the main equipment of the boiler turbine shop.

At all workplaces there are sets of necessary instructions, technological schemes, schedules for testing equipment, safe routes to bypass it.

Periodic work is carried out with the operating personnel aimed at developing error-free and correct actions in the event of an emergency, namely:

- conducting regular briefings;
- conducting emergency and fire prevention training
- analyzing personnel actions during training, indicating incorrect actions during the liquidation of the accident.

Repair work requiring preparation of the workplace is carried out according to the orders according to the PTB when working on thermal mechanical equipment, according to which the valves are closed (opened) and locked on a cable with a lock when the equipment is put into repair, after which posters are posted: "Do not close - people are working", "Do not open – people are working", depending on the requirements of the technological scheme.

When working in the internal elements of the boiler (drum, furnace, flues) or in fuel storage tanks, as well as in underground chambers, supply and exhaust ventilation must be provided. Portable lamps with a voltage of 12 V or 42 V lamps with an explosion-proof casing should be used for lighting.

For convenient and safe maintenance of boilers, turbines, and other equipment, permanent platforms and service ladders with handrails 1 m high are installed and a side covering at the bottom of 100 mm. The front platforms have railings on both sides. Platforms with a length of more than 5 m have at least two stairs located opposite.

To ensure normal working conditions and clean air in the boiler room and turbine shops, regulated natural air exchange-aeration is organized. The air exchange is regulated by transoms, through which cooler air enters from the outside, and the heated

air exits through reflectors on the roof of the building. Noise reduction in workshops is achieved by the following measures:

- installation of the units vibrating during the operation on separate foundations, so that vibration is not transmitted to other elements of the equipment.
- installation of turbine condensers on spring supports;
- suspension of the main pipelines on spring suspensions;
- balancing the rotors of rotating mechanisms;
- providing sound-proof plaster of walls and ceilings in the room of ventilation chambers.
- using of special sound-absorbing materials.

For work in the workshops, a combined working and natural and artificial is provided. Natural lighting is provided by side light through light openings in the exterior walls. In case of disconnection of artificial working lighting, emergency lighting is provided from an outside source - batteries [6].

During the research work, all the tasks were completed and the goal was achieved. The hazardous factors of the production environment of the site of the energy complex facility have been studied. The analysis of statistical data of accidents and emergencies in the field of energy security was carried out, and the parameters of the explosion of the tank feeding fuel to the boiler unit were calculated.

The main regulatory and technical documentation related to the safety of energy facilities, as well as the policy in the field of industrial safety for these facilities are considered. The main potential hazards of the technological process and measures of protection against them are described

When performing the calculation part, the task was set to calculate the parameters of the fuel explosion and the number of injured people at the thermal power

plant. The methodology and results of the calculation are described in the main part of the work.

The safety of energy facilities, such as thermal power plants, is strategic in nature, since accidents can affect the livelihoods of the city's population. In case of devastating disasters, losses can be both material and human. An accident release may adversely affect the state of the environment.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. State report on the state of energy conservation and energy efficiency improvement in the Russian Federation.
2. Ryzhkin V.Ya. Thermal power stations: Textbook for thermal power engineering. special universities. - M.-L.: Energia, 1967. - - 400 p.; reprinted 1976, the last - in 1987 - posthumous with the participation of V.Ya. Girshfeld, S.V. Tsarev, I.N. Tambieva, L.A. Richter, E.I. Gavrilova et al.
3. E.A. Panaiotti, D.V. Surzhikov. Comprehensive assessment of working conditions and health risks of workers in the main workshops of thermal power plants.
4. Report on the activities of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision in 2020
5. GOST R 58730-2019. Unified energy system and isolated power systems. Planning the development of power systems.
6. GOST 12.0.230.4-2018. The system of occupational safety standards. Occupational health and safety management systems. Methods of hazard identification at various stages of work.