

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Определение риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной УДК 614.8:621.182.2-62

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Гришкова Ангелина Вячеславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Гусельников М.Э.	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОКД	Авдеева И.И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2022 г.

Планируемые результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности
ОПК(У)-4	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ОПК(У)-5	Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе
ДОПК(У)-1	Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-9	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики
ПК(У)-10	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК(У)-11	Способность организовать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ПК(У)-12	Способность применять действующие нормативные правовые акты для

	решения задач обеспечения объектов защиты
ПК(У)-14	Способность определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду
ПК(У)-15	Способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации
ПК(У)-16	Способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов
ПК(У)-17	Способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска
ПК(У)-18	Готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 20.03.01 Техносферная безопасность
 _____ А.Н. Вторушина
 04.02.2022 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1E81	Гришковой Ангелине Вячеславовне

Тема работы:

Определение риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.01.2022 №12-30/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2022 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является опасный производственный объект с использованием газовой котельной.</p>				
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, проектирования, содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Выявление возможных причин возникновения аварий при эксплуатации газового оборудования; – построение «Дерева событий»; – расчет зон поражающих факторов при взрыве на предприятии с газовыми котельными; – разработка мероприятий по снижению риска возможных аварий. 				
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>					
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th align="center">Раздел</th> <th align="center">Консультант</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Раздел	Консультант		
Раздел	Консультант				

Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н.		04.02.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е81	Гришкова Ангелина Вячеславовна		04.02.2022 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.04.2022	Обзор технических требований и требований безопасности к эксплуатации газовых котельных	20
05.05.2022	Анализ действий в случае возникновения аварийных ситуаций на газовых котельных установках	10
12.05.2022	Анализ возможных аварийных ситуаций и составление дерева событий	15
19.05.2022	Расчет риска аварии и разработка мероприятий по снижению риска аварий	25
25.05.2022	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
07.06.2022 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Гусельников М.Э.	к.т.н.		04.02.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1E81		Гришковой Ангелине Вячеславовне	
Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Определение риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение	<p><i>Объект исследования:</i> определение риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной</p> <p><i>Область применения:</i> энергетика, электростанции</p> <p><i>Рабочая зона:</i> оператор газовой котельной установки</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 4*8 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> газовая котельная установка</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> обслуживание котлов, работающих на газообразном топливе, теплосетевых бойлерных установок или станций мягкого пара, расположенного в зоне обслуживания агрегатов; регулирование работы (нагрузки) котлов</p>
-----------------	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации	<p>ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля;</p> <p>Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов";</p> <p>Приказ от 24 марта 2003 г. № 115 "Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок";</p> <p>СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализация редакции СНиП II -35-76;</p> <p>ТК РФ от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 25.02.2022), часть V, раздел XIII, глава 57, статья 366.</p>
2. Производственная безопасность при эксплуатации:	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поражение электрическим током; 2. Термические ожоги; 3. Движущиеся машины и механизмы. <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны; 2. Повышенная температура воздуха рабочей зоны; 3. Недостаточное освещение; 4. Повышенный уровень шума; 5. Повышенная вибрация (общая); 6. Задымленность воздуха; 7. Патогенные микроорганизмы (грибы) и продукты их жизнедеятельности. <p>Психофизические факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические перегрузки; 2. Умственное переутомление;

	<p>3. Эмоциональное переутомление;</p> <p>4. Монотонность труда.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: использование защитных костюмов, виброизолирующие рукавицы, перчатки с полимерным покрытием, средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее, наушники, щиток защитный лицевой, оградительные устройства, вентиляции и очистки воздуха, глушители шума.</p>
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	<p>Воздействие на селитебную зону: экологически опасная зона при аварии, требуется СЗЗ – от 300 м.</p> <p>Воздействие на литосферу: загрязнение почвы от выбросов вредных веществ</p> <p>Воздействие на гидросферу: сброс охлаждающей воды при использовании в качестве охладителя рек, озер, прудов</p> <p>Воздействие на атмосферу: выбросы из вентиляционных систем огромного количества вредных веществ (NO₂, NO, CO, SO₂ и др.)</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Природные катастрофы (цунами, наводнение, ураган и т.д.)</p> <p>Геологические воздействия (землетрясение, обвалы, сель и т.д.)</p> <p>Техногенные аварии (пожар, взрыв, неисправности в работе регуляторов давления газа, разрушения здания котельной)</p> <p>Наиболее типичная ЧС: взрывы и пожары газовых котельных установок</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
01.03.2022	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОКД	Авдеева Ирина Ивановна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Гришкова Ангелина Вячеславовна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1E81	Гришковой Ангелине Вячеславовне

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.30.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Определение риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя – 30000 руб. Оклад инженера – 7000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 1,3%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ разработанной стратегии
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Определение структуры работы. Расчет трудоемкости выполнения работ. Подсчет бюджета исследования
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	4.03.2022
---	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	Д.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Гришкова Ангелина Вячеславовна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Определение риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной» состоит из текстового документа на 82 с., 5 рис., 27 табл., 32 источника.

Ключевые слова: ГАЗОВАЯ КОТЕЛЬНАЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА, ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ, АВАРИЯ.

Объектом исследования является: безопасность эксплуатации газовых котельных.

Цель работы – снижение вероятности аварий при эксплуатации газовой котельной.

В процессе исследования проводились: изучение устройства газовых котельных, обзор нормативной литературы, построение дерева событий и дерева отказов при авариях на газовых котельных, расчет риска разгерметизации газового оборудования, расчет риска взрыва на газовой котельной.

В результате исследования были разработаны снижающие риск мероприятия.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Предложены организационные мероприятия, которые обеспечивают максимальное отношение величины снижения риска к затратам на реализацию этих мероприятий.

Область применения: результаты могут быть использованы при эксплуатации газовых котельных.

Экономическая эффективность/значимость работы: обеспечение безопасной эксплуатации газовых котельных является важным шагом при предотвращении ЧС, снижении экономического ущерба в результате ЧС и обеспечении устойчивого жизнеобеспечения населения.

В будущем планируется продолжить исследования при обучении в магистратуре.

Список сокращений

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЧП – чрезвычайное происшествие;

ТВС – топливно-воздушная смесь;

УВВ – ударная-воздушная волна;

АОГВ – аппарат отопительный газовый водонагревательный;

КЧС и ОПБ – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности;

ТЭК – топливно-энергетический комплекс;

ГВС – горячее водоснабжение;

КПД – коэффициент полезного действия.

Оглавление

Введение	14
1 Требования безопасности эксплуатации газовых котельных установок	15
1.1 Общие сведения о котельных установках	15
1.2 Классификация газовых котельных.....	16
1.3 Принцип работы котельных	17
1.4 Нормы безопасности при эксплуатации	19
2 Анализ действий в случае возникновения аварийной ситуации на газовых котельных установках	21
2.1 Технические требования к газовым котельным	21
2.2 Технические средства обеспечения безопасности эксплуатации газовых котельных.....	22
2.3 Организация взаимодействия сил и средств	27
2.4 Порядок действий в случае аварии на газовых котельных	27
3 Расчет риска аварии и разработка мероприятий по предупреждению ЧС	30
3.1 Возможные причины возникновения аварий на газовых котельных	30
3.2 Расчет риска разгерметизации оборудования (построение «Дерева событий»).....	31
3.3 Определение зон действия поражающих факторов	36
3.4 Разработка мероприятий по снижению риска возможных аварий	38
4 Социальная ответственность	40
Введение	40
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	40
4.1.1 Правовые нормы трудового законодательства	40
4.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны	41
4.2 Производственная безопасность	42
4.3 Экологическая безопасность.....	49
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	51
Вывод.....	53
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	54
Введение.....	54

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	54
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	54
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений	55
5.1.3 SWOT-анализ.....	58
5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	61
5.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию	63
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	63
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	64
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	66
5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	69
5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	69
5.3.2 Основная заработная плата исполнителя темы	70
5.3.3 Расчет дополнительной заработной платы	72
5.3.4 Амортизация основных фондов	72
5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды	73
5.3.6 Накладные расходы	74
5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	74
5.4 Определение эффективности исследования	75
Вывод.....	77
Заключение	79
Список литературы	80

Введение

В настоящее время из-за дешевого топлива, простой эксплуатации и высокой эффективности газовые котельные являются востребованными установками. Однако широкое применение газового топлива на производстве может привести к непредвиденным аварийным ситуациям. Из-за некачественного монтажа и ремонта оборудования, коррозии, личных ошибок или внешних факторов на предприятии могут возникнуть аварийные ситуации. По статистике примерно 80-85% аварий связаны со взрывами и пожарами, которые произошли в котельных из-за высокого давления или повреждения газопровода что привело к утечке газа. Взрывы и пожары обычно возникают при утечке газа из-за искр, которые в свою очередь возникают при коммутации электрических цепей или взаимодействии с твердыми телами на поверхности металлов и грунта. Такие аварии принято относить к чрезвычайным ситуациям, так как они могут привести к человеческим жертвам, значительным материальным потерям, нарушению жизнедеятельности людей, глобальному экологическому ущербу. Данная проблема в настоящее время является актуальной.

Цель выпускной квалификационной работы – снижение вероятности аварий при эксплуатации газовой котельной.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- выявление возможных причин возникновения аварий при эксплуатации газового оборудования;
- построение «Дерева событий»;
- расчет зон поражающих факторов при взрыве на предприятии с газовыми котельными;
- разработка мероприятий по снижению риска возможных аварий.

1 Требования безопасности эксплуатации газовых котельных установок

1.1 Общие сведения о котельных установках

Преобразование топлива в энергию с помощью совокупности различных устройств в одну систему образуют котельную установку [1].

К основным устройствам котельной относятся:

- котлы;
- газоходы;
- топки;
- дымовые трубы.

Вспомогательные устройства:

- насосы для подачи воды в котел;
- вентиляторы для «подкачки» воздуха в топку;
- очистительные устройства для воды;
- воздухоподогреватель;
- водонагреватель;
- золоуловители (только для твердого топлива: дрова, уголь и др.),

которые очищают отходящие газы и снижают вредные выбросы в атмосферу.;

- оборудование для подачи топлива;
- оборудования для подготовки пыли;
- другие устройства автоматики и управления, которые нужны для

нормального функционирования всей котельной системы.

Федеральный закон от 02.06.2016 №170-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"» уточняет требования к эксплуатации газовых котельных. В данном законе говорится о том, что работающие под давлением природного газа или сжиженного углеводородного газа до 0,005 мПа включительно сети газораспределения и сети газопотребления подлежат исключению из государственного реестра опасных производственных объектов

в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, или по результатам проведения мероприятий по контролю в отношении организаций [2].

1.2 Классификация газовых котельных

Газовые котлы – это отопительные устройства, передающие энергию теплоносителю. Эта энергия возникает в результате сгорания газового топлива.

Газовые котлы классифицируются по различным критериям.

1) По выходному продукту:

- **Водогрейные.** У данных котлов основная цель – это нагреть воду под давлением. Температура, как правило, в водогрейных котлах может достигать отметки 100-150°С.

- **Паровые.** Они предназначены для того, чтобы нагреть пар. Также в свою очередь паровые котлы делятся на:

- промышленные агрегаты – производят насыщенный пар для технологических процессов на предприятии;

- энергетические котлы – служат для выработки перегретого пара.

2) По температурному режиму:

- **Низкотемпературный.** Теплоноситель нагревается до 115°С.

- **Высокотемпературный.** В таких котлах теплоноситель имеет температуру свыше 115°С и достигает до 150°С.

3) По способу установки:

- **Установка на крыше.** На различных производственных объектах отопительное оборудование в основном устанавливается на крыше.

- **Встроенная котельная.** Она может устанавливаться в помещении, точнее внутри здания.

- **Транспортабельная установка.** Эти котельные находятся в аварийном состоянии и полностью укомплектованы на заводе. Транспортировка данных установок осуществляется только при установке их на шасси, прицепе и т.д.

- Блочно-модульная газовая котельная. Этот класс установок монтируется вместе с помещением специальных модулей.

1.3 Принцип работы котельных

На рисунке 1 приведена схема отопительной котельной с водогрейными котлами.

Планировка котельной полуоткрытая: нижняя часть котлов (до 6м высоты) находится внутри здания, верхняя – снаружи.

Котлы могут работать на жидком и газообразном топливе. Они соответственно оснащены горелками и форсунками (3). Воздух, необходимый для горения, подается в топку четырьмя вентиляторами с электроприводом. Каждый котел оборудован двенадцатью вентиляторами и горелками. От электродвигателя с помощью насосов подается вода в котел. Пройдя через поверхность нагрева, вода нагревается и поступает к потребителям. Где отдает часть тепла и возвращается в котел с более низкой температурой. Выхлопные газы котла через трубу (2) выбрасываются в атмосферу.

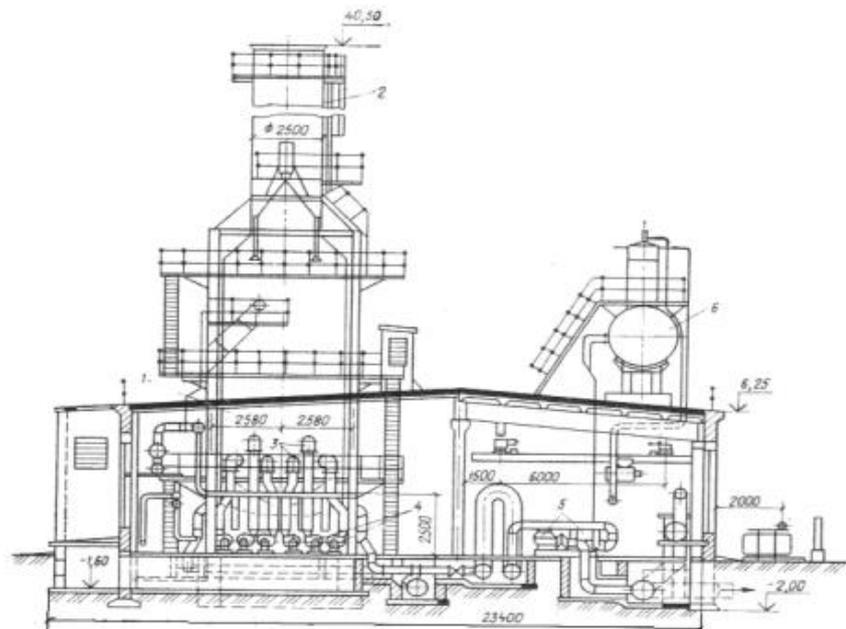


Рисунок 1 – Схема котла, оборудованного водогрейными котлами

Котельная с паровыми котлами имеет планировку закрытого типа. Все основное оборудование котельной находится в здании. На рисунке 2 представлена схема установки котла.

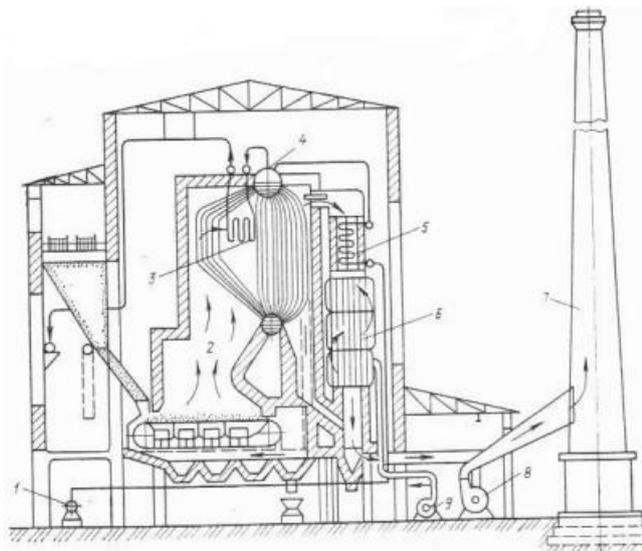


Рисунок 2 – Схема паровой котельной

Паровой котел (4) имеет два барабана — верхний и нижний. Когда работает котёл, нижний барабан наполняется водой, верхний барабан снизу также заполняется водой, а вверху при этом насыщается паром. Твердое топливо сжигается в печи (2) с помощью механической колосниковой решетки. Она расположена внизу котла. При сжигании жидкого или газообразного топлива вместо колосника устанавливают форсунки или горелки, через которые топливо поступает в топку вместе с воздухом. Котел огорожен кирпичными стенами. Эти стены предназначены для огораживания и защищают котел от огнестойкости.

Данный рабочий процесс в котельной можно представить следующим образом. С помощью ленточного транспортера топливо из топливного бака доставляется в бункер. Затем оно поступает на колосниковую решетку, где сгорает. При сгорании топлива образуются выхлопные газы — продукты сгорания сгорают. Топочные газы поступают в газопроводы котла через футеровку и специальные перегородки в трубных пучках. При движении газы омывают пучки котловых труб пароперегревателя (3). Затем проходят через экономайзер (5) и воздухонагреватель. Где охлаждаются за счет подвода тепла к воде, поступающей в котел, и подаваемого в котел воздуха. Охлажденные отработанные газы удаляются в атмосферу через дымовую трубу (7) посредством дымососа (8.) Вода из источника водоснабжения к

водосберегателью поступает в подводящий трубопровод насосом (1). Затем после нагрева поступает в верхний барабан котла. Из верхнего барабана котла вода по трубам спускается в нижний барабан. Откуда снова поднимается в верхний барабан по пучку труб слева. При этом вода испаряется, а образующийся пар собирается в верхней части верхнего барабана. Затем пар поступает в пароперегреватель (3). Здесь он полностью высыхает за счет тепла отходящих газов. Вследствие чего приводит к повышению температуры.

Пар из пароперегревателя поступает в главный паропровод. И после этого – к потребителю. После того как пар был использован, он конденсируется и возвращается в котельную в виде горячей воды (конденсата). Потери конденсата у потребителя восполняются водой из водопровода или других источников водоснабжения [3].

1.4 Нормы безопасности при эксплуатации

Эксплуатация газовых котлов имеет множество преимуществ, но не стоит забывать об одном существенном недостатке – опасности данного оборудования. Это связано с использованием легковоспламеняющихся веществ, которые представляют определенный риск.

Пожар или взрыв могут быть вызваны утечкой газа (выбросом). Риск возникновения непредвиденных ситуаций во время эксплуатации очень высок.

Во избежание появления этих рисков, проектированием газовых котлов должны заниматься квалифицированные специалисты, имеющие на это лицензию, т.е. лицензию на данную категорию работ «под ключ».

Лицензия обязательна, так как является гарантией качества установки. Проектированием занимаются инженеры, согласно правилам СНиП.

Перед установкой в обязательном порядке необходимо получить лицензию на эксплуатацию газового котла и все необходимые сертификаты. Все это контролируется государством, так как это оборудование очень опасно при неправильной установке и эксплуатации. Все агрегаты в котельной должны иметь паспорт безопасности.

Если комплектация, категория оборудования и лицензия позволяют использовать несколько видов топлива, то согласно СНиП во избежание опасных ситуаций должна проводиться проверка промышленной безопасности данной категории оборудования. Также во избежание опасности проверяется персонал, занимающийся обслуживанием агрегатов.

2 Анализ действий в случае возникновения аварийной ситуации на газовых котельных установках

2.1 Технические требования к газовым котельным

Газовые котельные с мощностью свыше 60 кВт по требованиям должны иметь отдельное помещение. Для котла меньшей мощности не нужна отдельная «жилплощадь». Помещение, в котором устанавливается котел, должно отвечать многим важным пунктам [4]:

- объём воздуха — от 15 м³;
- мощная система вентиляции;
- наличие открывающегося окна или створки окна;
- высота потолков — от 2,5 м.

Требования к помещению с газовым котлом такие же, как и к обычному помещению, где находится котел, но стены должны быть пожаробезопасными.

Стоит отметить, что требования к газовому котлу разнятся в зависимости от производительности оборудования.

Строительство котельной начинается с консультации профессионала. Затем можно переходить к проектированию. После закупки оборудования выполняются монтажные работы, пуско-наладка и постановка на учет вновь построенной котельной в компетентных органах.

Проектирование, строительство и монтаж газовых котлов допускается только теми органами, которые имеют лицензию. Требования к газовой котельной. Во многом они зависят от того, как, где и для каких целей устанавливаются котлы.

В зависимости от потребностей заказчика технические характеристики могут варьироваться, но требования к газовой котельной всегда остаются неизменными:

Помещение. Высота потолка должна быть не менее 2,5 м. Самым главным требованием к газовому котлу в отдельном помещении является его огнестойкость. Стены, пол и потолок необходимо отделать негорючим материалом. Для стен, например, идеально подойдет керамическая плитка, для

полов – бетон. Ширина дверного проема не менее 0,8 м, а размер окна – 0,3 м³ на каждые 10 м³ помещения.

Вентиляция. Свежий воздух может подаваться либо через вентиляционную систему, подключенную к отапливаемому зданию, либо с улицы.

Дымоход. Дымоход должен быть герметичным, не выходить ниже конька крыши – только тогда будут созданы необходимые условия для правильного вывода продуктов горения наружу.

Установка котла. Котел можно устанавливать вдали от всех источников тепла, не менее 10 см от стены и открывать с любой стороны.

Следует учитывать, что газовый котел работает довольно громко, поэтому его часто сооружают или устанавливают там, где он не мешает.

2.2 Технические средства обеспечения безопасности эксплуатации газовых котельных

Основные требования к устройству и эксплуатации газовых котельных установок определены и представлены в нормативных документах. Нормативные документы закладывают правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлены на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение возможности выявления и ликвидации аварий организациями, эксплуатирующими опасные производственные объекты.

Также при проектировании и строительстве новых и реконструируемых газораспределительных систем, предназначенных для обеспечения природным и сжиженным углеводородным газом потребителей установлены строительные нормы и правила, содержащие обязательные технические требования.

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана:

- должна иметь лицензию на осуществление определенного вида деятельности в области охраны труда с разрешением в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- допускать к работе на опасном производственном объекте лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;
- обеспечивать проведение подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности;
- иметь на опасном производственном объекте нормативные правовые акты, устанавливающие требования промышленной безопасности, а также правила ведения работ на опасном производственном объекте;
- организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;
- обеспечивать наличие и функционирование необходимых приборов и систем контроля за производственными процессами в соответствии с установленными требованиями;
- осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте, оказывать содействие государственным органам в расследовании причин аварии;
- принимать меры для обеспечения защиты жизни и здоровья людей в случае аварии на опасном производственном объекте [5].

Современные модели котельных оснащены устройствами, обеспечивающими:

- 1) отключение подачи газа при угасании пламени;
- 2) устройства, отключающие подачу газа при отключении электроэнергии;
- 3) устройства, отключающие подачу газа в случае перегрева, отключение подачи газа при нормальном удалении продуктов сгорания вызывает недоумение.

Системы, которые препятствуют подаче газа в случае затухания или отсутствия пламени. Подавляющее большинство устройств можно условно разделить на используемых компонентов - энергонезависимые (капиллярные) и энергонезависимые - ионизационные.

Капиллярные, первого типа можно встретить как в энергонезависимых устройствах, так и в частях оборудования, подключаемых к сети электроснабжения. Принцип работы достаточно прост - в рабочем факеле пламени (или в пламени горелки) находится медный цилиндр со специфическим рабочим веществом, от которого к газовому клапану отходит тонкая медная трубка (капилляр). Пока рабочее тело охлаждается в цилиндре, подача газа осуществляется только в ручном режиме. Поэтому для основного розжига рабочего фитиля мы должны перевести газовый кран в режим розжига, нажать и удерживать кнопку некоторое время (30-50 секунд), при этом поджигая фитиль. Как только рабочее тело в капилляре расширится, расширится газ. Он откроет газовый клапан и топливо в горелку будет подаваться автоматически. После того, как фитиль погаснет (погаснет пламя или на некоторое время прекратится подача газа), охлажденный капилляр не позволит снова подавать газ. Таким образом, полное открытие газового клапана происходит в зоне наличия пламени фитиля. Отсюда следует, что при отсутствии пламени накопление взрывоопасной смеси внутри устройства невозможно. Такие схемы наиболее распространены и встречаются на большинстве газовых водонагревателей, АОГВ и т.п. Когда пламя гаснет, подача газа обычно продолжается в течение короткого времени (10-20 секунд) после того, как пламя погаснет.

Ионизация, второй тип устройства защиты. Это метод контроля наличия пламени, получивший широкое распространение в последнее десятилетие. В настоящее время его используют подавляющее большинство настенных и напольных котлов, использующих газ, некоторые модели современных газовых водонагревателей с электроподжигом и другое современное оборудование, использующее газ. Естественной основой является то, что электрическое

сопротивление пламени (плазменная среда) стремится к нулю. Поэтому в пункте управления горелкой имеется один или два электродных гвоздя, автоматика прибора подает на них небольшой ток и измеряет сопротивление. Если пламени нет, сопротивление стремится к бесконечности (воздух), ток не течет. Как только контрольные электроды оказываются на пламени - сопротивление стремится к нулю, ток увеличивается до номинального значения, автоматика получает информацию о наличии пламени. В отличие от первого типа, второй не предполагает постоянного наличия какого-либо предохранителя горения, автоматика постоянно следит за наличием пламени, розжиг осуществляется автоматически электросистемой. При угасании пламени автоматика большинства устройств пытается несколько раз повторить циклы розжига и при безуспешных попытках устройство полностью блокируется, автоматика выдает пользователю сигнал об ошибке устройства [6].

Системы предотвращения подачи газа в случае отключения электроэнергии. Они применяются только для бортового оборудования, для работы которого требуется подключение к сети. Работа этих устройств осуществляется встроенными автоматическими регуляторами, при отключении электроэнергии нормально закрытый газовый клапан также полностью закрывается при отсутствии электропитания.

Системы отключения газа горелки в случае перегрева. Для предотвращения перегрева в целом газовые горелки также оснащены гидроблоком, который в зависимости от количества воды, протекающей через устройство, также регулирует объем подачи газа. Низкий расход - меньше, большой расход – больше газа. Однако во избежание сильного перегрева существуют термостаты (капиллярные или биметаллические), которые в случае чрезмерной температуры размыкают электрическую цепь (биметаллические) или механически (капиллярные) перекрывают подачу газа. Эти устройства присутствуют на всех устройствах.

Кроме того, оборудование, использующее газ, должно быть оснащено: манометрами, термометрами, предохранительными клапанами.

Манометр должен быть установлен в штуцере или в воздуховоде между резервуаром и запорной арматурой. Манометры должны иметь класс точности не ниже: 2,5 – при рабочем давлении сосуда до 2,5 МПа (25 кгс/см²), 1,5 – при рабочем давлении сосуда выше 2,5 МПа (25 кгс/см²). Манометр необходимо выбирать по такой шкале, чтобы предел рабочего давления находился во второй трети шкалы. Он должен быть расположен так, чтобы показания были хорошо видны обслуживающему персоналу [7].

Газовые приборы должны быть оборудованы предохранительным устройством, не допускающим повышения давления выше допустимого уровня.

Они делятся на:

- пружинные предохранительные клапаны;

При нормальном рабочем давлении золотник прижимается к седлу (канал опорожнения рабочего органа закрыт). Если давление повышается выше установленного, на золотник начинает действовать встречная сила. Она сжимает пружину, и золотник поднимается. После этого открывается проход для сброса рабочего органа. Когда давление начинает снижаться, золотник под действием пружины вдавливается обратно в седло, останавливая выпуск средства.

- рычажно-грузовые предохранительные клапаны;

Рычаг является основным элементом этих клапанов. На нем подвешивается груз (отягощение) и закрепляется стопорным винтом. Открытие устройства зависит от положения утяжелителя: чем дальше находится груз на рычаге и чем больше его вес, тем большее усилие требуется для работы устройства. Таким образом, в грузовых рычажных предохранительных клапанах усилие груза, идущее от рычага к штоку, нейтрализует давление рабочего органа, создающего усилие на золотник.

- импульсные предохранительные устройства;

Данное устройство, связано с предохранительной арматурой трубопроводов, представляющее собой комбинацию двух или более предохранительных клапанов. Один из них (основной), устанавливается в

магистраль, бак или емкость. Он снабжен поршневым приводом, а второй (импульсный), с меньшей площадью проходного сечения, служит контролем.

- другие устройства, применение которых согласовано с Госгортехнадзором России.

2.3 Организация взаимодействия сил и средств

Взаимодействие сил и средств организовано согласно плану мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера.

В работах по ликвидации аварий и их последствий участвуют бригады ООО «Газпром Газораспределение Томск» и оперативные группы Томск ГО и ЧС.

Непосредственный контроль за локализацией (ликвидацией) ЧС возлагается:

- при авариях (без пожара, а также после ликвидации пожара) – на старшего смены дежурного персонала энергоцентра, либо его заменяющего сотрудника;

- при пожарах – на руководителя тушения пожара;

Общее руководство по координации сил и средств, которые они обеспечивают при ликвидации аварии возложена на председателя КЧС и ОПБ компании.

Представители всех организаций на месте аварии помогают друг другу и предоставляют необходимую информацию.

При проведении совместных тренировок оценку действиям сотрудников городских служб дает руководитель оперативной группы Томск ГО и ЧС.

2.4 Порядок действий в случае аварии на газовых котельных

При получении аварийного сигнала обслуживающий персонал:

- составляет общее представление о том, что произошло;
- докладывает о происшествии вышестоящему руководству;

- обнаруживает место, характер и степень повреждения и деактивирует его поврежденное оборудование;

- исключает риск для персонала и систем вплоть до их окончательного отключения.

Если во время чрезвычайной ситуации невозможно чтобы оборудование продолжало работать, оно должно быть выключено.

При утечке газа через неплотности в газовых трубах или арматуре, через трещину в сварке, через вышедшие из строя фланцы, течи заливных коробок и т.д. должны быть приняты меры для предотвращения взрыва или возгорания газа. Для этого поврежденный участок газопровода необходимо отключить, двери здания открыть и в помещении создать усиленную вентиляцию в зоне течи. При работе в зоне газораспределения необходимо прекратить использование электроприборов, осуществить активацию и тушение оборудования, не допускать выполнения огневых работ до полного удаления газа. Прекращается вход людей в зону газораспределения, определяется степень загрязнения газами в недостаточно проветриваемых помещениях, принимаются меры по устранению повреждений газопровода.

Когда давление газа падает до уровня защиты – котлы останавливаются. После ликвидации аварии, если систему газоснабжения не удастся восстановить, то котлы работают на аварийном топливе.

Ответственный за газ привлечет к ликвидации ЧП необходимый персонал энергоцентра, других сотрудников предприятия и спасателей.

Если в результате ЧС пострадали люди, необходимо вызвать скорую помощь и оказать первую помощь пострадавшему.

После ликвидации аварии ответственный за газ самостоятельно составляет более подробную объяснительную записку. В ней указывает своё видение появления, развития, хода ЧС, и описывает собственные действия по устранению аварийной ситуации.

После устранения взрывоопасности необходимо привести газопроводы и газовое оборудование в надлежащее техническое состояние. Начало

эксплуатации восстановленной котельной обязательно осуществляется только с разрешения соответствующих органов.

3 Расчет риска аварии и разработка мероприятий по предупреждению ЧС

3.1 Возможные причины возникновения аварий на газовых котельных

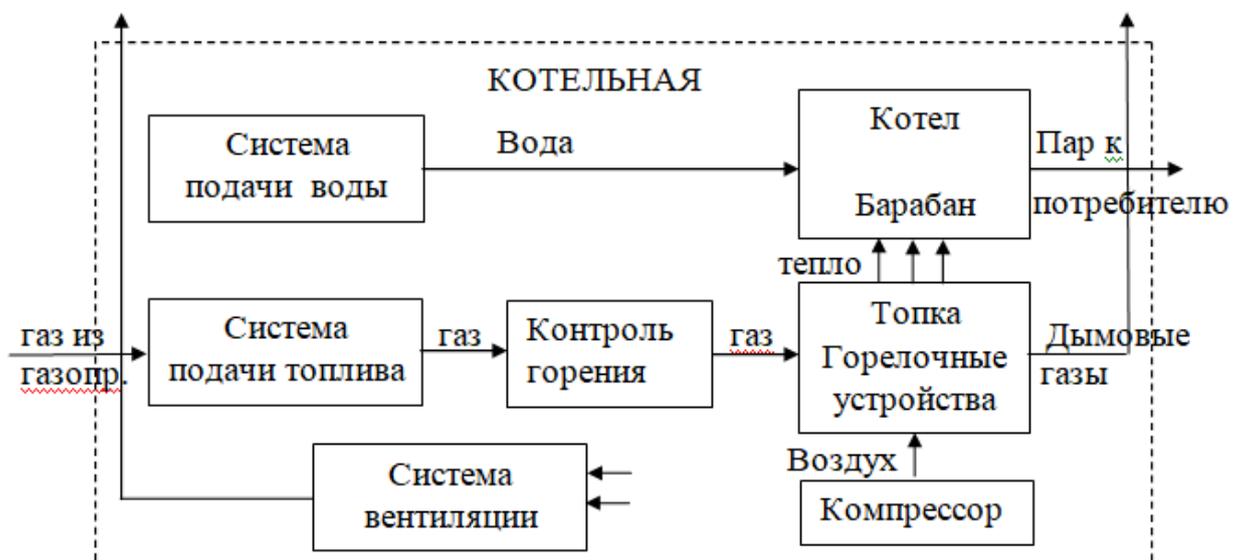


Рисунок 3 – Функциональная схема газовой котельной

Анализ литературы позволил выявить наиболее частые причины аварий на газовых котлах:

1. Из-за ненадлежащего режима воды. Аварии паровых котлов происходят при заливе в котел неочищенной воды. В дальнейшем это приводит к образованию известкового налета на трубах котла. Также стоит отметить, что известковый налет может привести к перегреву и повреждению котла, а это в свою очередь может привести к травмам.

2. Из-за щелочной коррозии металлов. Они могут возникнуть в результате одновременного воздействия локальных напряжений вблизи или выше предела текучести и щелочно-агрессивной котловой воды. Данная авария возникает при концентрации щелочи более 100 г/л, т. е. 10% растворе. Это усугубляется, если внезапно изменяется режим работы котлов.

3. Из-за превышающего рабочего давления. Эта авария возникает по следующим причинам: выход из строя или отсутствие манометров на сливных кранах, предохранительных клапанах, их умышленное защемление или

отсутствие регулировки на допустимое давление; работа котла при высоком давлении.

4. Из-за износа их элементов. Они в свою очередь происходят при нарушении или игнорировании требований правил безопасной эксплуатации котлов. Также из-за отсутствия профилактических работ и замены дефектных узлов, деталей, приборов и устройств контроля.

3.2 Расчет риска разгерметизации оборудования (построение «Дерева событий»)

Практика эксплуатации газовых установок показывает, что при повреждении отдельных элементов системы выходящий газ может легко воспламениться. После чего он начинает интенсивно гореть. Отсюда газ воспламеняется, но взрыва нет. Это можно объяснить тем, что взрывоопасный газ в смеси с воздухом, т.е. газоздушная смесь, горит только при строго определенном соотношении концентраций. Смесь не может взорваться или сгореть, если в воздухе меньше газа, чем нижний предел взрываемости. Если же около источника утечек образуется в малом объеме смесь, способная гореть, то при наличии источника воспламенения возникнет горение. Если же источник воспламенения появился после того, как взрывоопасная смесь заполнила все помещение, возникнет взрыв.

Для расчета взяты сценарии, связанные с разгерметизацией оборудования (газопровода).

Анализ вероятности возникновения и развития сценариев аварийных ситуаций на объекте основан на построении деревьев событий (рисунок – 4) и отказов (рисунок – 5) с использованием данных в соответствии с Приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [8].

Рассмотрим аварийные ситуации, которые могут возникнуть в котельном хозяйстве.

На котельном хозяйстве произошла разгерметизация оборудования. В следствии чего произошла утечка газа или произошел мгновенный выход газа. Данные ситуации могут произойти из-за механических повреждений и нарушения целостности сварного шва, который в свою очередь произошел из-за отказа системы регулирования или коррозии газопровода.

Проведем анализ возникновения утечки газа, используя данные отчета Ростехнадзора РФ. В скобках обозначенного события указаны их вероятности в долях от единицы.

Вследствие утечки газа при отказе вентиляции образуется облако ТВС с вероятностью возникновения 0,50. При образовании облака ТВС может произойти либо взрыв с вероятностью возникновения 0,30, либо произойдет загазованность производства – 0,20.

Загазованность возникает из-за повышенного содержания метана в воздухе помещений котельных. Он в свою очередь возникает из-за нарушения в работе топлива – сжигающих агрегатов. При загазованности производства люди могут получить отравление.

Взрыв ТВС может возникнуть при утечке газа или испарении горючих жидкостей в ограниченных пространствах (помещениях) Это можно обосновать тем, что очень быстро накапливается концентрация горючих элементов до предельной, при которой может произойти воспламенение облака. При взрыве ТВС возможно два исхода события: разрушение несущих конструкций, в следствии чего возникает гибель людей, и без разрушения несущих конструкций.

Также при утечке газа от источника зажигания может образоваться пожар с вероятностью возникновения 0,45. Можно выделить первичные последствия пожаров:

- выведение из строя различной техники и транспортных средств;
- гибель людей, животных и растений;
- получение ожогов разной степени;
- уничтожение материальных ценностей.

Вторичные последствия пожаров:

- взрыв;
- утечка ядовитых веществ в окружающую среду.

Рассмотрим анализ мгновенного выхода газа с вероятностью возникновения 0,05. В данной ситуации с вероятностью 0,04 может произойти взрыв. Взрывы становятся причиной разрушения несущих конструкций. Также взрыв природного газа приведет к гибели людей, оказавшихся в загазованном помещении.

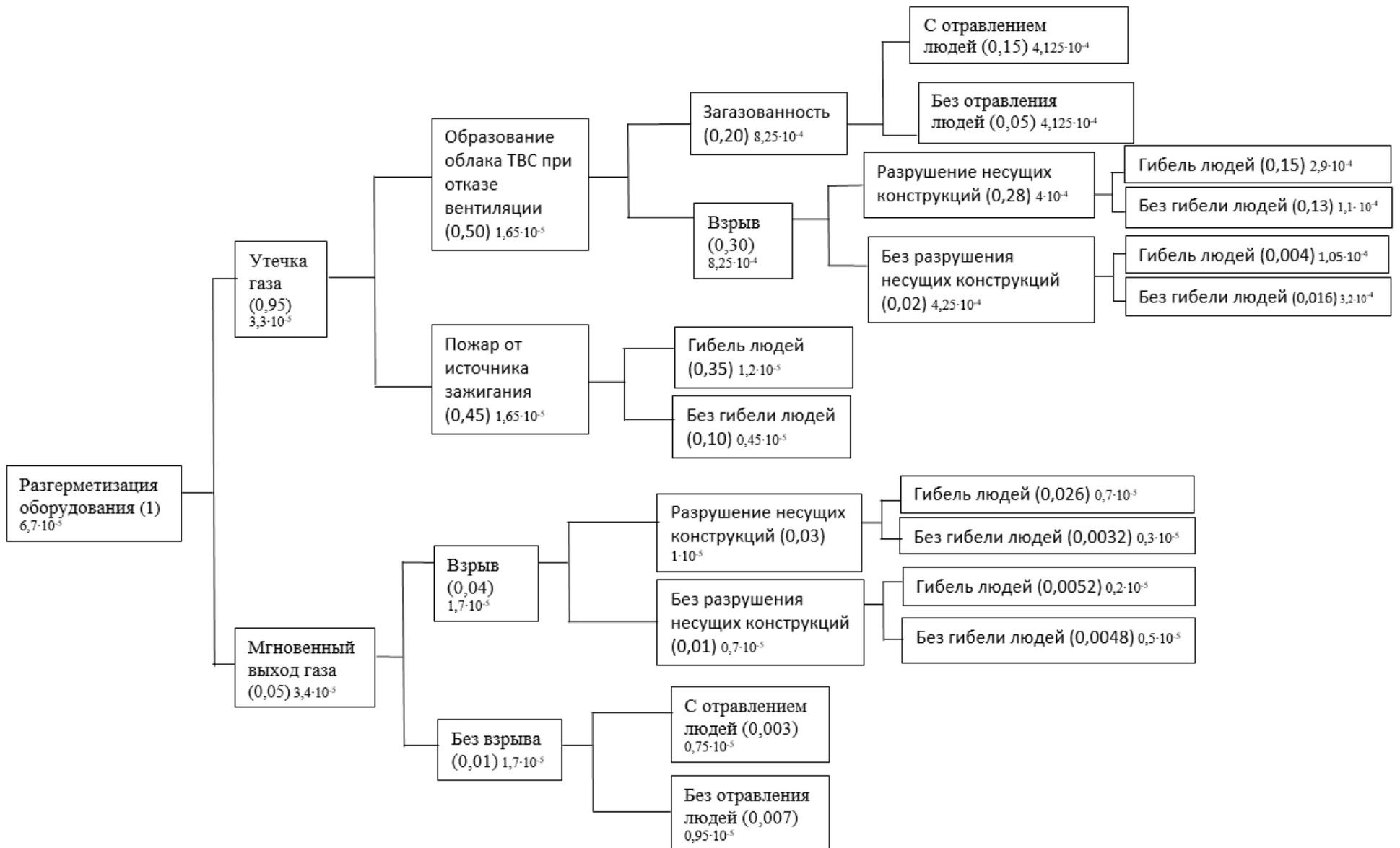


Рисунок 4 – Дерево событий при аварии на газовой котельной

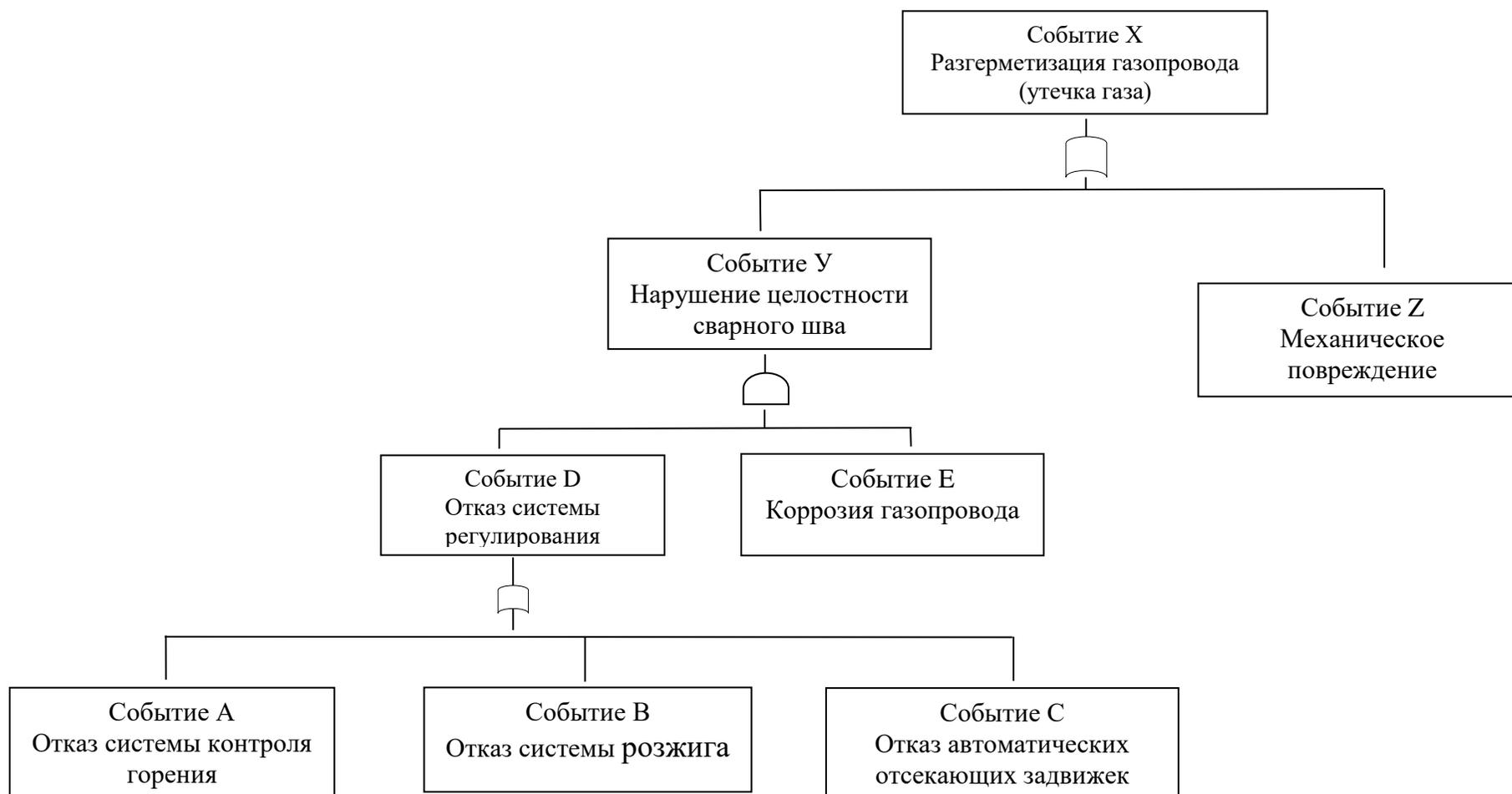


Рисунок 5 – Дерево отказов газовой котельной

В таблице 1 приведены значения вероятности возникновения конечных событий для разгерметизации газопровода (утечки газ) [9].

Таблица 1 – Исходные события «дерева отказов»

Событие	Вероятность события P_i	Обозначения	Вероятность утечек при отказе системы регулирования
Отказ системы контроля горения	0,07	A	0,007
Отказ системы розжига	0,08	B	0,008
Отказ автоматических отсекающих задвижек	0,07	C	0,007
Отказ системы регулирования	0,1	D	0,022
Коррозия газопровода	0,04	E	0,04
Нарушение целостности сварного шва	0,00288	Y	0,00288
Механическое повреждение газопровода	0,002	Z	0,002

Рассчитаем вероятность возникновения разгерметизации газопровода по формуле:

$$P_x = P_y + P_z = 0,00208 + 0,002 = 0,02288 \quad (1)$$

Значения для события Y по формуле:

$$P_y = P_z + (P_D \cdot P_E) = 0,002 + (0,022 \cdot 0,04) = 0,00288 \quad (2)$$

Значение для события D по формуле:

$$P_D = P_A + P_B + P_C = 0,007 + 0,008 + 0,007 = 0,022 \quad (3)$$

Также рассчитываем вероятность гибели людей на предприятии с использованием газовых котельных:

$$P_{\text{гиб.л.}} = (2,9 \cdot 10^{-4}) + (1,05 \cdot 10^{-4}) + (0,7 \cdot 10^{-5}) + (0,2 \cdot 10^{-5}) = 0,000404 \quad (4)$$

Итак, можно сделать вывод, что аварийная ситуация, вызванная разгерметизацией газопровода, встречается редко.

3.3 Определение зон действия поражающих факторов

Найдем массу метана по формуле 5:

$$M = V_{\text{кот}} \cdot \rho(\text{CH}_4) \quad (5)$$

где: $V_{\text{кот}}$ – объем котельной, м^3 ;

$\rho(\text{CH}_4)$ – плотность метана, $\text{кг}/\text{м}^3$.

$$M = 20 \cdot 0,657 = 13,14 \text{ кг.} = 0,0132 \text{ т.}$$

Масса газа в облаке газозвушной смеси определяется по формуле 6:

$$m = 0,6 \cdot M \quad (6)$$

где M – масса вещества

$$m = 0,6 \cdot 0,0132 = 0,0788 \text{ т.}$$

Радиус огненного шара определяем по формуле 7:

$$R_{\text{ош}} = 3,3 \cdot m^{0,325} \quad (7)$$

$$R_{\text{ош}} = 3,2 \cdot 78,8^{0,325} = 13,2 \text{ м.}$$

Время существования огненного шара определяем по формуле 8:

$$t = 0,85 \cdot m^{0,26} \quad (8)$$

$$t = 0,852 \cdot 78,8^{0,26} = 2,7 \text{ с.}$$

Площадь, покрываемая огненным шаром, определяем по формуле 9:

$$S_{\text{ош}} = \pi \cdot R_{\text{ош}}^2 \quad (9)$$

$$S_{\text{ош}} = \pi \cdot 13,2^2 = 547,1 \text{ м}^2$$

При пожаре и взрыве в помещении котельной расчет зон действия поражающих факторов производится по методике [10]. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – поражающие факторы при пожаре и взрыве в помещении газовой котельной

Параметр	Значение
Масса опасного вещества, т.	0,032
Параметры огненного шара	
Радиус огненного шара, м.	13,2
Время существования огненного шара, с.	2,7
Болевой порог, м.	65
Ожог первой степени, м.	27,6
Ожог второй степени, м.	21,3
Ожог третьей степени, м.	15,4
Радиусы зон разрушений, м	
Полные разрушения	18,7
Сильные разрушения	33,6
Средние разрушения	55,2
Слабые разрушения	139,2
Расстекление	234,2

Таблица 3 – Параметры избыточного давления, возникающего при взрыве облака топливно-воздушной смеси (ТВС)

Параметр	Размер
Характер воздействия	Расстояние распространения УВВ, м.
Полные разрушения зданий	12,05
Сильные разрушения зданий	16,93
Средние разрушения зданий	24,75
Слабые разрушения зданий	44,13
Расстекление	88,2

Вывод: вследствие того, что газовая котельная является встроенной, предприятие попало в зону полных разрушений.

3.4 Разработка мероприятий по снижению риска возможных аварий

На основании приказа Минэнерго от 30 июня 2003 года № 265 Об утверждении «Инструкции по предупреждению и ликвидации аварий на тепловых энергостанциях» [11] и произведенных расчетов разработаны следующие мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций на газовой котельной:

- обучение персонала в области ГО и ЧС;
- обучение персонала правилам безопасности систем газораспределения и газопотребления;
- разработка рациональных маршрутов перемещения персонала с целью минимизации времени нахождения его в зонах повышенного потенциального риска;
- проверка работоспособности систем пожарной сигнализации и средств автоматического пожаротушения;
- контроль выполнения всего комплекса мероприятий по повышению технологической дисциплины и увеличению ресурса оборудования;
- выполнение аварийно-восстановительных работ в соответствии с требованиями охраны труда и правилами технической эксплуатации;

- проведение профилактической и регламентных работ по выявлению неисправностей технологического оборудования с последующим ремонтом или заменой;

- своевременный контроль состояния трубопроводов и арматуры, остаточного ресурса, технического обслуживания и текущий ремонт трубопроводов.

На основе проведенных исследований были разработаны мероприятия по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации с наименьшими материальными затратами и наибольшим снижением риска. К ним относятся:

- для снижения вероятности разгерметизации должна происходить обработка оборудования специальным химическим составом. Для этого трубопровод покрывают тонким слоем фосфатов. Она образует защитную пленку на поверхности изделий;

- нанесение антикоррозийных покрытий. Происходит грунтовка труб и их последующая покраска алкидными эмалями;

- разработать проекты и образцы специальных защитных устройств, предохраняющих технологическое оборудование от падающих обломков разрушаемого здания;

- оснастить систему регулирования горения оптическим датчиком наличия пламени;

- проведение учебного-тренировочного обучения с психоэмоциональной нагрузкой по действиям в случае возникновения аварии.

4 Социальная ответственность

Введение

Вопрос обеспечения устойчивости функционирования предприятия в условиях чрезвычайной ситуации является одним из важнейшим среди вопросов, касающихся безопасности страны. В данной квалификационной работе этот вопрос рассматривается на примере объекта топливно-энергетического комплекса, а именно газовой котельной.

В данных условиях возрастает роль целенаправленной предварительной подготовки объектов ТЭК к работе в условиях ЧС, а также к быстрой ликвидации их последствий. Для этого проводятся исследовательские работы по выявлению слабых мест в системе теплоснабжения и разрабатываются соответствующие инженерно-технические мероприятия.

Комплекс инженерно-технических мероприятий по повышению устойчивости функционирования газовой котельной предназначен для работы объектовой комиссии по повышению устойчивости функционирования системы теплоснабжения.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, ст. 212 [12] работодатель обязан обеспечить безопасные условия и охрану труда, а оператор газовой котельной имеет право на:

- соответствующее требованиям охраны труда рабочее место;
- получение информации об условиях и охране труда на рабочем месте, о риске повреждения здоровья, предоставляемых гарантиях, полагающихся компенсациях;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, и оказанию первой помощи пострадавшим;

- санитарно-бытовое обслуживание и медицинское обеспечение в соответствии с требованиями охраны труда, а также доставку в медицинскую организацию в случае необходимости оказания ему неотложной медицинской помощи;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

В соответствии со статьей 100 ТК РФ режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику, неполная рабочая неделя). При этом оплата и нормирование труда осуществляется в соответствии с разделом IV ТК РФ, в котором отражены государственные гарантии по оплате труда работников, формы и минимальный размер оплаты труда, установление заработной платы, указаны нормы труда и установлено обеспечение нормальных условий работы для выполнения норм выработки [13].

4.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Газовые котлы являются устройствами с высокой пожароопасностью и взрывоопасностью, поэтому к газовым котельным предъявляются строгие требования согласно СП 62.13330.2011* [14], СП 41-104-2000 [15]. Выполнение этих требований является обязательным условием при оборудовании котельного помещения, а именно:

- высота потолка помещения котельной должна составлять не менее 2,5 метра;
- объем и площадь помещения котельной проектируются из условий удобного обслуживания тепловых агрегатов и вспомогательного оборудования;
- помещение котельной должно быть отделено от смежных помещений ограждающими стенами с пределом огнестойкости 0,75 ч.;
- естественное освещение помещения котельной – из расчета остекления $0,03 \text{ м}^2$ на 1 м^3 помещения;

- при расстановке оборудования в помещении котельной необходимо соблюдать установленные расстояния между оборудованием и стенами;
- при установке насосов, вентиляторов и т.п. перед линией фронта котлов ширина свободных проходов должна быть не менее 1,5 м. Ширина проходов между котлами и между котлами и стеной должна быть не менее 1 м.

4.2 Производственная безопасность

За работой и обслуживанием котельных агрегатов, насосным оборудованием, трубопроводами пара и горячей воды смотрят операторы котельной. Его класс условий труда соответствует 2.

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Перечень опасных и вредных факторов газовой котельной

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Поражение электрическим током;	ГОСТ 12.1.030-81 Электробезопасность. Защитное заземление, зануление [16]; ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [17].
Термические ожоги;	Приказ РАО «ЕЭС России» от 21.06.2007 Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве [18]
Статическое электричество;	ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования [19]
Движущиеся машины и механизмы;	Свод практических правил по охране труда при эксплуатации машин и механизмов [20]
Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны [21]
Повышенный уровень шума;	ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [22]

Продолжение таблицы 4 – Перечень опасных и вредных факторов газовой котельной

Повышенная температура и влажность воздуха рабочей зоны;	Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96 [23]
Недостаточное освещение;	СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования [24]
Повышенная вибрация общая;	ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность. Общие требования [25]
Задымленность воздуха;	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны [26]
Патогенные микроорганизмы (грибы) и продукты их жизнедеятельности.	МУК 4.2.734-99 Микробиологический мониторинг производственной среды [27]
Физические перегрузки;	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [28]
Умственное переутомление;	
Эмоциональное переутомление;	
Монотонность труда.	

– Поражение электрическим током

В котельной применяют различные электрические установки. Электроустановки эксплуатируются в помещении с большой влажностью и повышенной температурой воздуха. Статистические данные показывают, что от 1 до 3 % от всех несчастных случаев приходится на поражения током. Операторам газовой котельной с электрическим приводом присваивается квалификационная группа по электробезопасности не ниже III.

Для предотвращения поражения током на все электросиловое оборудование в котельной предусмотрено заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 [16]. Заземлители применяются искусственные в виде труб диаметром 30 мм и длиной 3 м. Защитному заземлению подлежат металлические токоведущие части электрооборудования, которые могут из-за неисправности изоляции оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей.

Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи для человека устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 [17] при аварийном режиме работы электроустановок постоянного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока — 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц соответственно - 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока — 8 В и 1 м (не более 10 мин в сутки).

Условия труда по вредному фактору – поражение электрическим током на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

– Термические ожоги

Термические ожоги – это ожоги пламенем, горячим паром, горячей или горячей жидкостью, от соприкосновения с раскаленными предметами.

Оператору котельной приходится работать с трубопроводами, находящимся под давлением, с нагретой водой, в которой могут быть вредные вещества и организмы. Чтобы не получить термические ожоги и другие травмы, он должен использовать средства индивидуальной защиты, при производстве которых соблюдались ГОСТы. Все горячие части оборудования, трубопроводы, баки и другие элементы, прикосновение к которым может вызвать ожоги, должны иметь тепловую изоляцию.

– Статическое электричество

Статическое электричество возникает в процессе появления зарядов на проводниках, поверхностях различных предметов. Появляются они в результате трения, возникающего при соприкосновении предметов.

Чтобы избежать неблагоприятного воздействия этого явления, разработан государственный стандарт показателя напряженности электростатических полей. Его максимально допустимый уровень 60 кВ/м в час.

Средства защиты от повышенного уровня статического электричества включают: заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранизирующие устройства.

Условия труда по вредному фактору – статическое электричество на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

– Движущиеся машины и механизмы

Движущиеся части машин (механизмов) должны быть спроектированы и устроены таким образом, чтобы не допускать риска соприкосновения, способного привести к несчастному случаю, а также должны – при сохранении риска – оборудоваться ограждающими или защитными устройствами. Также используются информационные знаки и таблички предназначены, в первую очередь, для того, чтоб предупредить сотрудников предприятий об опасности получения производственных травм.

– Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны

При работе котлов и других тепловых устройств в воздухе производственных помещений может возникнуть избыточная концентрация оксида углерода СО, способная привести к отравлениям персонала. Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны не должна превышать более 20 мг/м.

Причинами возникновения повышенного содержания оксида углерода в воздухе помещений котельных являются утечки через неплотности в местах стыковки частей газохода.

К коллективным средствам защиты от загазованности воздуха являются средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест.

Условия труда по вредному фактору – повышенная загазованность воздуха рабочей зоны на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

– Повышенный уровень шума

По санитарным нормам, допустимым уровнем шума, который не наносит вреда слуху даже при длительном воздействии на слуховой аппарат, принято считать: 55 децибел (дБ) в дневное время и 40 децибел (дБ) ночью.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 [22]. Допустимый уровень шума при работе с котельными – 80 дБ. Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни

звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте оператора газовой котельной представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Допустимые уровни шума

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ·А
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	5	7	2	8	5	3	1	9	80

Средствами коллективной защиты от избыточного шума включают устройства: оградительные; звукоизолирующие, глушители шума; устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления.

Условия труда по вредному фактору – повышенный уровень шума на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

– Повышенная температура и влажность воздуха

Причиной повышенной температуры воздуха, повышенной/пониженной влажности воздуха в газовой котельной, являются нагретые поверхности котельных агрегатов, трубопроводов пара и горячей воды.

Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплого облучения. Если сочетание этих параметров не является оптимальным для организма человека, может быть нарушено функциональное и тепловое состояние человека.

Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах помещения газовой котельной представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата

Период года		Холодный		Теплый	
Категория работ по уровню энергозатрат, Вт		Іб (140-174)	ІІб (233-290)	Іб (140-174)	ІІб (233-290)
Температура воздуха, 0С	оптимальная	21-23	17-19	22-24	19-21
	допустимая	19-24	15-22	20-28	16-27
Температура поверхностей, 0С	оптимальная	20-24	16-20	21-25	18-22
	допустимая	18-25	14-23	19-29	15-28
Относительная влажность воздуха, %	оптимальная	60-40	60-40	60-40	60-40
	допустимая	15-75	15-75	15-75	15-75
Скорость движения воздуха, м/с	оптимальная	0,1	0,2	0,1	0,2
	допустимая	0,1-0,2	0,2-0,4	0,1-0,3	0,2-0,5

В помещении котельной предусматривается приток наружного воздуха через жалюзийные решетки. Все элементы котлов, трубопроводов, и вспомогательного оборудования с температурой стенки наружной поверхности выше 55°С расположены в местах, доступных для обслуживающего персонала, покрыты тепловой изоляцией, температура которой не превышает 45 °С. Предельно допустимые нормы тепловыделения на рабочем месте составляют 35 Вт/м².

Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата в помещении газовой котельной соответствуют нормам.

– Недостаточное освещение

Возникает вследствие плохой работы осветительных приборов и затененностью оборудования, конструкций. Недостаточное освещение в помещении котельной может привести к повышению травматизма ремонтного и эксплуатационного персонала, а в помещении щитовой – к ухудшению остроты зрения, нервному напряжению.

Действующим нормативным документом является СНиП 23-05-95* [24]. Помещение котельной, согласно СНиП должно быть оснащено таким образом, чтобы обеспечить качественный монтаж котла, а при эксплуатации,

возможность правильной работы. Согласно нормам искусственного освещения, нормируемая освещенность в котельных должна составлять 100 лк.

– Повышенная вибрация общая

На оператора газовой котельной в производственных условиях действует общая вибрация 3А категории. Длительное воздействие вибрации приводит к различным нарушениям здоровья человека и, в конечном счете, к «вибрационной болезни». Общая вибрация оказывает неблагоприятное воздействие на нервную систему, наступает изменение в сердечно-сосудистой системе, вестибулярном аппарате, нарушается обмен веществ.

Действующим нормативным документом является ГОСТ 12.1.012-2004 [25].

Амплитуда вибрации дымососов и вентиляторов не должна превышать 0,1 мм. При амплитуде равной 0,2 мм производят аварийный остановку оборудования. Уменьшение вибрации достигается применением виброизоляции, что значительно снижает передачу вибрации от источника к фундаменту и полу.

Допустимые уровни шума и общей вибрации на рабочем месте оператора газовой котельной соответствуют нормам.

– Задымленность воздуха

Для очистки от загрязнения выбросов котельных используются мокрые или сухие золоуловители. К сухим золоуловителям относятся жалюзийные золоуловители и циклон. Жалюзийные пылеуловители компактны, но пригодны лишь для первичной, грубой очистки газа от золы и пыли.

Циклоны – в основе работы используются инерционный и гравитационный способ очистки. Циклоны обеспечивают уровень очистки котельного газа от 83 до 99%. Для повышения уровня очистки иногда используют несколько циклонов малого размера.

– Патогенные микроорганизмы (грибы) и продукты их жизнедеятельности

Источником микроорганизмов в рабочей зоне является повышенная влажность и температура в помещении. Попадая на кожу человека, споры грибка могут вызывать разные кожные высыпания, экзему и дерматит.

Требования к микроорганизменной чистоте воздуха производственного помещения приведены в методических указаниях «Микробиологический мониторинг производственной среды» (МУК 4.2.734-99) [27].

Средства защиты от воздействия биологических факторов включают устройства для вентиляции и очистки воздуха. Также используют дезинфицирующие средства, такие как: бактерициды которые уничтожают вегетативные микроорганизмы, спороциды – уничтожают споры, фунгициды – уничтожают грибы, вируциды – уничтожают вирусы. При входе в помещение должен быть коврик, который ежедневно смачивается дезинфицирующим раствором.

– Психофизические факторы

К психофизиологическим факторам можно отнести: физические перегрузки, умственное переутомление, эмоциональное переутомление, монотонность труда. По окончании рабочего дня зачастую операторы испытывают такие ощущения, как: головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

Для предотвращения данных факторов в течение всей рабочей смены следует соблюдать установленный администрацией режим труда и отдыха.

4.3 Экологическая безопасность

Газовая котельная по признаку использования, хранения горючих веществ является опасным производственным объектом (ОПО), согласно 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" [28].

Основными загрязняющими веществами являются метан и одорант. При сжигании природного газа в атмосферу будут выделяться продукты сгорания газа – окись углерода, диоксид и оксид азота и бензапирен. Дымовые трубы котельной являются основными, постоянно действующими источниками загрязнения. Можно сделать вывод о том, что данный объект будет относиться

к I категории объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду.

- Защита селитебной зоны

Авария на газовых котельных сопровождается образованием волны прорыва, повреждением и разрушением материальных ценностей, нанесением ущерба окружающей среде, а также возникновением реальной угрозы массовой гибели людей и сельскохозяйственных животных.

Селитебная зона должна располагаться далеко за пределами промышленной зоны. Вокруг промышленной зоны должна существовать санитарно-защитная полоса более 3 000 м. Необходим постоянный контроль за их соблюдением на основе комплексного мониторинга.

Основные меры по защите населения: своевременное оповещение населения; организованная эвакуация населения; организация и проведение АСДНР; оказание помощи пострадавшим.

- Защита атмосферы

При эксплуатации газовых котельных происходят выбросы из вентиляционных систем огромного количества вредных веществ.

Охрана атмосферного воздуха в период строительства связана с выполнением следующих мероприятий:

- регулирование двигателей всех используемых строительных машин, механизмов и автотранспортных средств на минимальный выброс выхлопных газов;
- контроль за точным соблюдением технологического регламента работы котлоагрегатов;
- ежегодный мониторинг окружающей среды с инструментальным контролем за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу;
- проведение планово-предупредительных работ.

- Защита гидросферы

Защита гидросферы от вредных сбросов осуществляется применением следующих методов и средств: рациональным размещением источников сбросов и организацией водозабора и водоотвода; разбавлением вредных

веществ в водоемах до допустимых концентраций с применением специально организованных и рассредоточенных выпусков.

С целью стимулирования предприятий к качественной очистке собственных стоков целесообразно организовывать водозабор на технологические нужды ниже по течению реки, чем сброс сточных вод.

- Защита литосферы

Наиболее рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов.

Для переработки твердых отходов применяются такие процессы, как дробление и измельчение, классификация и сортировка, обогащение в тяжелых средах, отсадка, магнитная и электрическая сепарация, сушка и грануляция, термохимический обжиг, экстракция и др.

Рациональное решение проблем защиты литосферы от промышленных отходов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий и производств.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация — это обстановка, сложившаяся на определенной территории или акватории в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Основной причиной ЧС в газовых котельных является разгерметизация газопровода в результате механических повреждений; отказов запорной, регулирующей и предохранительной арматуры; коррозия, усталость металла.

Рассмотрим два сценария развития аварии газовой котельной – пожар и взрыв ГВС в помещении котельной и приведем порядок действий персонала. Причины данной аварии – разрыв сварного стыка, свищ в газопроводе, утечка природного газа из фланцевых и резьбовых соединений и появление искры.

Последовательность проведения работ по локализации и ликвидации аварии в обоих случаях:

1. Произошел взрыв газозвдушной смеси в котельной.

Действия оператора:

1) Полностью отключить котельную от газоснабжения по Правилам аварийной остановки котельной.

2) Вызвать ответственное лицо, сообщить АДС газового участка по тел. 04.

Действия ответственного лица:

1) Обеспечить безопасность обслуживающего персонала

2) Сохранить обстановку и оборудование в том состоянии, которое оказалось после аварии, если такое состояние не угрожает жизни окружающих людей.

3) Организовать работы по устранению последствий аварии после расследования причин аварии.

2. Пожар в котельной или пожар вблизи котельной.

В соответствии с Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123-ФЗ [29] помещение относится к категории – Г (умеренная пожароопасность), степень огнестойкости – II.

Действия ответственного лица:

1) Принять участие в тушении пожара.

2) Оказать обслуживающему персоналу первую помощь, при надобности вызвать скорую помощь.

3) После устранения последствий пожара вызвать представителей газового участка для пуска и розжига котлов.

Действия оператора:

1) Перекрыть подачу газа к котлам.

2) Закрыть запорные устройства котлов, открыть краны на свечах безопасности и на продувочной свече.

3) Закрыть газовую задвижку на вводе и все последующие газовые задвижки.

4) Вызвать пожарную команду, вызвать ответственное лицо.

Вывод

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрено рабочее место оператора газовой котельной.

Помещения по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 [30] относится к категории Г (умеренная пожароопасность).

Категория тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 [31] является ПБ.

Данный объект относится к I категории объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду.

Операторам газовой котельной с электрическим приводом присваивается квалификационная группа по электробезопасности не ниже III. Его класс условий труда соответствует 2.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

К числу постоянных нужд населения относится производство горячей воды, а с наступлением холодного сезона к постоянным нуждам населения относится и производство тепловой энергии. Производство тепловой энергии и горячего водоснабжения является ресурсозатратным производством. Необходимость проведения исследования по устойчивости функционирования газовой котельной вызвана принадлежностью данного вида производства к опасным производственным объектам и чрезвычайной дороговизной восстановления подобных объектов в случае возникновения аварии.

Суть исследования заключается в расчете вероятности возникновения ЧС на газовой котельной и разработке мероприятий по обеспечению безопасного и надежного функционирования газовой котельной.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- Выявить потенциальных потребителей результатов исследования;
- Провести анализ конкурентных технических решений;
- Провести SWOT-анализ;
- Определить структуру работ в рамках научного исследования;
- Определить трудоемкость выполнения работ;
- Разработать график проведения научного исследования;
- Рассчитать бюджет научно-технического исследования.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

На сегодняшний день потенциальными потребителями услуг в сфере разработка мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций выступают заводы, организации (юридические лица).

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

Сегментирование рынка услуг по использованию методики оценки рисков можно выполнить по следующим критериям: размер объекта электроэнергетики – мероприятие по повышению безопасности (таблица 7).

Таблица 7 – Карта сегментирования рынка услуг

Мероприятие	Размер предприятия		
	Крупное	Среднее	Мелкое
Модернизация контроля технологических процессов	1,2,3	1,2,3	1,2,3
Совершенствование контроля состояния технологического оборудования	1,2,3	1,2,3	1,2,3
Выбор и совершенствование средств автоматического отключения	1,2,3	1,2,3	1,2,3

1 – производственные котельные, 2 – энергетические котельные, 3 – котельные жилищно-коммунального хозяйства

Стоит отметить, что привлекательной в будущем остаётся ниша энергетических предприятий, которая будет обслуживать крупные организаций.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Проведем анализ рынка.

На сегодняшний день доля газовых бытовых котлов занимает около 40-45% в структуре потребления бытовых котлов всех видов топлива.

Среди бытовых газовых котлов наибольшим спросом на рынке пользуются газовые котлы мощностью 24 кВт с закрытой камерой сгорания.

В настоящее время наблюдается тенденция сокращения производство котлов высокой мощности (от 5МВт), роста производства котлов средней мощности (до 1 МВт) и бытовых газовых котлов (до 40 кВт).

Угольные котлы не соответствуют современным требованиям, имеют низкий КПД от 50 до 80%. Низкий коэффициент загрузки мощности, составляющий для ряда котельных от 0,24 до 0,40, что свидетельствует о несоответствии тепловых нагрузок потребителей, подключенных к этим котельным. Поэтому на сегодняшний день очень мало можно встретить угольных котельных на предприятии.

Котельные на мазуте не пользуются таким огромным спросом, как, к примеру, газовые или дизельные модели, однако они востребованы среди россиян. Он включается в случае, если подача газа даёт сбой, позволяя таким образом получать бесперебойное тепло или водоснабжение.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения проводится с помощью оценочной карты, приведенной в таблице 8.

Критерии для сравнения и оценки подбирались исходя из выбранных объектов сравнения с учетом технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Данная разработка сравнивается с работой котельной на мазуте и угле.

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

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

Таблица 8 – Сравнение конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Г	Б _М	Б _У	К _Г	К _М	К _У
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,2	5	4	3	0,75	0,75	0,75
2. Надежность	0,15	3	2	5	0,15	0,14	0,15
3. Безопасность	0,12	4	3	4	0,7	0,8	0,8
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	5	5	5	0,1	0,1	0,08
5. Простота эксплуатации	0,13	5	4	5	0,45	0,18	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,2	5	3	5	0,5	0,5	0,5
2. Цена	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,25
3. Финансирование научной разработки	0,05	4	4	4	0,1	0,1	0,1
Итого	1	36	30	35	3	2,82	2,73

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (10)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что работа на газовых котлах эффективней, чем работа на мазуте и угле. Это обусловлено тем, что при сжигании угля и мазута выделяется более чем в два раза больше углекислого газа, чем при сжигании природного газа для производства того же объема энергии. Также все современные котлы рассчитаны на работу на разном типе и виде газа. Одни потребляют магистральный (природный) газ, другие работают на сжиженном топливе, а часть котлов используют оба вида. Природный газ намного дешевле

сжиженного, и фактически на сегодняшний день является самой дешевой схемой отопления. Отсюда мы видим, что котлы, работающие на газе более эффективны в цене, спросе и их экономической характеристике.

5.1.3 SWOT-анализ

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

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 9:

Таблица 9 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Достаточно быстрая окупаемость проекта;	Сл1. Затраты на прокладку трубопроводов;
С2. Отсутствие транспортных затрат;	Сл2. Значительно большая опасность утечки природного газа и как следствие, возможность взрыва;
С3. Доступность и удобство эксплуатации.;	Сл3. Длительный срок доставки ремонтного оборудования;
С4. Наличие квалифицированного персонала, имеющего опыт работы в данной сфере;	Сл4. Большое негативное воздействие на окружающую среду;
С5. Четкое разделение труда.	Сл5. Отсутствие заинтересованности руководства к поощрению персонала.
Возможности	Угрозы
В1. Возросшие потребности в тепле	У1. При снижении руководством уровня контроля возможно разрушение системы;
В2. Относительно дешевый газ;	У2. Нехватка финансирования;
В3. Увеличение доли добычи газа.	У3. Слабая платежеспособность потребителей.

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта,

а также надёжность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 10 – 13.

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта "Возможности проекта и сильные стороны"

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	-	+	+
	B2	-	+	+	+	+
	B3	+	0	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C4C5; B2C2C3C4C5; B3C1C4C5.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта "Возможности проекта и слабые стороны"

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	+	-	0
	B2	+	+	-	-	-
	B3	+	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1Сл2Сл3; B2Сл1Сл2; B3Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта "Угрозы проекта и сильные стороны"

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	0	-	-
	У2	-	+	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угрозы: У1С2; У2С2.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта "Угрозы проекта и слабые стороны"

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	+	+
	У2	-	-	+	-	+
	У3	-	-	+	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угрозы: У1Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5; У2Сл3Сл5; У3Сл3Сл5.

В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа научно-исследовательской работы (таблица 14).

Таблица 14 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Достаточно быстрая окупаемость проекта;</p> <p>С2. Отсутствие транспортных затрат;</p> <p>С3. Доступность и удобство эксплуатации.</p> <p>С4. Наличие квалифицированного персонала, имеющего опыт работы в данной сфере;</p> <p>С5. Четкое разделение труда.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Затраты на прокладку трубопроводов;</p> <p>Сл2. Значительно большая опасность утечки природного газа и как следствие, возможность взрыва;</p> <p>Сл3. Длительный срок доставки ремонтного оборудования.</p> <p>Сл4. Большое негативное воздействие на окружающую среду.</p> <p>Сл5. Отсутствие заинтересованности руководства к поощрению персонала.</p>
--	--	--

Продолжение таблицы 14 – SWOT-анализ

<p>Возможности: В1. Возросшие потребности в тепле; В2. Относительно дешевый газ; В3. Увеличение доли добычи газа.</p>	<p>В результате возросшей потребности тепла большинство зданий зимой будет отапливаться.</p>	<p>В данной ситуации можно сделать вывод о том, что персонал будет всё время задействован в выполнении различных работ по добычи газа, ремонту оборудования ликвидации аварии и т.д.</p>
<p>Угрозы: У1. При снижении руководством уровня контроля возможно разрушение системы; У2. Нехватка финансирования; У3. Слабая платежеспособность потребителей.</p>	<p>Самой большой угрозой для проекта является отсутствие финансовой поддержки из-за дороговизны оборудования.</p>	<p>Для достижения поставленной цели руководителю необходимо правильно распределять ресурсы и обучать персонал в данной работе.</p>

Вывод SWOT-анализа: в ходе анализа были рассмотрены все сильные и слабые стороны научного проекта. SWOT–анализ показал, что работа котельной на природном газе является более целесообразной по наличию благоприятных возможностей, сильных и слабых сторон предприятия, определяющих пути его развития.

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

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.

Таблица 15 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	3
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	2
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	2
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	3
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	4
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	3
15	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	54	48

Итоговые значения проработанности научного проекта и знания у разработчика лежат в диапазоне от 48 до 54, что говорит о средней перспективности проекта. Многие аспекты вывода продукта на рынок не были учтены, а также проявляется недостаток знаний. Следовательно, требуется дополнительные затраты на наём или консультации у соответствующих специалистов.

5.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень этапов работ, распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент
	2	Составление календарного плана графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент
Основной этап	3	Изучение литературы по теме исследования	Студент
	4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент
	5	Написание теоретической части ВКР	Студент
	6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент

Продолжение таблицы 16 – Перечень этапов работ, распределение исполнителей

	7	Выполнение практической части ВКР	Студент
Заключительный этап	8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент
	9	Оформление ВКР	Студент

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (11)$$

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

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

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

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

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

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы

составило:

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

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

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

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

$$t_{\text{ож.6}} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 2}{5} = 2 \text{ чел. -дн.};$$

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

$$t_{\text{ож.7}} = \frac{3 \cdot 7 + 2 \cdot 22}{5} = 13 \text{ чел. -дн.};$$

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

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

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

$$t_{\text{ож.9}} = \frac{3 \cdot 14 + 2 \cdot 29}{5} = 20 \text{ чел. -дн.}$$

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

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{q_i}, \quad (12)$$

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

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

Продолжительность 1-ого этапа:

$$T_1 = \frac{2,2}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2-ого этапа:

$$T_2 = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-ого этапа:

$$T_3 = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4-ого этапа:

$$T_4 = \frac{16,4}{1} = 16 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5-ого этапа:

$$T_5 = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-ого этапа:

$$T_6 = \frac{2}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7-ого этапа:

$$T_7 = \frac{13}{1} = 13 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8-ого этапа:

$$T_8 = \frac{2,4}{2} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9-ого этапа:

$$T_9 = \frac{20}{1} = 20 \text{ раб. дн.}$$

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (13)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (14)$$

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

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

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

Расчет коэффициента календарности:

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

Продолжительность выполнения 1-ого этапа в календарных днях:

$$T_1 = 1 \cdot 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-ого этапа в календарных днях:

$$T_2 = 1 \cdot 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-ого этапа в календарных днях:

$$T_3 = 10 \cdot 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-ого этапа в календарных днях:

$$T_4 = 16 \cdot 1,48 = 24 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-ого этапа в календарных днях:

$$T_5 = 10 \cdot 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-ого этапа в календарных днях:

$$T_6 = 1 \cdot 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-ого этапа в календарных днях:

$$T_7 = 13 \cdot 1,48 = 19 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-ого этапа в календарных днях:

$$T_8 = 2 \cdot 1,48 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-ого этапа в календарных днях:

$$T_9 = 20 \cdot 1,48 = 30 \text{ кал. дн.}$$

Полученные значения представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{ri}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	tmin	tmax	тожi			
1	1	4	2,2	Р, С	1	1
2	2	4	2,8	Р, С	1	1
3	7	14	9,8	С	10	15
4	14	20	16,4	С	16	24
5	7	14	9,8	С	10	15
6	2	2	2	Р, С	1	1
7	7	22	13	С	13	19
8	2	3	2,4	Р, С	2	3
9	14	19	20	С	20	30

На основании таблицы 17 построен календарный план-график. График (таблица 18) был построен для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта.

Таблица 18 – Календарный план-график проведения научного исследования

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль		март			апрель			май				
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Выбор и утверждение темы исследования	Р, С	1	■												
2	Составление календарного плана графика ВКР	Р, С	1		■											
3	Изучение литературы по теме исследования	С	15			■										

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (Зм), руб.	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Тетрадь для записей	Шт.	1	1	20	20	20	20
Ручка	Шт.	2	1	15	15	30	15
Бумага	Лист	300	100	2	2	600	200
Картридж	Шт.	1	0	900	0	900	0
Интернет	Гб	15	10	65	65	975	650
Электроэнергия	кВт·ч	500	300	2,45	2,45	1225	735
Газ	Литр	0	50	0	23,9	0	1195
Котел	Шт.	1	0	9900	0	9900	0
Итого						13 650	2815

5.3.2 Основная заработная плата исполнителя темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату, формула

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (15)$$

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

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

Основная заработная плата руководителя:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (16)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (17)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5–дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

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

Таблица 20 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	28 0	28 0
Действительный годовой фонд рабочего времени	219	219

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (18)$$

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

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

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

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

Месячный должностной оклад научного руководителя, руб.:

$$Z_m = 30000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 58\,500$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$Z_m = 7000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 13\,650$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{58\,500 \cdot 10,4}{219} = 2778,08$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{13650 \cdot 11,2}{219} = 698,08$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: Тр=5 раб.дней ; Студент: Тр=88 раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2778,08 \cdot 5 = 13\,890,4 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{осн}} = 698,08 \cdot 88 = 61\,431,04 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{п}}$ р	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	30000	0,3	0,2	1,3	62 400	2963 2,88	5	13 890,4
Студент	7000	0,3	0,2	1,3	13 650	698,0 8	88	61 431,04
Итого								75 321,44

5.3.3 Расчет дополнительной заработной платы

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

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (19)$$

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

Таблица 22 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Научный руководитель	Студент
Основная зарплата	13 890,4	61 431,04
Дополнительная зарплата	2083,56	9214,656

5.3.4 Амортизация основных фондов

В элементе «Амортизация основных фондов» отражаются суммарные амортизационные отчисления на полное восстановление основных производственных фондов.

В процессе работы используется ноутбук aser, стоимостью 50000 рублей и Монохромный струйный принтер Epson M1140 стоимостью 24971 руб. Общая стоимость оборудования составляет 74971 руб.

$$Z_{ам} = \left(\frac{T_{исп}}{T_{год}} \right) \cdot N_a \cdot \Phi, \quad (20)$$

где $T_{исп}$ – период пользования техникой, $T_{ис} = 60$ дней;

$T_{год}$ – количество дней в году, $T_{год} = 365$ дней;

N_a – норма амортизации, $N_a = 1/T_{сл} = 1/5 = 0,2$

$T_{сл}$ срок службы оборудования = 5 лет;

Φ – стоимость оборудования, тыс/руб.

Таблица 23 - Оборудование и программное обеспечение

Наименование оборудования	Кол-во, шт	Φ , руб	N_a	$T_{ис}$	$Z_{ам}$
Ноутбук aser	1	50000	0,2	60	1643,84
Монохромный струйный принтер Epson M1140	1	24971	0,2	7	820,96
Итого:	1	74971			2464,8

$$Z_{ам} = 1643,84 + 820,96 = 2464,8$$

5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (21)$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ [32] установлен размер страховых взносов равный 32%.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		Дополнительная заработная плата, руб.	
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Научный руководитель	13 890,4	6743,6	2083,56	1536,4

Продолжение таблицы 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Студент	61 431,04	58 644,3	9214,656	8735,9
Итого				
Исполнение 1	28 678,29			
Исполнение 2	24 211,26			

5.3.6 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}} = (A + Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot k_{\text{нр}} \quad (22)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, величина коэффициента принимается равной 0,2;

A - суммарные затраты амортизационных отчислений, равные 4785 руб.;

$Z_{\text{м}}$ - материальные затраты;

$Z_{\text{осн}}$ - основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ - дополнительная заработная плата;

$Z_{\text{внеб}}$ - общие затраты на отчисления во внебюджетные фонды.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп1}} = (13650 + (13890 + 61431,04) + (2083,56 + 9214,656) + 28678,29) \cdot 0,16 = 20 631,61;$$

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп2}} = (2815 + (6743,6 + 58644,3) + (1536,4 + 8735,9) + 24211,62) \cdot 0,16 = 16 429,89;$$

5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта.

Таблица 25 – Расчет бюджета затрат НИИ

№ п/п	Элементы текущих затрат	Сумма, руб.	
		Исп. 1.	Исп. 2
1	Материальные затраты НИИ	13650	2815

Продолжение таблицы 25 –Расчет бюджета затрат НТИ

2	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	75 321,44	70321,44
3	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11 298,216	10 272,3
4	Амортизация основных фондов	2464,8	1643,8
5	Отчисления во внебюджетные фонды	28 678,29	24 211,26
6	Отчисления во внебюджетные фонды	20 631,61	16 429,99
	Итого:	152 044,356	125 693,79

5.4 Определение эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (23)$$

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

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

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

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}} = \frac{152\,609,856}{152\,609,856} = 1; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}} = \frac{125\,734,29}{152\,609,856} = 0,8;$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i \quad (24)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Испл. 1	Испл. 2
1. Способствует росту производительности пользователя труда	0,1	5	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3
4. Энергосбережение	0,2	4	4
5. Надежность	0,25	5	3
6. Материалоемкость	0,15	4	5
Итого	1	4,65	3,65

$$I_{p-испл1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,65;$$

$$I_{p-испл2} = 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 3,6;$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-испл1}}{I_{фин,р}^{исп1}} = \frac{4,65}{1} = 4,65;$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{p-испл2}}{I_{фин,р}^{исп2}} = \frac{3,65}{0,8} = 4,5.$$

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

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}} \quad (25)$$

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,8
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,96

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населений, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

В ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования и определения интегрального финансового показателя, показателя ресурсоэффективности можно сделать вывод, что рассчитанные финансовые показатели вариантов исполнения и сравнительная эффективность разработки показали самый эффективный проект (вариант исполнения 1).

Вывод

В данной работе, посвященной расчету вероятности возникновения ЧС на газовой котельной и разработке мероприятий по обеспечению безопасного и надежного функционирования газовой котельной была определена структура работ в рамках научного исследования.

Работа состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Была определена трудоемкость выполнения работы,

длительность выполнения работ в рабочих и календарных днях. Составлен календарный план график выполнения ВКР, который показывает, что наиболее продолжительными этапами работы являются: «Изучение литературы по теме исследования» наряду с «Написание теоретической части ВКР», «Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР», «Выполнение практической части ВКР» и «Оформление ВКР».

Был рассчитан бюджет научно-технического исследования. Были рассчитаны материальные затраты НТИ, основные и дополнительные заработные платы руководителя и студента, отчисления на социальные нужды и накладные расходы. Проведенный расчет стоимости НТИ показал, что общая стоимость составляет 277 738,146 руб.

Сравнивая работу котлов на газе с работой котлов на мазуте и угле можно сделать вывод о том, что работа на газовых котлах эффективней, чем работа на мазуте и угле. Данный проект можно рассчитывать, как финансовый целесообразный.

Заключение

В работе выявлены возможные источники аварий на газовых котельных. Проанализированы возможные сценарии развития аварий и их последствия. На основании этого анализа построены «дерево событий» и «дерево отказов». Выполненный на основе «дерева событий» и «дерева отказов» анализ показал, что наибольший риск представляет разгерметизация газопровода из-за отказа системы регулирования процесса горения.

Также было рассчитано, что в случае аварии сопровождающейся взрывом метана предприятие с газовой котельной попадает в зону полных разрушений.

На основе проведенных исследований были разработаны мероприятия по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации с наименьшими материальными затратами и наибольшим снижением риска. К ним относятся:

- для снижения разгерметизации должна происходить обработка оборудования специальным химическим составом. Для этого трубопровод покрывают тонким слоем фосфатов. Вследствие чего она образует защитную пленку на поверхности изделий;
- нанесение антикоррозийных покрытий. Происходит грунтовка труб и их последующая покраска алкидными эмалями;
- разработать проекты и образцы специальных защитных устройств, предохраняющих технологическое оборудование от падающих обломков разрушаемого здания;
- оснастить систему регулирования горения оптическим датчиком наличия пламени;
- проведение учебного-тренировочного обучения с психоэмоциональной нагрузкой по действиям в случае возникновения аварии.

Таким образом, в работе решены все поставленные задачи и достигнута сформулированная цель.

Список литературы

1. Оборудование котельных установок и принцип их работы. Котельное оборудование. [электронный ресурс]: URL: <https://giopark.ru/sewerage/oborudovanie-kotelnyh-us> (дата обращения 01.05.2022)
2. Федеральный закон от 02.06.2016 N 170-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
3. Елистратов, Сергей Львович. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 143 с.: ил. — Библиогр.: с. 141. — ISBN 978-5-9729-0554-6.
4. Требования к установке газовых котельных. [электронный ресурс]: URL: <https://gazovik33.ru/info/post/trebovaniye-k-ustanovke-gazovykh-kotlov> (дата обращения 01.05.2022)
5. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О промышленной безопасности опасных производственных процессов».
6. Автоматика для газовых котлов отопления: устройство, принцип работы, обзор производителей. [электронный ресурс]: URL: <https://geostart.ru/post/8878> (дата обращения 01.05.2022)
7. Сосуды, работающие под давлением, котлы и трубопроводы: Сборник нормативных документов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2013. – 528с.: с. 63. – (Нормативная база).
8. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
9. СТО Газпром 2-2.3-400-2009. Методика анализа риска для опасных производственных объектов газодобывающих предприятий ОАО «Газпром» // ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ». 2009. 307 с.

10. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
11. Приказ от 30.06.2003 года № 265 Об утверждении «Инструкции по предупреждению и ликвидации аварий на тепловых энергостанциях».
12. ТК РФ. Раздел X. Статья 212. Государственные нормативные требования охраны труда и национальные стандарты безопасности труда.
13. ТК РФ. Раздел IV. Глава 6. Статья 100. Режим рабочего дня.
14. СП 62.13330.2011* Газораспределительные сети.
15. СП 41-104-2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения.
16. ГОСТ 12.1.030-81 Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
17. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
18. Приказ РАО «ЕЭС России» от 21.06.2007 Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве.
19. ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.
20. Свод практических правил по охране труда при эксплуатации машин и механизмов. – Москва: МОТ, 2014.
21. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
22. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
23. СанПиН 2.2.4-548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
24. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
25. ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность. Общие требования.
26. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

27. МУК 4.2.734-99 Микробиологический мониторинг производственной среды.
28. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
29. Федеральный закон от 22.07.2008 года N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
30. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
31. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
32. Федеральный закон от 24.07.2009 N 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования».