

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка мероприятий по повышению устойчивости функционирования предприятия в режиме чрезвычайной ситуации (на примере газовой котельной)

УДК 658.51:338.246.88:614.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Мантина Анастасия Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	к.т.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна	–		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н		

Томск - 2017г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
Универсальные компетенции	
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателя, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

С.В.Романенко
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1E31	Мантина Анастасия Юрьевна

Тема работы:

Разработка мероприятий по повышению устойчивости функционирования
предприятия в режиме чрезвычайной ситуации (на примере газовой
котельной)

Утверждена приказом директора (дата, номер)	17.02.17, №1161/с
---	-------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Исходные данные к работе (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.).	Объектом исследования являются инженерно-технические и проектные мероприятия по повышению устойчивости функционирования газовой котельной
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой	Обзор литературы; Анализ уязвимых к чрезвычайным ситуациям мест в работе газовой

области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	котельной; Анализ проектных решений для устойчивой работы газовой котельной; Разработка инженерно-технических мероприятий по повышению устойчивой работы газовой котельной.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Таблицы, рисунки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	к.т.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Мантина Анастасия Юрьевна		

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Уровень образования бакалавриат
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года) _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа (бакалаврской работы, дипломной работы, магистерской диссертации)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.03.17	Раздел «Объект и методы исследования», подбор литературы, проведение теоретических обоснований», подбор литературы	20
26.05.17	Раздел «Социальная ответственность».	10
30.05.17	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».	10
13.06.17	Раздел «Обзор устойчивости теплоснабжения от газовой котельной»	60

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	к.т.н, доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Мантиной Анастасии Юрьевне

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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 - 26300 руб. Оклад инженера - 17000 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 20%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
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>	-Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
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. *Оценочная карта конкурентных технических решений*
2. *График Гантта*
3. *Расчет бюджета затрат НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Мантина Анастасия Юрьевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Мантиной Анастасии Юрьевне

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Описание рабочего места оператора газовой котельной установки на предмет возникновения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. вредных проявлений факторов производственной среды 2. опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) 3. негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.</p>	<p>1.1 - Повышенная загазованность воздуха рабочей среды, повышенная температура и влажность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума, патогенные микроорганизмы (грибы) и продукты их жизнедеятельности. 1.2 Опасные производственные факторы - Электроопасности; - Механические опасности; - Термические опасности. - Пожаровзрывоопасность. (Источником пожаров и взрывов может являться нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации котельной). Предусмотрены первичные средства пожаротушения и системы пожарной сигнализации и автоматики</p>
<p>2. Экологическая безопасность.</p>	<p>Химические выбросы в атмосферу</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.</p>	<p>ЧС «Взрыв, пожар в газовой котельной». Порядок действия персонала при загазованности помещения. Последовательность ликвидации аварии</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</p>	<p>1. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" 2. ГОСТ Р 12.3.047-98 "Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля". 3. СП 89.13330.2012 Котельные установки. 4. Приказ от 24 марта 2003 г. № 115 "Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок"</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Мантина Анастасия Юрьевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка мероприятий по повышению устойчивости функционирования предприятия в режиме чрезвычайной ситуации (на примере газовой котельной)» состоит из текстового документа, выполненного на 84 с. Текстовый документ содержит 1 рис., 23 табл., 12 источников.

Ключевые слова: УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ, ГАЗОВАЯ КОТЕЛЬНАЯ, ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ НА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ.

Объектом исследования является: устойчивость функционирования газовой котельной.

Цель работы – выявление опасных факторов, способных повлиять на функционирование объекта ТЭК при наступлении ЧС мирного времени, оценка степени устойчивости функционирования объекта ТЭК в условиях ЧС мирного времени, обоснование и разработка превентивных мер по повышению устойчивости функционирования объекта ТЭК, по созданию условий для ликвидации ЧС и по защите людей и имущества.

В процессе исследования проводились: изучение литературы по данной теме, анализ возможных ЧС газовой котельной, анализ мероприятий по повышению устойчивости функционирования газовой котельной при ЧС.

В результате исследования предложены мероприятия по обеспечению устойчивой работы газовой котельной.

Степень внедрения: в разработке.

Область применения: проверка устойчивости работы газовой котельной при угрозе возникновения ЧС.

Экономическая эффективность/значимость работы: обеспечение устойчивости объектов экономики является важным шагом при предотвращении ЧС, снижении экономического ущерба в результате ЧС и обеспечении устойчивого жизнеобеспечения населения.

В будущем планируется: изучить опыт комплекс превентивных мер для оценки устойчивости работы других объектов энергетики.

Обозначения, сокращения

Котельная установка (котельная) – это инженерное сооружение в одном техническом помещении, которое предназначено для нагрева теплоносителя (рабочей жидкости), в основном воды, для использования в системах отопления или тепло-пароснабжения.

Экономайзер элемент котлоагрегата, теплообменник, в котором питательная вода перед подачей в котёл подогревается уходящими из котла газами.

Аварийная ситуация (авария) – состояние потенциально опасного объекта, характеризующееся нарушением пределов и (или) условий безопасной эксплуатации, не перешедшее в аварию, при котором все неблагоприятные влияния источников опасности на персонал, население и окружающую среду удерживаются в приемлемых пределах посредством соответствующих технических средств, предусмотренных проектом.

Дерево событий – алгоритм рассмотрения событий, исходящих от основного события (аварийной ситуации).

Пробит-функция – статистическая (нелинейная) модель и метод анализа зависимости качественных (в первую очередь — бинарных) переменных от множества факторов, основанная на нормальном распределении (в отличие от, например, аналогичной логит-регрессии, основанной на логистическом распределении).

Дерево отказов – метод анализа отказов сложных систем, в котором нежелательные состояния или отказы системы анализируются с помощью методов булевой алгебры, объединяя последовательность нижестоящих событий (отказов низшего уровня), которые приводят к отказу всей системы.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность

выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

ГГ – горючие газы;

ТВС – топливно-воздушная смесь;

ГВС – горячее водоснабжение;

ТЭК – топливно-энергетический комплекс;

СУГ – сжиженные углеводороды;

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;

ГЖ – горючая жидкость

СПГ – сжиженный природный газ

ГСМ – горюче-смазочные материалы

Оглавление

Введение.....	14
Обзор литературы.....	16
1 Объект и методы исследования.....	18
1.1 Общие сведения о котельных.....	18
1.2 Технология производства тепловой энергии в газовой котельной ...	19
1.3 Порядок оценки устойчивости функционирования ОЭ.....	20
2 Обзор устойчивости теплоснабжения от газовой котельной.....	22
2.1 Исходные данные.....	22
2.2 Анализ основных факторов и причин, способствующих возникновению аварии.....	26
2.3 Возможные сценарии возникновения и развития аварий на объекте	28
2.4 Характеристика аварийности объекта.....	29
2.5 Аварии на транспорте, способные вызвать ЧС на объекте.....	17
2.6 Влияние пожар и взрыва в помещении котельной на газорегуляторный пункт (ГРП).....	26
2.7 Оценка устойчивости технологического состояния газовой котельной.....	27
2.8 Мероприятия по повышению устойчивости функционирования газовой котельной.....	33
Результаты исследования.....	37
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	38
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	38
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	38
3.2 Технология QuaD.....	39
3.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	41
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	41

3.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ	42
3.3.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	46
3.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	50
3.4.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	50
3.4.2	Основная заработная плата исполнителей темы	51
3.4.3	Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.....	53
3.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	54
3.4.5	Накладные расходы	54
3.4.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	54
3.5	Определение эффективности исследования	55
4	Социальная ответственность	57
	Введение.....	57
4.1	Производственная безопасность	58
4.2	Экологическая безопасность	64
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	65
4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	68
	Заключение	69
	Список литературы	72

Введение

Проблема обеспечения устойчивости объектов экономики (ОЭ) в чрезвычайных ситуациях входит в число основных проблем обеспечения национальной безопасности нашей страны. Военная, экономическая, социальная и другие виды национальной безопасности тесно связаны с устойчивой работой объектов экономики в любых условиях, в том числе и в режиме ЧС.

На территории России уровень техногенной опасности остается довольно высоким, также как и степень ответственности руководителей за качественную и бесперебойную работу вверенных им объектов в условиях чрезвычайной ситуации. По этой причине необходимые мероприятия по повышению устойчивости функционирования производства необходимо проводить заблаговременно таким образом, чтобы превентивные меры позволили бы свести ущерб к минимуму. Неустойчивое функционирование ОЭ вызывает наступление негативных последствий, в которых нет заинтересованных лиц.

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) играет важную роль в хозяйстве нашей страны. От положения ТЭК зависит успех реформ в стране. Однако следует понимать, что топливо-энергетический комплекс – это сфера высоких рисков, в том числе и от ЧС. Предприятия ТЭК — это сложнейшая сеть сооружений, в процессе деятельности которых обращаются многочисленные опасные вещества и специфика производственного процесса предполагает высокий профессиональный риск для персонала. Большая часть предприятий ТЭК относится к категории опасных производственных объектов, аварии на которых приводят не только к человеческим жертвам, но и к серьезному загрязнению окружающей среды.

В настоящее время государство пытается обеспечить безопасность ТЭК. В частности, одной из подобных инициатив государства является

принятие Федерального закона № 256 «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса». Законодательством установлены категории опасности объектов ТЭК и требования по обеспечению их безопасности, включая вопросы антитеррористической защищенности, физической защиты, требования к персоналу и информационным системам [1]. Сфера обеспечения безопасности ТЭК регулируется ФЗ №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [2], ФЗ №68 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [3].

Целью выпускной квалификационной работы являются: выявление опасных факторов, способных повлиять на функционирование объекта ТЭК при наступлении ЧС мирного времени, оценка степени устойчивости функционирования объекта ТЭК в условиях ЧС мирного времени, обоснование и разработка превентивных мер по повышению устойчивости функционирования объекта ТЭК, по созданию условий для ликвидации ЧС и по защите людей и имущества.

Задачи выпускной квалификационной работы

- Изучение нормативно-правовой базы, посвященной вопросам устойчивости функционирования объекта ТЭК в условиях ЧС мирного времени
- Описание производственного процесса газовой котельной
- Оценка устойчивости функционирования газовой котельной по методике и выявление уязвимых мест в системе эксплуатации
- Предложение мероприятий по повышению противоаварийной устойчивости котельной

Обзор литературы

Топливо-энергетический комплекс – наиболее значимая составляющая системы энергообеспечения экономики региона, устойчивое функционирование которой является важнейшим фактором энергетической безопасности. Согласно данным Минстроя РФ, в целом по стране на момент 11 января 2017 года зафиксировано 56 аварий на теплоснабжении. Самый высокий уровень аварийности продемонстрировала сфера теплоснабжения (48% от общего числа): в ней произошло 125 нарушений (33 инцидента и 92 аварии). Наибольшее количество технологических нарушений в теплоснабжении произошло в Санкт-Петербурге (18), Смоленской (11) и Тверской областях (11). В пятерке лидеров этого официального антирейтинга также Ивановская (7) и Московская области (5). В тройку регионов, где произошло больше всего нарушений в сфере горячего водоснабжения, вошли Смоленская область (10), Санкт-Петербург (10) и Тверская область (10) [4].

Подобная статистика означает, что объекты теплоснабжения требуют определенных усилий на поддержание своего оптимального рабочего состояния в соответствии с требованиями к устойчивости работы объектов экономики в условиях ЧС.

Исследование устойчивости проводится в соответствии с постановлением Правительства РФ (от 7.5.1981г. №249-13) «О проведении научно-исследовательских работ (НИР) по повышению устойчивости функционирования ОЭ» не реже одного раза в 5 лет. Основные требования к устойчивости работы ОЭ в условиях ЧС, пути её повышения, а также и общие принципы проектирования ОЭ, разработки инженерно-технических мероприятий (ИТМ) ГОЧС по повышению устойчивости работы строящихся и реконструируемых ОЭ в ЧС мирного и военного времени заложены и представлены в следующих основных регламентирующих нормативных документах:

1. Строительные нормы и правила. Инженерно-технические мероприятия (ИТМ) ГО (СНиП 2.01.51 – 90).

2. Инструкция о порядке разработки согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений (СНиП 11-05-95).

Она включает и требования об обязательной разработке в проектной документации специального раздела, трактующего вопросы обеспечения защиты населения и территорий в ЧС мирного и военного времени.

3. Свод правил по проектированию и строительству. Порядок разработки и состав раздела «Инженерно-технические мероприятия ГО. Мероприятия по предупреждению ЧС» проектов строительства /СП 11-107-98(СП-98). Он определяет состав, принципы разработки ИТМ ГОЧС и устанавливает порядок получения исходных данных, требований, состав и содержание, а также порядок проведения экспертизы раздела «ИТМ ГО. Мероприятия по предупреждению ЧС» (далее ИТМ ГОЧС) проектов строительства предприятий, зданий и сооружений на территории РФ независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.

На основе этих СНиП, СП разработаны и ведомственные нормативные документы, дополняющие требования применительно к той или иной отрасли. Например, СНиП 2.01.51–93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы»; СНиП 2.05.13–93 «Нефтепроводы, прокладываемые на территории городов и других населённых пунктов» и др.

1 Объект и методы исследования

1.1 Общие сведения о котельных

Котельная установка – совокупность котла и вспомогательного оборудования, включающего в себя: топливное хозяйство (в газифицированных котельных – систему газоснабжения); дутьевые вентиляторы и воздуховоды; дымососы, сборные газоходы и дымовую трубу; оборудование водоподготовки; насосы различного назначения; теплообменные аппараты; установки утилизации теплоты отходящих газов; редукционно-охладительные установки; баки различного назначения (питательные, конденсационные, баки-аккумуляторы горячей воды); устройства продувки котлов; системы автоматического регулирования и безопасности сжигания топлива; тепловой щит или пульт управления; трубопроводы и установленную на них арматуру; устройства вентиляции [5].

Котельные могут подразделяться по виду используемого топлива:

- Газовые
- Жидкотопливные
- Твердотопливные

По типу размещения

- Блочно-модульные
- стационарные

По степени механизации:

- Ручные
- Механизированные
- Автоматические

По степени надежности отпуска тепла потребителям

- Первой категории, если нарушение подачи тепла и ГВС связано с опасностью для людей и ущербом для экономики предприятия
- Второй категории – для остальных потребителей

1.2 Технология производства тепловой энергии в газовой котельной

Современная котельная установка представляет собой сложное техническое сооружение и состоит из котла и вспомогательного котельного оборудования, размещенного в помещении котельной или вне ее границ и предназначенного для производства пара с необходимыми параметрами или для подогрева горячей воды, или того и другого одновременно [6].

В состав котла входят: топка, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, обмуровка, каркас с лестницами и площадками, а также арматура и гарнитура.

К вспомогательному оборудованию относятся: тягодутьевые и питательные устройства, оборудование водоподготовки, топливоподачи, а также контрольно-измерительные приборы и системы автоматизации.

Технологический процесс получения пара осуществляется в следующей последовательности. Топливо при помощи горелочных устройств вводится в топку, где и сгорает. Воздух, необходимый для сгорания топлива, подается в топку дутьевым вентилятором или подсасывается через колосниковую решетку - при естественной тяге.

Для улучшения процесса сгорания топлива и повышения экономичности работы котла воздух перед подачей в топку может предварительно подогреваться дымовыми газами в воздухоподогревателе.

Дымовые газы, отдав часть своего тепла радиационным поверхностям нагрева, размещенным в топочной камере, поступают в конвективную

поверхность нагрева, охлаждаются и дымососом удаляются через дымовую трубу в атмосферу.

Сырая водопроводная вода проходит через катионитовые фильтры, умягчается и далее поступает в деаэратор, где из нее удаляются коррозионно-активные газы (O_2 и CO_2) и стекает в бак деаэрированной воды. Из бака питательная вода забирается питательным насосом и подается в паровой котел.

Пройдя по поверхностям нагрева, вода нагревается, испаряется и собирается в верхнем барабане. Из котла пар направляется в общекотельный паровой коллектор и затем подается потребителям.

1.3 Порядок оценки устойчивости функционирования ОЭ.

Задача повышения устойчивости ОЭ закреплена за единой государственной системой по предупреждению и ликвидации ЧС. Согласно федеральному закону №28 «О гражданской обороне» обеспечение устойчивости функционирования организаций, необходимых для выживания населения при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера является одной из основных задач в области гражданской обороны [7].

Повышение устойчивости функционирования организации (объекта экономики) в чрезвычайной ситуации это *комплекс мероприятий по предотвращению или снижению угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения и материального ущерба в ЧС, а также подготовке к проведению спасательных и других неотложных работ в зоне ЧС* [8].

Оценка устойчивости функционирования предприятия проводится комиссией по повышению устойчивости функционирования экономики в муниципальном образовании.

Этапы изучения устойчивости функционирования объекта экономики:

- 1 этап – организационный,
- 2 этап – исследовательский,
- 3 этап – разработка и планирование мероприятий по повышению устойчивости работы объекта.

Составляется отчётный доклад, разрабатываются и планируются мероприятия по повышению устойчивости работы объекта, которые включаются в *план мероприятий по повышению устойчивости*.

2 Обзор устойчивости теплоснабжения от газовой котельной

2.1 Исходные данные

Согласно данным предоставленным теплоснабжающей организацией котельная обеспечивает всю многоквартирную застройку и общественно-деловую застройку части населенного пункта тепловой энергией 6,45 Гкал/час, однако суммарная нагрузка фактических потребителей составляет 5,65 Гкал/ч.

Класс опасности объекта – III.

Наибольшая рабочая смена: 6 человек.

Котельная оснащена водогрейными котлами суммарной установленной мощностью 7.5 МВт.

Система теплоснабжения находится в северо-западной части республики Алтай.

Климат района резко-континентальный. Средняя температура зимы – -15,4 градуса. Летом температура может резко варьироваться от – 9-15 до 40 градусов по Цельсию. Абсолютная амплитуда годовых колебаний температуры воздуха составляет 89 °С.

Наиболее опасные природные явления:

- сильные морозы;
- грозы;
- ливни с интенсивностью 30 мм/час и более;
- снегопады, превышающие 20 мм за 24 часа;
- град с диаметром частиц более 20 мм;
- гололед с толщиной слоя отложений более 200 мм;
- сильные ветры со скоростью более 35 м/с (ураганы).

Сейсмичность региона согласно СНиП II-7-81 составляет 8 баллов. Система теплоснабжения не находится в зоне обвалов, осыпей, оползней.

Основание фундамента – грунты–суглинки легкие пылеватые тугопластичные, непрасадочные, ненабухающие.

К территории объекта имеются подъездные автодороги. Внутри территории к основным технологическим объектам и объектам противопожарного назначения проложена сеть подъездных дорог.

Способ регулирования отпуска тепловой энергии

Отпуск тепловой энергии на нужды отопительной системы осуществляется по температурному графику с погодо-зависимым регулированием. Система теплоснабжения организована по закрытой схеме. Тепловые сети от котельной четырехтрубные, с подачей теплоносителя на отопление и горячее водоснабжение.

Предоставленная нагрузка системы отопления – 5,119 Гкал/ч, горячего водоснабжения (ГВС) – 0,53 Гкал/ч [9].

Состав основного оборудования

В состав котельного оборудования входит один водогрейный котел типа КВСА 4.5 и один водогрейный котел типа КВСА 3.

На котельной в качестве основного топлива используется природный газ. Котельная производит тепловую энергию в виде горячей воды на нужды отопления и горячего водоснабжения. Аварийное резервное топливо – дизельное зимнее.

Природный газ через ГРП на котельной поступает на горелочные устройства котлов. Отходящие газы отводятся через газоходы в дымовые трубы.

В котельной предусмотрено автоматическое погодо-зависимое регулирование отпуска тепловой энергии. Котельная автоматизирована без возможности дистанционного управления процессом, требует постоянного

присутствия оперативного персонала до решения вопроса по диспетчеризации объектов теплоснабжения и проведения организационных мероприятий на основании проектного решения по диспетчеризации объектов теплоснабжения. Котлы работают в режиме поддержания постоянной температуры сетевой воды на выходе из котельной.

В котельной организован учет потребленной электроэнергии, холодной воды и природного газа, а также организован учет отпуска тепловой энергии.

Состав и краткая характеристика основного оборудования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав и характеристика основного оборудования котельной.

№ п/п	Тип котлоагрегата	Год ввода в эксплуатацию	Количество	Установленная мощность МВт	Располагаемая мощность МВт
1	КВСА 4,5	2010	1	4,5	4,5
2	КВСА 3	2010	1	3	3
Итого			2	7,5	4,5

Фактические данные по выработке тепловой энергии за три года представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Фактические данные по котельным за три года.

Год	Вид топлива	Располагаемая мощность (Гкал/ч)	Подключенная нагрузка (Гкал/ч)	Выработка теплоэнергии (Гкал)	Расход на собственные нужды (Гкал)	Отпуск т/энергии с коллекторов (Гкал)	Потери в сетях (Гкал)	Полезный отпуск (Гкал)	КПД (фактический)
2011	газ	6,45	5,512	9883,1	286,6	9580,07	1336,2	8260,3	92%
2012	газ	6,45	5,512	10483,0	323,65	301,9	1403,7	8777,4	
2013	газ	6,45	5,512	8947,1	30,94	92,2	1245,4	7609,5	

Все материалы и оборудование сертифицированы для применения на территории России. Вспомогательное оборудование котельной представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование котельной.

№ п/п	Обозначение	Наименование	Характеристика	Кол-во
1	Maxivarem R2 500 471	Мембранный бак	500 л	4
2	NT150 LHV/CD-10/54	Теплообменник пластинчатый	Тепловая мощность 2,7 МВт	2
3	NT100 TV/CDL-10/24	Теплообменник ГВС пластинчатый	Тепловая мощность 1,05 МВт	2
4	TP 150-130/4	Насос сетевой 1го контура	Производительность 205,4 м ³ /ч, напор 9,2 м. вод. ст., с эл/дв мощностью 7,5 кВт, n=1450 об/мин	1
5	TP 100-110/4	Насос сетевой 1го контура	Производительность 91,2 м ³ /ч, напор 8,7 м. вод. ст., с эл/дв мощностью 3 кВт, n=1455 об/мин	1
6	TP 100-60/4	Насос рециркуляционный	Производительность 63,7 м ³ /ч, напор 4,7 м. вод. ст., с эл/дв мощностью 1,1 кВт, n=1430 об/мин	1
7	K150-125-315	Насос сетевой 2го контура	Производительность 200 м ³ /ч, напор 32 м. вод. ст., с эл/дв мощностью 30 кВт, n=1465 об/мин	2
8	NB 40-160/158	Насос контура ГВС	Производительность 39,4 м ³ /ч, напор 31,3 м. вод. ст., с эл/дв мощностью 5,5 кВт, n=2920 об/мин	2
9	CR 3-8	Насос подпиточный	Производительность 3 м ³ /ч, напор 52,8 м. вод. ст., с эл/дв мощностью 0,75 кВт, n=2864 об/мин	2
10	Flamcovent 200 F	Деаэратор	Ду 200, Ру=1 МПа	2
11	КОМПЛЕКСОН-6	Установки химводоподготовки	Расход подпиточной воды до 5 т/ч	1

2.2 Анализ основных факторов и причин, способствующих возникновению аварии

Согласно статистическим данным «Отраслевого руководства РАО «Газпром» основной причиной аварийных ситуаций является разгерметизация оборудования трубопроводов.

Основные поражающие факторы при авариях на системе теплоснабжения:

- Образование и перенос опасных концентраций горючих газов (ГГ) в приземном слое атмосфере;
- Поражение тепловым излучением при воспламенении ГГ;
- Токсическое отравление продуктами горения;
- Поражение воздушной ударной волной при взрыве топливно-воздушной смеси, образовавшейся при утечке ГГ.

В результате аварий в помещении котельной поражающими факторами могут быть:

- Тепловое воздействие выбросами горячей воды при разгерметизации котельного оборудования и трубопроводов;
- Поражение воздушной ударной волной при взрыве котельного оборудования;
- Поражение осколками при разрушении котельного оборудования и трубопроводов;
- Образование опасных концентраций паров ГГ в помещении котельной при разгерметизации газопроводов;
- Поражение тепловым излучением при воспламенении ГГ;
- Поражение воздушной ударной волной при взрыве топливно-воздушной смеси, образовавшейся при утечке ГГ;
- Токсическое отравление продуктами горения.

При возникновении аварийных ситуаций, связанных с разгерметизацией котельного оборудования и трубопроводов, в зоны опасного воздействия поражающих факторов попадает персонал котельной.

Возможные причины аварийных ситуаций:

- Ошибки персонала;
- Отказы оборудования;
- Внешние воздействия.

Причины, связанные с ошибками персонала:

Нарушение обслуживающим персоналом:

- Технологии и последовательности операции при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования
- Норм ведения технологического процесса
- Требований безопасности при выполнении операций, связанных с остановкой и пуском оборудования

Нарушение ремонтным персоналом:

- Требований безопасности при ведении ремонтно-наладочных работ;
- Технологии ремонтных работ, инструкций завода-изготовителя;
- Ошибки при разборке, сборке, наладке, установке и испытании оборудования.

Причины, связанные с отказом оборудования.

Разгерметизация газопровода в результате:

- Механических повреждений;
- Отказов запорной, регулирующей и предохранительной арматуры;
- Дефектов сварных и фланцевых соединений;
- Коррозия, усталость металла.

Причины, связанные с внешними воздействиями:

- Удары молнии, воздействие высоких температур при пожаре, искры от функционирующих внешних установок, террористические акты.

2.3 Возможные сценарии возникновения и развития аварий на объекте

С-1 – Загазованность помещения котельной

Причины аварии – разрыв сварного стыка, свищ в газопроводе, утечка природного газа из фланцевых и резьбовых соединений.

С-2 – Возгорание в помещении котельной

Причины аварии – утечка природного газа из газопровода, загорание ветоши.

С-3 – пожар в помещении котельной, на линиях газопроводов

Причины аварии – разгерметизация оборудования и выход природного газа в атмосферу, воспламенение газовой смеси.

С-4 – взрыв газа в помещении котельной

Причины аварии – внесение открытого огня при нарушении целостности газопроводов, при негерметичности запорных устройств (кранов, вентилей, задвижек).

С-5 – Запах газа на улице

Причины аварии – разрыв сварного стыка, образование свища, негерметичность резьбовых соединений, срабатывание предохранительно-сбросного клапана (ПСК).

С-6 – отравление продуктами горения

Причины аварии – неполное сгорание газа в горелках газовых приборов, отсутствие тяги в дымоходах.

С-7 – землетрясение, ураган, наводнение

Причины аварии – разрушение наружных, внутренних газопроводов с последующей загазованностью помещений.

С-8 – Посторонний предмет на территории котельной. Теракт

Причины аварии – взрывное устройство на территории опасного объекта.

2.4 Характеристика аварийности объекта

За период эксплуатации аварий и инцидентов на данной котельной не зарегистрировано.

Оценка вероятности возникновения и анализ возможных сценариев развития аварий. Анализ возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварийных ситуаций, технологического процесса системы теплоснабжения с позиции определения возможных сценариев развития аварийных ситуаций позволяет констатировать, что в большей степени представляет опасность разгерметизация газопроводов.

Наиболее вероятные сценарии повреждения системы теплоснабжения:

- Свищи диаметром 1-5 см;
- Разгерметизация газопроводов;
- Разгерметизация импульсных линий приборов контроля.

Для расчета приняты сценарии, связанные с разгерметизацией газопроводов и выбросом опасного вещества – С-2, С-3 с последующим формированием полей поражающих факторов.

«Дерево событий возникновения аварийных ситуаций на объекте

Оценка рисков аварий выполнена в виде определения вероятности приведенных выше сценариев. Анализ вероятности возникновения и развития сценариев аварийных ситуаций на объекте основан на построении деревьев отказов и событий с использованием данных РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов».

Возможно использование экспертной классификации событий по частотам их проявления. Суть данной классификации заключается в оценке частоты события путем отнесения к одному из следующих классов: повторяющиеся, умеренно-вероятные, маловероятные, крайне маловероятные, практически невероятные. Диапазоны частот по каждому

классу событий приведены с учетом мировой и отечественной статистик в различных отраслях промышленности.

Классы интенсивности событий:

- Повторяющиеся 10^{-1} в год;
- Умеренно-вероятные 10^{-1} – 10^{-3} в год;
- Маловероятные 10^{-3} – 10^{-4} в год;
- Крайне маловероятные 10^{-4} – 10^{-6} в год;
- Практически невероятные 10^{-6} в год.

Каждый из сценариев может быть реализован одним из нескольких классов событий. Самыми критичными событиями на котельной по вероятности реализации можно считать ошибки персонала, повреждения задвижек, газопроводов. Анализ вероятных сценариев аварийных ситуаций основывался на построении деревьев отказов событий.

Указанные оценки оказываются несколько выше рекомендаций международных норм, которые полагают приемлемый риск для аварий с катастрофическими последствиями на уровне 10^{-5} в год. Утвержденных отечественных нормативов в настоящее время нет.

Учитывая особенности промышленной безопасности в России, когда более 90 % предприятий не отвечают требованиям международного уровня безопасности, устанавливать высокие международные требования по допустимому риску для данного объекта нецелесообразно. Поэтому оценку риска для аварий с выбросом опасного вещества на ОПО 10^{-4} – 10^{-5} можно считать приемлемой.

Вывод: уязвимым элементом в работе газовой котельной является газопровод, так как при воздействии поражающих факторов ЧС теряет способность функционировать и может вызвать полную остановку производственного процесса.



Рисунок 1 – Дерево отказов при работе газовой котельной

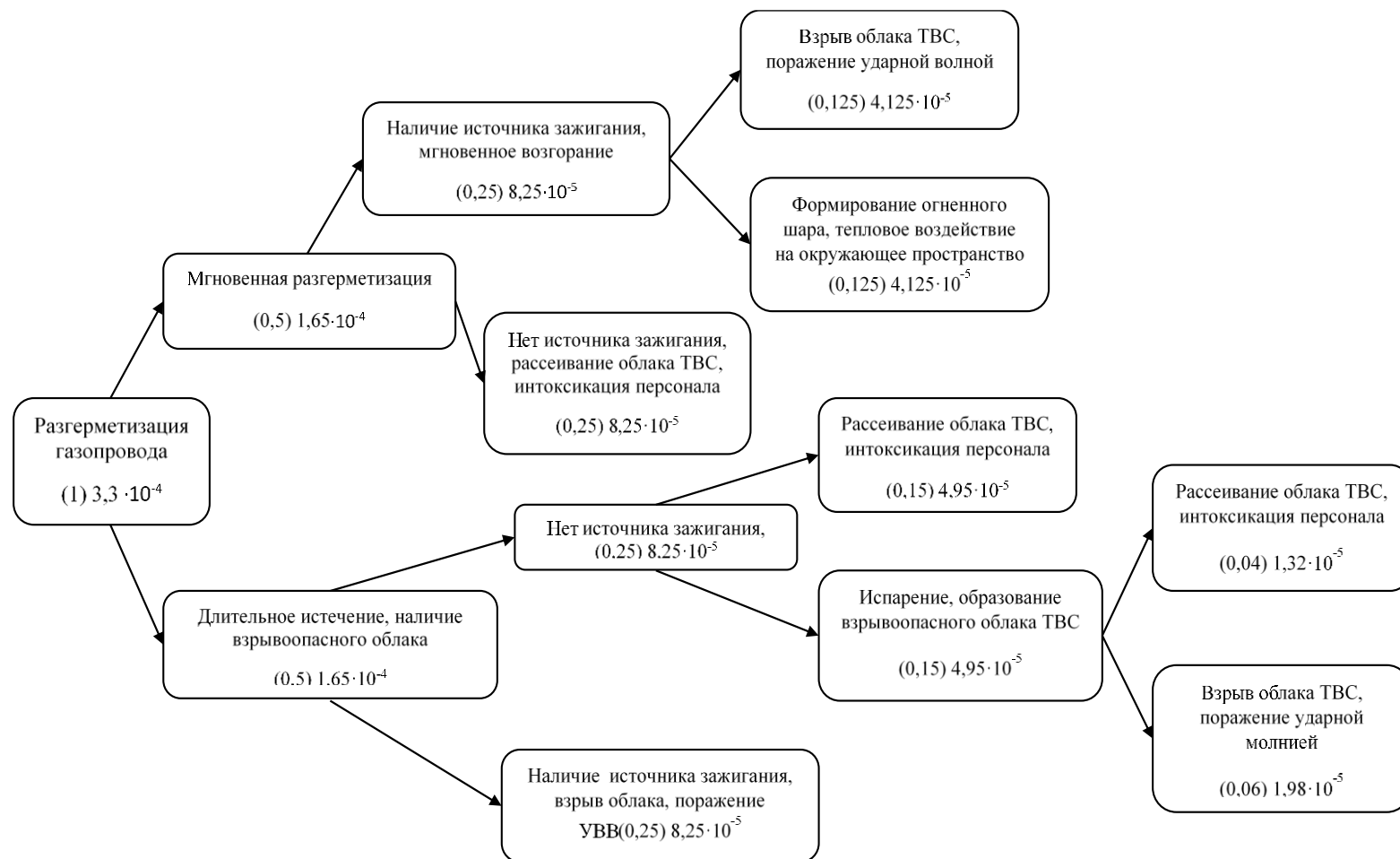


Рисунок 2 – Дерево событий при аварии на газовой котельной.

Результаты расчетов вероятных зон действия поражающих факторов

С-2 – пожар в помещении котельной, на линиях газопроводов

Причины аварии – разгерметизация оборудования и выход природного газа в атмосферу, воспламенение газовой смеси.

С-3 – Взрыв газа в помещении котельной

Причины аварии – внесение открытого огня при нарушении целостности подземного (надземного газопроводов), при негерметичности запорных устройств (кранов, вентилей, задвижек).

2.5 Аварии на транспорте, способные вызвать ЧС на объекте

На ул.Поселковая, по которой возможна перевозка ГСМ, СУГ, при разливе (выбросе, взрыве) которых возможно образование зон разрушения и пожаров, в которые может попасть проектируемый объект.

При оценке возможного воздействия на объект рассмотрена авария при транспортировке горюче-смазочных материалов (ГСМ), сжиженные углеводородные газы (СУГ) автомобильным транспортом.

Методика расчета пожара разлива.

Расчет этой аварийной ситуации производится по методике определения расчётных величин пожарного риска на производственных объектах [10].

Эта методика позволяет вычислить интенсивность теплового излучения q (кВт/м²) для пожара пролива ЛВЖ, ГЖ, сжиженного природного газа (далее - СПГ) или СУГ используя данные о среднеповерхностной интенсивности теплового излучения пламени, кВт/м²;

Об угловом коэффициенте облученности; коэффициенте пропускания атмосферы. Величина интенсивности теплового излучения используется для

вычисления условной вероятности (Q_i) поражения человека при воздействии теплового излучения на рассматриваемом расстоянии от очага пожара. Условная вероятность поражения человека определяется величиной

«пробит» функции P_r .

Аварии с ГСМ и СУГ на ближайших транспортных магистралях.

Характеристики параметров, определяющих развитие аварийной ситуации, вследствие разгерметизации цистерны содержащей ЛВЖ приведены в таблице 6.

Таблица 4 – Параметры, определяющие развитие аварии

Наименование	Ед. изм.	Значение
Емкость автоцистерны	м ³	8
Объем перевозимого бензина в автоцистерне	м ³	7,2
Класс окружающего пространства	Класс	4
Режим взрывного превращения	-	5
Условия растекание бензина	-	Свободно
Толщина слоя растекшегося бензина	м	0,05

Воздействие интенсивности теплового излучения на людей, находящихся в районе расположения проектируемого объекта, на открытом пространстве определяется по формулам 1 – 11.

Отличительной чертой пожаров разлития является «накрытие» (рисунок 1) с подветренной стороны. Накрытие может составлять 25 – 50 % диаметра пролива d (м), определяемого по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad (2.5.1)$$

где S – площадь пролива, м².

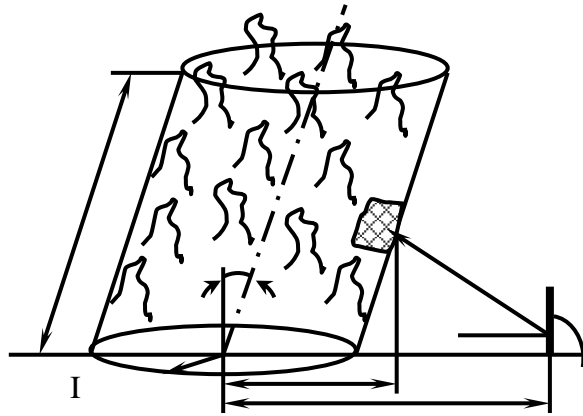


Рисунок 3 – Расчетная схема пожара разлития

Рассчитывается высота пламени H (м), по формуле

$$H = 42d \left(\frac{m}{\rho_a \sqrt{gd}} \right)^{0,61} \quad (2.5.2)$$

где m – удельная массовая скорость выгорания топлива, кг/(м с);

ρ_a – плотность окружающего воздуха, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с².

Определяется угловой коэффициент облученности F_q по формуле

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_H^2} \quad (2.5.3)$$

где F_v , F_H – факторы облученности для вертикальной и горизонтальной

площадок соответственно, определяемые с помощью выражений.

$$F_v = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{S_1} \cdot \arctg \left(\frac{h}{\sqrt{S_1^2 - 1}} \right) + \frac{h}{S_1} \left\{ \begin{array}{l} \arctg \left(\sqrt{\frac{S_1 - 1}{S_1 + 1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \\ \arctg \left(\sqrt{\frac{(A+1)(S_1 - 1)}{(A-1)(S_1 + 1)}} \right) \end{array} \right\} \right] \quad (2.5.4)$$

$$A = \frac{(h^2 + S_1^2 + 1)}{2S_r} \quad (2.5.5)$$

$$S_r = 2r/d \quad (2.5.6)$$

где r – расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта),

$$h = 2H/d; \quad (2.5.7)$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \left[\frac{\left(B - \frac{1}{S_1} \right)}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S_1 - 1)}{(B-1) \cdot (S_1 + 1)}} \right) - \frac{(A - 1/S_1)}{\sqrt{A^2 - 1}} \right] \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(A+1)(S_1 - 1)}{(A-1)(S_1 + 1)}} \right) \quad (2.5.8)$$

$$B = (1 + S_2) / (2S), \quad (2.5.9)$$

Определяется коэффициент пропускания атмосферы τ по формуле

$$\tau = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} (r - 0,5d)] \quad (2.5.10)$$

Интенсивность теплового излучения q (кВт/м²), рассчитывается по формуле

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \quad (2.5.11)$$

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

F_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

E_f принимается на основе имеющихся экспериментальных данных.

Для некоторых жидких углеводородных топлив указанные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени в зависимости от диаметра очага и удельная массовая скорость выгорания для некоторых жидких углеводородных топлив

Топливо	E_f , кВт/м ² , при d , м					m , кг/(м ² · с)
	10	20	30	40	50	
СПГ (метан)	20	80	50	30	20	0,08
СУГ (пропан-бутан)	0	3	0	3	0	0,1
Бензин	0	7	5	8	5	0,06
Дизельное топливо	0	2	5	1	8	0,04
Нефть	5	9	5	2	0	0,04

Примечание – для диаметров очага менее 10 м или более 50 м следует принимать E_f такой же, как и для очагов диаметром 10 м и 50 м соответственно

Условная вероятность (Q_i) поражения человека при воздействии теплового излучения на рассматриваемом расстоянии от очага пожара определяется величиной «пробит» функции P_r по формуле

$$P_r = -14,9 + 2,56 \ln(t \cdot q^{1,33}) \quad (2.5.12)$$

где t – эффективное время экспозиции, с;

q – интенсивность теплового излучения, кВт/м².

Для пожара пролива ЛВЖ эффективное время экспозиции определяется по формуле

$$t = t_0 + x/u, \quad (2.5.13)$$

где t_0 – характерное время обнаружения пожара, с (допускается принимать $t_0 = 5$ с);

x – расстояние от места расположения человека до зоны, где q не превышает 4 кВт/м²;

u – скорость движение человека, м/с (допускается принимать

$u = 5$ м/с).

С помощью таблицы «Значение условной вероятности поражения человека в зависимости от P_r » ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля», находим данную величину. Результаты расчетов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчетов

Наименование величины	Единицы измерения	Значение
Площадь пролива ЛВЖ (бензин), S	м ²	144
Расстояние от геометрического центра пролива до объекта, r	м	37
Удельная массовая скорость выгорания топлива, m	кг/(м·с)	0,06
Плотность окружающего воздуха, ρ_v	кг/м ³	1,2
Ускорение свободного падения, g	м/с ²	9,81
Эффективный диаметр пролива, d	м	13,5
Высота пламени, H	м	18

Продолжение таблицы 5.

Угловой коэффициент облученности, F_q	-	0,00008
Коэффициент пропускания атмосферы, t	-	0,8613
Интенсивность теплового излучения, q	кВт/м ²	4,2
Условная вероятность поражения человека, Q_i	-	0,9

Значение интенсивности теплового потока, ограничивающее опасную зону, должно быть менее 4 кВт/м². Оно достигается на расстоянии 45 м от центра пожара. Объект находится в непосредственной близости от дороги, поэтому попадает в опасную зону теплового воздействия при пожаре свободно разлитого бензина из автоцистерны.

Время горения бензина в разливе $\tau_{гор}$, с, можно найти из формулы 14

$$\tau_{гор} = \frac{V_{гор} \cdot \rho_{гор}}{m \cdot F_{раз}}, \quad (2.5.14)$$

где $V_{гор}$ – объем разлившегося горючего, м³;

$\rho_{гор}$ – плотность горящего нефтепродукта, кг/м³;

m – массовая скорость выгорания, м/с;

$F_{раз}$ – площадь разлива, м².

$$\tau_{гор} = \frac{7,2 \cdot 751}{0,06 \cdot 144} = 626;$$

$$\tau_{гор} = 626 \text{ с.}$$

Вероятность поражения жителей можно определить с помощью функции «пробит», которая зависит от интенсивности теплового потока и времени его действия $P_R = f(t; q_R)$, находится из формулы 15:

$$P_r = -14,9 + 2,56 \ln \left(t \cdot q_R^{\frac{4}{3}} \right), \quad (2.5.15)$$

Определим безопасное, допустимое и опасное время нахождения человека в административном здании методом подбора:

при $t = 4825$ с

$$P_r = -14,9 + 2,56 \times \ln (4825 \times 0,824^{4/3}) = 2,67 - \text{зона безопасности};$$

при $t = 11980$ с

$Pr = -14,9 + 2,56x \ln(11980x 0,824^{4/3}) = 5,00$ – зона допустимого воздействия;

при $t = 29800$ с

$Pr = -14,9x 2,56x \ln(29800x 0,824^{4/3}) = 7,33$ – опасная зона.

Критерий оценки параметров опасных и безопасных зон для жителей от пожаров представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Критерий оценки параметров опасных и безопасных зон для персонала объекта от пожаров

Значение функции «пробит»	Вероятность опасного воздействия P	Название зоны	Характеристика поражающего воздействия
Менее 2,67	Менее 0,01	Зона безопасности	Отсутствие чувствительности к тепловому воздействию продолжительное время
Более 2,67, но менее 5,0	От 0,01 до 0,5	Зона допустимого воздействия	Появляется чувствительность к тепловому потоку, может появиться покраснение кожи
Более 5,0, но менее 7,33	От 0,5 до 0,99	Опасная зона	Появление нетерпимости к тепловому потоку, при непродолжительном воздействии появляются ожоги
Более 7,33	Более 0,99	Чрезвычайно опасная зона	Кратковременное воздействие вызывает нестерпимую боль, тяжелые ожоги

Таким образом, время нахождения человека на удалении 20 м от границы пожара при интенсивности теплового потока в $0,824 \text{ кВт/м}^2$ составляет: безопасное – 10 мин 25 сек; опасное – 30 мин 40 сек; чрезвычайно опасное – 45 мин 40 сек.

За это время пожарными службами удастся погасить очаг пожара, таким образом, время нахождения человека в здании ограничено (опасная зона).

Расчет зоны взрывоопасных концентраций с последующим взрывом ТВС (зона мгновенного поражения пожара-вспышки) произведен в соответствии с «Методикой оценки последствий аварий на пожаровзрывоопасных объектах», Москва, 1994 г.

Независимо от характера разгерметизации образующееся облако ТВС в 20 % случаев рассеивается. В остальных случаях происходит воспламенение облака. Это с равной вероятностью приводит к взрывному превращению облака или образованию «огненного шара».

Характеристики зон действия основных поражающих факторов (избыточное давление при взрыве) приведены в таблице 7, 8.

Таблица 7 – Поражение людей при взрывах облака ТВС

Объект	Объем резервуара, м ³	Объем жидкости, м ³	Масса ЛВЖ, т	Показатели поражения	
				процент пораженных	радиус зоны, м
Автоцистерна	8	7,2	5,2	60	10
				12	50
				4	100
				1	140

Таблица 8 – Степень разрушения наземных зданий и сооружений при взрывах облака ТВС

Объект	Объем резервуара, м ³	Объем жидкости, м ³	Масса ЛВЖ, т	Показатели поражения	
				степень разрушения	радиус зоны, м
Автоцистерна	8,0	7,2	5,2	полная	8
				сильная	30
				средняя	50
				слабая	75
				Расстеклен ия	210

На основании данных таблиц видно, что проектируемый объект входит в зону поражения при аварии со взрывом автоцистерны.

Характеристики степеней разрушений зданий и степени поражения людей приводятся в таблице 9, 10.

Таблица 9 – Характеристика степеней разрушения зданий

Степени разрушения	Характеристика разрушения
Слабые	Частичное разрушение внутренних перегородок, кровли, дверных и оконных коробок, легких построек и др. Основные несущие конструкции сохраняются. Для полного восстановления требуется капитальный ремонт
Средние	Разрушение меньшей части несущих конструкций. Большая часть несущих конструкций сохраняется и лишь частично деформируется. Может сохраняться часть ограждающих конструкций – стен, однако при этом второстепенные и несущие конструкции могут быть частично разрушены. Здание выводится из строя, но может быть восстановлено
Сильные	Разрушение большей части несущих конструкций. При этом могут сохраняться наиболее прочные элементы здания, каркасы, ядра жесткости, частично стены и перекрытия нижних этажей. При сильном разрушении образуется завал. Восстановление возможно с использованием сохранившихся частей и конструктивных элементов. В большинстве случаев восстановление нецелесообразно
Полные	Полное обрушение здания, от которого могут сохраниться только поврежденные (или неповрежденные) подвалы и незначительная часть прочных элементов. При полном разрушении образуется завал. Здание восстановлению не подлежит

Таблица 10 – Степень поражения людей

Избыточное давление, ΔP (кПа)	Степень поражения людей
20	Разрывы барабанных перепонок. Небольшие кровотечения в легкие (поражение первой степени)
50	Общее потрясение организма, болезненный удар по голове, кровоизлияние в легкие, межмышечное кровоизлияние, гиперемия мозга, иногда перелом ребер (поражение второй степени)
70	Давление трудно переносимое организмом, вызывающее состояние контузии (поражение третьей степени)
100 – 150	Переломы ребер, гиперемия сосудов мягкой мозговой оболочки
300	Летальный (смертельный) исход

Вывод: Объект попадает в зону сильных разрушений при аварии с ГСМ и СУГ на автомобильной дороге.

2.6 Влияние пожар и взрыва в помещении котельной на газорегуляторный пункт (ГРП)

ГРП предназначен для снижения давления газа и поддержания его в заданных пределах. На заданной котельной ГРП находится в 15 метрах от котельной. В этом разделе нужно рассчитать зоны действия поражающих факторов при пожаре и взрыве в помещении котельной на ГРП.

Расчеты были выполнены по методике [11]. Результаты расчетов представлены в таблицах 11,12.

Пожар в помещении котельной.

Таблица 11– Расчет зон действия поражающих факторов

Параметр	Количество, размер
Масса опасного вещества, т	0,032
Параметры огненного шара	
Диаметр шара	16,6 м
Время существования огненного шара	2,64 с
Болевой порог (при интенсивности теплового излучения огненного шара равного 1,4 кВт/м ²).	63 м
Ожог первой степени при интенсивности теплового излучения равного 9,6 кВт/м ²	30,1 м
Ожог второй степени при интенсивности теплового излучения равного 27,4 кВт/м ²	17,9 м
Ожог третьей степени при интенсивности теплового излучения равного 49,0 кВт/м ²	11,3 м

Взрыв в помещении котельной

Согласно результатам расчетов, при аварии высвобождается масса опасного вещества равная 0,13 т.

Таблица 12 – Параметры избыточного давления, возникающего при взрыве облака топливно-воздушной смеси (ТВС).

Параметр	Количество, размер
Характер воздействия/критическое значение избыточного давления, кПа	Расстояние распространения УВВ, м /величина импульса волны давления, Па·с
Тяжелые разрушения зданий/100	12,05/207,01
Средние разрушения зданий/53	16,93/147,34

Продолжение таблицы 12.

Слабые разрушения зданий/28	24,75/100,79
Умеренные повреждения зданий/12	44,13/56,52
Нижний порог повреждения человека/5	88,2/28,28

Выводы: ГРП попадает в зону средних разрушений

2.7 Оценка устойчивости технологического состояния газовой котельной

Оценка надежности системы газоснабжения. Газ подается по двум независимым газопроводам через две газораспределительные станции. Они размещаются за пределами города с разных сторон.

На газовых сетях установлены отключающие устройства. на газопроводах стоит запорная арматура с дистанционным управлением и краны, автоматически прекращающие подачу газа при разрыве труб, что позволяет отключить газовые сети определенных участков промышленного объекта.

Оценка надежности оборудования котельной. По данным внутриобъектовых документов была исследована статистика отказов и ремонта оборудования газовой котельной за 2015-2016 гг. Статистика выглядит следующим образом:

1. Счетчики – 29%
2. Автоматика – 27%
3. Насос сетевой – 13%
4. Мембранный бак – 11%
5. Насос контура ГВС – 9%
6. Деаэратор – 4,7%
7. Установки химводоподготовки – 2,3%

8. Насос рециркуляционный – 2,1%
9. Насос подпиточный – 1,4%
10. Теплообменник пластинчатый – 0,5%

Система энергоснабжения. Оборудование котельной работает от внешней электросети. Предусмотрены в качестве двух независимых источников энергоснабжения две трансформаторные станции.

Резервное топливное хозяйство. Существует проблема износа магистральных газопроводов, и распределительных сетей. В то же время нагрузки по транспорту газа постоянно возрастают. В таких условиях вероятность аварий на газовых сетях сильно возрастает, что обуславливает необходимость аварийного топлива. На котельной используется в качестве аварийного топлива дизель.

Молниезащита дымовых труб. Для защиты людей от поражения электрическим током предусмотрено защитное заземление и уравнивание потенциалов, что соответствует требованиям главы 1-7 ПУЭ. Для уравнивания потенциалов установлен магистральный проводник системы уравнивания потенциалов по периметру котельной на отметке 0,4, выполненный из стали полосовой 40×4 мм. Внутренний контур заземления подключен болтами к главной заземляющей шине (ГЗШ) двумя проводниками ПВЗ-1×25. В качестве главной заземляющей шины принята шина РЕ вводного щита.

Котельная города размещена в специальном отдельно стоящем сооружении. Здание котельной имеет облегчённое перекрытие и лёгкое стеновое заполнение.

Тепловая сеть построена по кольцевой системе, трубы отопительной системы проложены в специальных каналах. Запорные и регулировочные вентили размещены на территории, не заваливаемой при разрушении зданий и сооружений. На тепловых сетях стоит запорная и регулирующая арматура (задвижки, вентили и т.п.), предназначенная для отключения повреждённых участков.

В качестве итога по исследованию устойчивости функционирования газовой котельной была выполнена проверка на соответствие характеристик газовой котельной требованиям СП 89.13330.2012 «Котельные установки» [12]

Таблица 13 – Выполнение проектных требований к газовой котельной

Требования к газовой котельной	Отметка о выполнении требований
Здание газовой котельной выполнено из материалов I и II степени огнестойкости класса пожарной опасности С0	+
При использовании жидкого и газообразного топлива в помещении котельной следует предусматривать легкобрасываемые ограждающие конструкции	+
Предел огнестойкости ограждающих конструкций помещений, в которых располагается электрооборудование с количеством масла в единице оборудования 60 кг и более – REI 45.	+
Стены внутри производственных зданий котельной гладкие и окрашены водостойкой краской в светлых тонах; пол помещения котельной выполнен из негорючих и легкосмываемых материалов	+
Котельная обеспечена двумя независимыми источниками электропитания.	+
Газоходы, через которые подаются отходящие газы имеют взрывные клапаны с отводами, предназначенными для удаления газов в места, безопасные для обслуживающего персонала, при их срабатывании	+
Котлы должны быть оборудованы средствами очистки конвективных поверхностей нагрева и воздухоподогревателей.	+
Воздухоподогреватели котлов должны быть оборудованы средствами пожаротушения. В качестве основного противопожарного средства следует использовать воду.	+
Растопочные горелки действующих котлов оснащены запально-защитными устройствами.	+
Возможность отключения подачи топлива на горелку вручную с площадки обслуживания.	+
Расчет дымовой трубы и выбор конструкции защиты внутренней поверхности ее ствола от агрессивного воздействия среды должны выполняться, исходя из условий сжигания основного и резервного топлива.	+

Продолжение таблицы 13

<p>При проектировании следует предусматривать защиту от коррозии наружных стальных конструкций кирпичных и железобетонных дымовых труб, и поверхностей стальных дымовых труб.</p>	<p>+</p>
<p>Для управления работой котлов и обеспечения безопасных режимов эксплуатации котельная оснащена:</p> <ul style="list-style-type: none"> • устройствами, предохраняющими от повышения давления (предохранительными устройствами); • указателями уровня воды; • манометрами; • приборами для измерения температуры среды; • запорной и регулирующей арматурой; • приборами безопасности. 	<p>+</p>
<p>Каждый элемент котла, внутренний объем которого ограничен запорными органами защищен предохранительными устройствами, автоматически предотвращающими повышение давления сверх допустимого путем выпуска рабочей среды в атмосферу.</p>	<p>+</p>
<p>Предохранительные клапаны должны иметь устройства (отводные трубы) для защиты обслуживающего персонала от ожогов при срабатывании клапанов.</p> <p>Отводящие трубопроводы должны быть защищены от замерзания и оборудованы устройствами для слива конденсата, причем как на отводящих трубопроводах, так и на сливных устройствах не должно быть запорных органов.</p>	<p>+</p>
<p>Водогрейный котел должен быть снабжен водопробным краном, установленным в верхней части барабана котла, а при отсутствии барабана - на выходе воды из котла в магистральный трубопровод (до запорного устройства).</p>	<p>+</p>
<p>Манометры, устанавливаемые на котлах и питательных линиях, должны иметь класс точности не ниже 2,5</p>	<p>+</p>

Продолжение таблицы 13

У водогрейных котлов для измерения температуры воды необходимо устанавливать термометры при входе воды в котел и на выходе из него	+
На паропроводе от котла устанавливают запорный вентиль или задвижку. Запорные органы на паропроводе располагают по возможности ближе к котлу.	+
В проекте водоподготовки предусмотрены решения по обработке воды для питания котлов, систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также по контролю качества воды и пара.	+
При необходимости поддержания требуемого давления газа в котельных предусмотрены газорегуляторные установки (ГРУ), размещаемые непосредственно в котельной, или газорегуляторные пункты (ГРП) на площадке котельной.	Есть ГРП на площадке котельной
Предусмотрена защита оборудования (автоматика безопасности), сигнализация, автоматическое регулирование, контроль, входящие в автоматизированную систему управления технологическими процессами котельной (АСУ ТП).	+
Аварийное электрическое освещение.	+
Для оперативного управления котельной мощностью более 3 МВт предусмотрены следующие виды связи: <ul style="list-style-type: none"> • оперативную диспетчерскую телефонную связь (ОДТС); • командно-поисковую связь (КПС); • городскую телефонную связь (ГТС); • радиофикацию; • электрочасификацию. 	+
Для котельной спроектирована объединенная система водоснабжения для подачи воды на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды.	+

Продолжение таблицы 13

<p>Строительство в районах с сейсмичностью 7 баллов и более</p> <p>В проектах котельных предусматриваться котлы и оборудование, конструкция которых рассчитана изготовителем для установки в районах требуемой расчетной сейсмичности.</p> <p>На вводах и выводах технологических трубопроводов из зданий или сооружений, в местах присоединения трубопроводов к насосам, соединения вертикальных участков трубопроводов с горизонтальными, в местах резкого изменения направления трассы трубопроводов предусмотрены соединения, допускающие угловые и продольные перемещения трубопроводов.</p> <p>На горизонтальных участках газопроводов, на вход в здание котельной следует установлен сейсмодатчик, сблокированный с электромагнитным клапаном, отключающим подачу газа в котельную при появлении сейсмических колебаний.</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>
--	----------------------------

2.8 Мероприятия по повышению устойчивости функционирования газовой котельной

Итогом работы комиссии по ПУФ является создание плана мероприятий по повышению устойчивости функционирования объекта. Мероприятия, предусмотренные планом, должны выполняться в ходе обычного производственного процесса, во время выполнения на объекте работ по капитальному строительству, ремонту и т.д.

Как видно из таблицы 13, для газовой котельной выполнены все проектные требования, в том числе и при особых природных условиях – при землетрясении, так как объект находится в районе с повышенной сейсмичностью. Тем не менее, рекомендуется провести мероприятия по ПУФ.

Мероприятия по повышению устойчивости газовой котельной можно разделить на следующие категории:

- Организационные;
- Инженерно-технические
- Специальные технологические мероприятия.

Организационные мероприятия по проведению противоаварийных мероприятий предполагают заблаговременное планирование действий персонала объекта при возникновении ЧС. Они включают:

- Проверка на работоспособность системы пожарной сигнализации и автоматических установок пожаротушения.
- Уточнение порядка и последовательности проведения мероприятий, предусмотренных графиком безаварийной остановки производства.
- подготовка руководящего состава к работе в ЧС;
- разработка инструкций (наставлений, руководств) по снижению опасности возникновения аварийных ситуаций на объекте, безаварийной остановке производства, локализации аварий и ликвидации последствий, а также по организации восстановления нарушенного производства;
- обучение персонала объекта соблюдению мер безопасности и способам действий при возникновении ЧС, локализации аварий и пожаров, ликвидации последствий и восстановлению нарушенного производства;
- подготовка сил и средств объекта для проведения мероприятий по ликвидации последствий аварийных ситуаций и восстановлению производства;
- создание и содержание в постоянной готовности систем оповещения и управления при ЧС; Проверка на работоспособность системы пожарной сигнализации и автоматических установок пожаротушения.

Инженерно-технические мероприятия направлены на повышение физической устойчивости здания и оборудования котельной и создание условий для его быстрого восстановления.

К числу инженерно-технических мероприятий по повышению устойчивости работы котельной относятся:

- Проверка готовности автономных источников электроснабжения, используемых для безаварийной остановки производства.
- Подготовка оборудования технологических линий и отдельных участков к безаварийной остановке при внезапном отключении внешнего электроснабжения.
- Изготовление по ранее разработанным проектам и образцам специальных защитных устройств, предохраняющих технологическое оборудование от падающих обломков разрушаемого здания

Специальные технологические мероприятия способствуют созданию условий для перевода работы объекта на аварийный режим работы и обеспечению всех видов защиты и спасения людей, попавших в зоны ЧС, и быстрой ликвидации ЧС и ее последствий. К ним относятся:

- перевод объекта на аварийный режим работы;
- подготовка объекта к восстановлению после ликвидации ЧС;
- разработка и внедрение мероприятий по охране территории объекта;
- разработка и внедрение мероприятий по антитеррористической защите территории объекта;
- накопление средств индивидуальной и медицинской защиты.

Перевод объекта на аварийный режим работы включает следующие мероприятия:

- перераспределение персонала объекта по сменам;
- обеспечение наибольшей защиты работающей смены;
- подготовка к безаварийной остановке котлов;
- введение в действие системы оповещения;
- Перевод производства на аварийные источники питания
- усиление охраны территории объекта.

Подготовка объекта к восстановлению включает:

- разработку проекта восстановления объекта;

- подготовку рабочей силы и техники, необходимой для проведения восстановительных работ; Установка устройств повышающих устойчивость технологического оборудования к опрокидывающему воздействию ударной волны.
- Создание резервов, материалов и оборудования для производства ремонтных работ.
- Проведение мероприятий по повышению устойчивости импортного оборудования.
- Создание необходимых резервов технологического оборудования, отдельных узлов и агрегатов.
- Завершение ремонта оборудования.
- Создание резерва средств пожаротушения..
- Создание резерва стройматериалов для обеспечения восстановительных работ.
- Уточнение количества имеющегося аварийного запаса труб и оснащённость аварийно-спасательных подразделений.
- Профилактические работы по повышению устойчивости оборотного водоснабжения для технических нужд.

Результаты исследования

В работе было проведено исследование устойчивости функционирования газовой котельной при чрезвычайных ситуациях.

В ходе проведенного исследования было установлено, что газовая котельная полностью соответствует проектным требованиям согласно СП 89.13330.2012 «Котельные установки». Уязвимым элементом котельной является газопровод. При выходе его из строя в результате ЧС работа котельной может полностью остановиться.

Необходимо проведение дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности и надежности работы газовой котельной нельзя назвать полностью исключенной. Поэтому были предложены дополнительные организационные, инженерно-технические и специальные технологические мероприятия.

Эти решения, по предупреждению ЧС, направлены на предупреждение возможной аварии на объекте позволяют:

- предупредить возникновение ЧС на объекте, снизить их тяжесть;
- предотвратить постороннее вмешательство в деятельность проектируемого объекта;
- вовремя оповестить производственный персонал и посетителей центра о возможных ЧС;
- своевременно приступить к ликвидации последствий аварий.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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 (ФЗ 116) и чрезвычайной дороговизной восстановления подобных объектов в случае возникновения аварии.

Целью данного исследования является изучение устойчивости функционирования газовой котельной в условиях ЧС мирного времени и разработка мероприятий по повышению устойчивости технологического процесса и созданию условий по быстрому восстановлению производства тепловой энергии и горячего водоснабжения после аварии.

Для достижения поставленной цели, были определены следующие задачи:

- Определить потенциальных потребителей;
- Оценить конкурентоспособность по технологии QuaD;
- Определить структуру работ в рамках научного исследования;

- Определить трудоемкость выполнения работ;
- Разработать график проведения научного исследования;
- Рассчитать бюджет научно-технического исследования.

3.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

2) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;

- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбирались исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD оценка проводилась в табличной форме (табл. 14).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивался экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме составили 1.

Таблица 14 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Снижение воздействия на соседние объекты при аварии	0.25	90	100	0.9	0.225
2. Надежность обеспечения теплом и горячим водоснабжением.	0.1	70	100	0.7	0.07
3. Безопасность обслуживания котельной	0.15	80	100	0.8	0.12
4. Снижение воздействия на окружающую среду при аварии	0.1	80	100	0.8	0.08
Экономические критерии оценки эффективности работы по повышению устойчивости функционирования газовой котельной					
5. Цена	0.2	90	100	0.8	0.16
6. Экономическая эффективность работ по ПУФ газовой котельной	0.1	80	100	0.5	0.05
Итого	1	80			0.78

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i \quad 4.1)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = (0.25 \cdot 90) + (0.1 \cdot 70) + (0.15 \cdot 80) + (0.1 \cdot 80) + (0.2 \cdot 80) + (0.1 \cdot 70) + (0.1 \cdot 50) = 22.5 + 7 + 12 + 8 + 16 + 7 + 5 = 77.5$$

По полученным данным средневзвешенного значения показателя качества и перспективности научной разработки $P_{cp} = 77.5$ можно сделать вывод о том, что перспективность разработки выше среднего, значит работу целесообразно выполнять.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 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.

В данном разделе был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей

по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 15.

Таблица 15 – Перечень этапов работ, распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Календарное планирование работ по теме	Студент
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Студент
Теоретические исследования	5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	Студент
	6	Проведение исследования, выполнение поставленных руководителем задач	Студент
	7	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель
Практические исследования	8	Подготовка образцов к исследованию	Студент
	9	Проведение эксперимента	Студент
	10	Обработка полученных данных	Студент, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	11	Работа над выводами по проекту	Студент
	12	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, научный руководитель
Оформление отчета по НИР	13	Составление пояснительной записки к работе	Студент

3.3.2 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.

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5} \quad (4.2)$$

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

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

$t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн. Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож.1} = \frac{3 * 1 + 2 * 3}{5} = 1,8 \text{ чел. -дн.}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$t_{ож.5} = \frac{3 * 8 + 2 * 14}{5} = 10,4 \text{ чел. -дн.}$$

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

$$t_{ож.6} = \frac{3 * 4 + 2 * 10}{5} = 6,4 \text{ чел. -дн.}$$

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

$$t_{\text{ож.7}} = \frac{3 * 7 + 2 * 10}{5} = 8,2 \text{ чел. - дн.}$$

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

$$t_{\text{ож.8}} = \frac{3 * 1 + 2 * 3}{5} = 1,8 \text{ чел. - дн.}$$

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

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

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

$$t_{\text{ож.10}} = \frac{3 * 9 + 2 * 14}{5} = 11 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 11-й работы составило:

$$t_{\text{ож.11}} = \frac{3 * 6 + 2 * 12}{5} = 8,4 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 12-й работы составило:

$$t_{\text{ож.12}} = \frac{3 * 5 + 2 * 10}{5} = 7 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 13-й работы составило:

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях Тр, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} \quad (3)$$

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

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

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

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{p1} = \frac{1,8}{1} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p2} = \frac{3,8}{1} = 4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-й работы:

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

Продолжительность 4-й работы:

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

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p5} = \frac{10,4}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p6} = \frac{6,4}{1} = 6 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p7} = \frac{8,2}{2} = 4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p8} = \frac{8,4}{2} = 4 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p9} = \frac{7}{1} = 7 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 10-й работы:

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

Таким образом, наиболее трудоемкими и продолжительными этапами работы ожидаются этапы 5, 6, 9 и 10.

3.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad 4.4)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad 4.5)$$

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

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

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

Коэффициент календарности в 2017 году составил:

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

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{k1} = 2 * 1,477 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{k2} = 4 * 1,477 = 6 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

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

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{k5} = 10 * 1,477 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{k6} = 6 * 1,477 = 9 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{k7} = 4 * 1,477 = 6 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{k8} = 2 * 1,477 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{k9} = 10 * 1,477 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях

$$T_{k10} = 6 * 1,477 = 9 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 11-й работы в календарных днях

$$T_{k11} = 4 * 1,477 = 6 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 12-й работы в календарных днях

$$T_{k12} = 7 * 1,477 = 10 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 13-й работы в календарных днях

$$T_{k13} = 13 * 1,477 = 20 \text{ кал. дн.}$$

Таблица 16 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность	Длительность работ в календарных днях,
		t _{min} ,	t _{max} ,	t _{ож} ,			
1	Составление и утверждение технического задания	1	3	1,8	Научный руководитель	2	3
2	Календарное планирование работ по теме	2	3	2,4	Студент	2	3
3	Подбор и изучение материалов по теме	3	5	3,8	Студент	4	6
4	Выбор направления исследований	1	2	1,4	Студент	1	1
5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	8	14	10,4	Студент	10	15
6	Проведение исследования по оценке устойчивости функционирования объекта, выполнение поставленных руководителем задач	4	10	6,4	Студент	6	9
7	Согласование полученных данных с научным руководителем	7	10	8,2	Студент, научный руководитель	4	6
8	Подготовка исследования по разработке мероприятий по повышению устойчивости объекта	1	3	1,8	Студент	2	3
9	Проведение исследования по разработке мероприятий по повышению устойчивости объекта	7	14	9,8	Студент	10	15
10	Оценка полученных данных	9	14	11	Студент, научный руководитель	6	9
11	Оценка эффективности полученных результатов	6	12	8,4	Студент, научный руководитель	4	6
12	Работа над выводами по проекту	5	10	7	Студент	7	10
13	Составление пояснительной записки к работе	12	15	13,2	Студент	13	20

Таблица 16 – Календарный план-график выполнения ВКР

№	Вид работ	Исполнители	Кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль			март			апрель			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	3	■												
2	Календарное планирование работ по теме	Студент	3		■											
3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	6			■										
4	Выбор направления исследований	Студент	1			■										
5	Проведение анализа литературы по теме ВКР	Студент	15			■	■	■								
6	Проведение исследования, выполнение поставленных руководителем задач	Студент	9					■	■							
7	Согласование полученных данных с научным руководителем	Студент, научный руководитель	6						■	■						
8	Подготовка образцов для исследования	Студент	3							■						
9	Проведение эксперимента	Студент	15							■	■	■				
10	Оценка полученных данных	Студент, научный руководитель	9									■	■			
11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, научный руководитель	6										■	■		
12	Работа над выводами по проекту	Студент	10											■	■	■
13	Составление пояснительной записки к работе	Студент	20													■

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, были занесены в таблицу 18.

Таблица 18 – Материальные затраты

Наименование		Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Бумага	пачка	1	300	300
Картридж	шт.	1	800	800
Ручка	шт.	5	15	75
Карандаш	шт.	3	10	30

Продолжение таблицы 18

Тетрадь	шт.	2	35	70
Итого				1275

3.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (3.4.2.6)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (3.4.2.7)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (3.4.2.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p \quad (3.4.2.9)$$

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

k_{np} – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 36800 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 76544$$

Месячный должностной оклад дипломника, 17000 руб.

$$Z_m = 17000 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 30940$$

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	105	105
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	15	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	203	213

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{76544 \cdot 10,4}{203} = 3921$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{30940 \cdot 11,2}{213} = 1627$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_p=16$ раб.дней

Студент: $T_p=69$ раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{осн} = 3921 \cdot 16 = 62736 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{осн}} = 1627 * 69 = 112263 \text{ руб.}$$

Таблица 20 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$Z_{\text{гс}}$	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$	$Z_{\text{дн}}$	$T_{\text{р}}$	$Z_{\text{осн}}$
	руб				руб	Руб	раб.дн.	руб
Научный руководитель	36800	0,3	0,3	1,3	76544	3921	16	62736
Студент	17000	0,2	0,2	1,3	30940	1627	69	112263
Итого $Z_{\text{осн}}$								174999

3.4.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

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

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (3.4.3.10)$$

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

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

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

Дополнительная заработная плата научного руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 62736 * 0,12 = 7528 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата студента:

$$Z_{\text{доп}} = 112263 * 0,12 = 13472 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Зарплата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	62736	112263
Дополнительная зарплата	7528	13472
Итого, руб	195999	

3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (3.4.4.11)$$

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

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 * 195999 = 58800 \text{ руб}$$

3.4.5 Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) * k_{\text{нр}} \quad (3.4.5.12)$$

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = (2475 + 195999) * 0,16 = 31756 \text{ руб}$$

3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат

ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля от общих затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	2475	1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	174999	61
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	21000	7
4. Отчисления на социальные нужды	58800	20
5. Накладные расходы	31756	11
6. Бюджет затрат НТИ	289030	100

3.5 Определение эффективности исследования

Энергетическое хозяйство городов является важной частью городской инфраструктуры, так как от его эффективности напрямую зависит жизнеспособность населения городов, населённых пунктов и страны в целом, особенно в холодный период года. Перебои в работе коммунально-энергетического хозяйства оказывают существенное влияние на функционирование промышленных предприятий и различных по роду деятельности организаций. Поэтому одной из важнейших задач, стоящих перед органами исполнительной власти всех уровней, является предупреждение возникновения ЧС мирного времени и ослабление их последствий.

Совершенно очевидно, что руководителям органов исполнительной власти всех уровней, руководителям всех объектов, независимо от форм их собственности, надлежит разрабатывать и выполнять мероприятия по защите населения и персонала объектов экономики от воздействия поражающих факторов в ЧС мирного и военного времени. Наряду с этим стоит задача: восстановления объектов в случае получения ими повреждений или разрушений в ЧС. Для решения этих задач необходимо проведение в мирное время целого комплекса соответствующих мероприятий, что позволяет значительно снизить экономические потери в случае возникновения ЧС.

В данной работе, посвященной разработке мероприятий по повышению устойчивости функционирования газовой котельной была определена структура работ в рамках научного исследования. Работа состоит из 13 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: «Проведение анализа

литературы по теме ВКР», «Проведение исследования по оценке устойчивости функционирования объекта, выполнение поставленных руководителем задач», «Проведение исследования по разработке мероприятий по повышению устойчивости объекта», «Оценка полученных данных».

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 289030 руб.

4 Социальная ответственность

Введение

Социальная ответственность — широкое понятие, охватывающее и такие проблемы, как экология, социальная справедливость, равноправие. Организации обязаны проявлять ответственность в трех областях — финансы, влияние их деятельности на общество и окружающую среду, воздействие на экологию. Это относится не только к бизнесу, но и к правительственным, общественным и добровольческим организациям.

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. Топливо-энергетический комплекс является одной из системообразующих отраслей экономики государства. Сумма ущербов, причиняемых объектам топливно-энергетического комплекса составляет 5-7% ВВП, поэтому экономика России в ближайшее время будет не в состоянии возмещать ущерб от катастроф.

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 Производственная безопасность

Таблица 23 – Анализ выявленных вредных факторов при эксплуатации газовой котельной

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Физические вредные и опасные факторы			
<p>- Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны связана с работой горелок.</p> <p>- Источником повышенной температуры воздуха рабочей зоны является работа нагревательных котлов.</p> <p>- Источником высокого уровня шума являются корпусной шум, порождаемый механическими вибрациями теплогенерирующего оборудования; воздушный шум, непосредственно создаваемый процессом горения газа. Основными источниками воздушного шума являются горелка котла и система отвода дымовых газов</p> <p>- Источником опасного фактора является подвижное производственное оборудование (насосы, инструменты)</p>	<p>– повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>– повышенная и температура воздуха рабочей зоны;</p> <p>– повышенный уровень шума на рабочем месте.</p>	<p>двигущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;</p>	<p>- ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»</p> <p>- Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96 [1].</p> <p>- Нормы по шуму: ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности»[2]</p>

Продолжение таблицы 23

<p>Источник опасного фактора – повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p>		<p>Поражение электрическим током.</p>	
<p>Биологические вредные и опасные факторы</p>			
<p>Источником грибка в рабочей зоне является повышенная влажность и температура в помещении</p>	<p>патогенные микроорганизмы (грибы) и продукты их жизнедеятельности</p>		<p>ГОСТ 12.1.007-76 (99) «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»[5]</p>

– Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны

При работе котлов и других тепловых устройств, использующих газообразное, жидкое или твердое топливо в воздухе производственных помещений может возникнуть избыточная концентрация оксида углерода CO, способная привести к отравлениям персонала. Причинами возникновения повышенного содержания оксида углерода в воздухе помещений котельных являются нарушения в работе топливо - сжигающих агрегатов.

Токсическое действие окиси углерода обусловлено образованием карбоксигемоглобина, который не способен к связыванию кислорода, в результате чего наступает кислородное голодание (гипоксия, аноксия).

Симптомы острого отравления окисью углерода: головная боль, тошнота, рвота, нарушение цветоощущения, поражение центральной нервной системы (дрожание, клонические и тонические судороги, потеря сознания, кома); нарушение сердечной деятельности, расстройство дыхания, функции почек, эндокринных желез, изменение морфологического состава периферической крови со значительным содержанием карбоксигемоглобина. Температура тела обычно повышается (до 38—40°). Возможны последствия,

чаще всего связанные с нарушением нервной и психической деятельности. Возможно развитие хронического отравления окисью углерода, для которого характерны: головные боли, головокружения, вегетативные и психические расстройства, нарушения функции сердечно-сосудистой системы (тахикардия, аритмия, гипотония), диспептические явления, увеличение в крови эритроцитов, содержание карбоксигемоглобина свыше 15%.

Нормирование допустимых концентраций вредных веществ в воздухе, подаваемом в помещения, в воздухе рабочей зоны производственных помещений и вентиляционных выбросах с целью соблюдения санитарно-гигиенических требований предусмотрено:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

2. СП 2.2.1.1312-03. Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных зданий.

3. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

К коллективным средствам защиты от загазованности воздуха являются средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест. Они включают устройства вентиляции и очистки воздуха; кондиционирования воздуха; автоматического контроля и сигнализации.

Котельные должны быть оснащены средствами индивидуальной защиты, к которым относятся: противогазы, спасательные пояса и веревки к ним, диэлектрические перчатки и галоши. Персонал котельных должен знать правила хранения и проверки этих средств, а также уметь пользоваться ими.

– *Повышенная температура и влажность воздуха*

Причиной повышенной температуры воздуха в газовой котельной является отдача теплоты при горении газа и нагрев котельного оборудования. Высокая температура воздуха приводит к быстрому утомлению, к

перегреванию организма и тепловому удару. Например, температура 50 °С, терпимая 1ч, намного превышает благоприятный уровень температуры для умственной и физической деятельности; при температуре 30 °С ухудшается умственная деятельность, замедляется реакция, появляются ошибки; при температуре 25 °С начинается физическое утомление. Кроме того, высокая температура воздуха нарушает водносолевой обмен в организме.

Высокая влажность воздуха также вредна для человека, потому что она затрудняет испарение влаги, выделяемой организмом через кожный покров. Это приводит к быстрому утомлению, к перегреву организма и тепловому удару.

Необходимые требования к микроклимату указаны в СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

Средствами коллективной защиты будут являться средства вентиляции и кондиционирования воздуха.

– *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. Такие величины нормальны для нашего уха.

Смертельный для человека уровень шума, звук взрыва — 200 децибел.

Шум воздействует на кору головного мозга, отчего человек или излишне взвинчен, или излишне заторможен. Из-за этого умственная работа подчас становится непосильной, падает концентрация внимания, в работе постоянно допускаются ошибки, а утомление наступает гораздо быстрее и сильнее, чем обычно.

Влияние шума на человека является не только психическим, но и физическим. Возможно проявления симптомов:

- изменяется частота сокращений сердечной мышцы;
- понижается или повышается артериальное давление;
- уменьшается приток крови к головному мозгу;

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». Работа оператора котельной относится к физической работе, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем допустимый эквивалентный уровень шума – 80 дБ).

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

– Патогенные микроорганизмы (грибки) и продукты их жизнедеятельности

Источником грибка в рабочей зоне является повышенная влажность и температура в помещении. Попадая на кожу человека, споры грибка могут вызывать разные кожные высыпания, экзему и дерматит, которые трудно поддаются диагностике врачей. Попадая на волосы и ногти, споры могут вызвать и их поражение. Может ухудшиться общее состояние, человек начинает чувствовать слабость, организм истощается, часто возникают приступы мигрени.

Требования к микроорганизменной чистоте воздуха производственного помещения приведены в Руководстве 2.2.755-99 «Методика контроля содержания микроорганизмов в воздухе рабочей зоны» и в Методических указаниях «Микробиологический мониторинг производственной среды» (МУ 4.2.734-99).

Средства защиты от воздействия биологических факторов включают устройства для вентиляции и очистки воздуха.

Анализ опасных факторов

Опасные факторы, присутствующие на месте работы оператора котла делятся на механические, термические, пожаровзрывоопасные и поражение электрическим током.

Механические опасные факторы:

- движущие, вращающиеся, разлетающиеся предметы (части станков, обрабатываемые детали, заготовки, стружка, инструмент, части абразивных кругов и др.);
- падающие, перемещаемые предметы и грузы;
- высокое давление воды, водяного пара

Средства коллективной защиты включают в себя устройства: оградительные, автоматического контроля и сигнализации; предохранительные; дистанционного управления; тормозные; знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты: средства защиты головы (каска, шлемы, шапки, береты и т. д.), одежда специальная защитная (тулупы, пальто, полупальто, накидки, халаты и т. д.); средства защиты рук (рукавицы, перчатки, наплечники, нарукавники и т. д.); средства защиты ног (сапоги, ботинки, туфли, балахоны, тапочки и т. д.); средства защиты глаз и лица (защитные очки, щитки лицевые и т. д.)

Термические опасные факторы

- термические ожоги

Средства индивидуальной защиты: средства защиты головы (каска, шлемы, шапки, береты и т. д.), одежда специальная защитная (тулупы, пальто, полупальто, накидки, халаты и т. д.); средства защиты рук (рукавицы, перчатки,

наплечники, нарукавники и т. д.); средства защиты ног (сапоги, ботинки, туфли, балахоны, тапочки и т. д.); средства защиты глаз и лица (защитные очки, щитки лицевые и т. д.)

Пожаровзрывоопасные факторы:

- взрыв котла с вероятностью пожара (из-за перегрева и избыточного давления, отказа структурных компонентов вследствие усталости металла и др.); травмы, вызванные действием взрывной волны, летящими осколками, пламенем, паром и др.;
- возгорание и взрыв топлива (в частности, вследствие утечки топлива); возгорание ветоши, пропитанной топливом; взрывы газо-воздушных смесей внутри котла.

Средства коллективной защиты: автоматического контроля и сигнализации; предохранительные; дистанционного управления.

Поражение электрическим током: Причина поражения – повышенное значение напряжения в электрической цепи. Средства коллективной защиты включают оградительные, автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения.

Средства индивидуальной защиты: специальная одежда и обувь, диэлектрические коврики.

4.2 Экологическая безопасность

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

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» предполагается устройство санитарно-защитной зоны (СЗЗ) не менее 50 м.

Основными загрязняющими веществами являются метан и одорант, имеющий резкий запах. 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

Согласно ст. 19 Федерального закона "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 № 7-ФЗ нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при ведении хозяйственной и иной деятельности, и осуществляется в целях государственного регулирования этого воздействия, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

По своему назначению нормирование в области охраны окружающей среды служит инструментом управления хозяйственной и иной деятельности для обеспечения экологической безопасности на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов.

Законодательно установлены две группы нормативов:

- 1) нормативы качества окружающей среды;
- 2) нормативы допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

4.3 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.

Чрезвычайные ситуации могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

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

Рассмотрим два сценария развития аварии газовой котельной – пожар и взрыв ГВС в помещении котельной и приведем порядок действий в 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. Пожар в котельной или пожар вблизи котельной.

Возможные последствия – возможные ожоги обслуживающего персонала.

Действия оператора

1. Перекрыть подачу газа к котлам с помощью ПКН в ГРУ.
2. Закрывать запорные устройства котлов, открыть краны на свечах безопасности и на продувочной свече.
3. Закрывать газовую задвижку № 1 на вводе и все последующие газовые задвижки.
4. Вызвать пожарную команду по тел.01, вызвать ответственное лицо. Приступить к ликвидации пожара имеющимися средствами пожарной защиты.

Действия ответственного лица

1. Принять участие в тушении пожара.
2. Оказать обслуживающему персоналу первую помощь, при надобности вызвать скорую помощь по тел.03.
3. После устранения последствий пожара вызвать представителей газового участка для пуска и розжига котлов.

2. Произошел взрыв газозвоздушной 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, в случае необходимости оказать первую помощь пострадавшим и вызвать скорую помощь по тел. - 03.
2. Сохранить обстановку и оборудование (котлы, горелки, газопровод) в том состоянии, которое оказалось после аварии, если такое состояние не угрожает жизни окружающих людей.
3. Не допускать посторонних лиц в котельную.
4. Организовать работы по устранению последствий аварии после расследования причин аварии.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Нормы безопасности при эксплуатации котельных регулируются следующими документами:

- Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"
- ГОСТ Р 12.3.047-98 "Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля".
- СП 89.13330.2012 Котельные установки.
- Приказ от 24 марта 2003 г. № 115 "Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок"

Заключение

- Изучение нормативно-правовой базы, посвященной вопросам устойчивости функционирования объекта ТЭК в условиях ЧС мирного времени
- Описание производственного процесса газовой котельной
- Оценка устойчивости функционирования газовой котельной по методике и выявление уязвимых мест в системе эксплуатации
- Предложение мероприятий по повышению противоаварийной устойчивости котельной

Разработка и внедрение комплекса теоретических положений и технических средств для обеспечения устойчивой работы объектов топливно-энергетического комплекса является важной государственной задачей.

В настоящее время территория нашей страны сохраняет высокий уровень техногенной и природной опасности. Число аварий на объектах ТЭК остается значительным.

В работе приведена основная нормативно-правовая база, на основании которой проводятся мероприятия по оценке устойчивости работы объекта и мероприятия по повышению устойчивости, в том числе и на стадии строительства. В этих документах содержатся требования к строительству сооружений и перечень инженерно-технических мероприятий.

Устойчивость функционирования топливно-энергетического хозяйства обеспечивается разработкой и формированием мероприятий, направленных на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций. Устойчивость функционирования складывается из следующих параметров:

1. надёжность защиты рабочих и служащих;
2. надёжность системы материально-технического снабжения (МТС) всем необходимым для производства продукции;
3. надёжность систем коммунально-энергетического снабжения (КЭС);

4. надёжность и оперативность управления производством;
5. подготовленность объекта к восстановлению в случае повреждений, разрушений;
6. подготовленность объекта к ведению АС и ДНР по восстановлению нарушенного производства.

Мероприятия по обеспечению устойчивости функционирования объектов топливно-энергетического хозяйства должны осуществляться заблаговременно, с учетом прогнозирования возникновения техногенных и стихийных чрезвычайных ситуаций, а также ожидаемых последствий их возникновения.

В данной работе было изучено влияние дестабилизирующих факторов на работу газовой котельной в г. Горно-Алтайске республики Алтай. К таким факторам относятся: климатические условия и повышенная сейсмическая активность района расположения газовой котельной; возможные ЧС в результате разлива ГСМ и СУГ на дороге рядом с местом расположения газовой котельной, а также аварийные ситуации в результате взрыва и пожара в помещении газовой котельной.

Было рассчитано, что объект попадает в опасную зону теплового воздействия при пожаре свободно разлитого бензина из автоцистерны. При этом, опасная зона характеризуется тепловым излучением $4,2 \text{ кВт/м}^2$. При взрывном превращении облака ТВС котельная попадает в зону сильных разрушений (30 м).

В результате взрыва в помещении котельной, ГРП, находящийся на расстоянии 15 м от здания котельной попадает в зону средних разрушений (критическое значение избыточного давления – 53 кПа, импульс волны давления – $147,34 \text{ Па}\cdot\text{с}$).

В результате аварийных событий на газовой котельной появляются опасные факторы, способные привести к поражению людей. Были приведены сценарии развития аварий на котельной и сопутствующие им опасные факторы.

Выяснено, что выполнение требований по проектированию газовой котельной согласно нормативным документам выполнено в полном объеме. Однако установлено, что уязвимым звеном в технологическом процессе является газопровод, который при воздействии факторов ЧС может выйти из строя и работа котельной станет невозможной. Поэтому были предложены дополнительные организационные, инженерно-технические и специальные технологические мероприятия, которые повысят надежность работы и способность к восстановлению функционирования котельной в режиме ЧС.

Список литературы

1. Федеральный закон №256 «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса»
2. Федеральный закон №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»,
3. Федеральный закон №68 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
4. Эксперты: Проблема теплоснабжения в России стала критической // РИА "Новый день" URL: <https://newdaynews.ru/moskow/564259.html> (дата обращения: 10.06.2017)
5. Столпнер Е. Б. и др. Справочное пособие для персонала газифицированных котельных. – 1990.
6. Тарасюк В. Эксплуатация котлов: практическое пособие для оператора котельной. – Litres, 2017.
7. Федеральный закон №28 "О гражданской обороне"
8. Радоуцкий В. Ю., Шульженко В. Н. Устойчивость объектов экономики в ЧС // Учебное пособие для студентов специальности. – 2008.
9. Схема теплоснабжения муниципального образования "Город Горно-Алтайск" до 2028 года (АКТУАЛИЗАЦИЯ НА 15.04.2017 г.) // Официальный портал муниципального образования "Город Горно-Алтайск" URL: <http://www.gornoaltaysk.ru/deyatelnost/zhkhh/normativnye-dokumenty/skhema-teplosnabzheniya-goroda-gorno-altayska/> (дата обращения: 10.06.2017).
10. Приказ от 10 июля 2009 г. №404 об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах
11. ГОСТ Р 12.3.047-98 - Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля
12. СП 89.13330.2012 «Котельные установки»