



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
ООП/ОПОП: Защита в чрезвычайных ситуациях
Отделение контроля и диагностики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Совершенствование системы безопасности предприятия пищевой промышленности

УДК 614.8:664

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Мехович Алина Владимировна		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП
по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность**

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном (-ых) языке (-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональных сферах
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
УК(У)-12	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека
ОПК(У)-2	Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления
ОПК(У)-3	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом государственных требований в области обеспечения безопасности

ОПК(У)-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции университета	
ДОПК(У)-1	Способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен к выполнению работ по обеспечению безопасности объектов защиты
ПК(У)-2	Способен к использованию знаний при разработке мероприятий по обеспечению безопасности объектов экономики
ПК(У)-3	Способен к управлению системами обеспечения безопасности в структурных подразделениях организации
ПК(У)-4	Способен определять степень риска в зонах воздействия опасных природных и техногенных факторов
ПК(У)-5	Готов осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.03.01 Техносферная безопасность
_____ А.Н. Вторушина
02.02.2023 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1Е91	Мехович Алина Владимировна

Тема работы:

Совершенствование системы безопасности предприятия пищевой промышленности	
Утверждена приказом (дата, номер)	13.01.2023 №13-54/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: хладокомбинат, эксплуатирующий аммиачные холодильные установки.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	- Обзор литературных источников по теме исследования. - Анализ статистических данных по причинам аварий на аммиачных холодильных установках. - Оценка риска возникновения аварийных ситуаций на объекте. - Предложение мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций.
Перечень графического материала	Таблицы, рисунки.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук Ирина Вадимовна, доцент ОСГН, к.т.н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель ОБД

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Юлия Александровна	к.т.н.		02.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Мехович Алина Владимировна		02.02.2023 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
1E91	Мехович Алина Владимировна

Тема работы:

Совершенствование системы безопасности предприятия пищевой промышленности

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.03.2023 г.	Обзор литературы; сбор, анализ и систематизация информации по ВКР	20
03.04.2023 г.	Изучение методов оценки риска возникновения аварийных ситуаций	10
17.04.2023 г.	Проведение расчетов	15
24.04.2023 г.	Обработка полученных результатов	15
15.05.2023 г.	Предложение мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций	10
22.05.2023 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
07.06.2023 г.	Оформление и представление ВКР	20

СОСТАВИЛ:**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Юлия Александровна	к.т.н.		02.02.2023

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		02.02.2023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Мехович Алина Владимировна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему: «Совершенствование системы безопасности предприятия пищевой промышленности» состоит из текстового документа, выполненного на 74 страницах, содержит 6 рисунков, 22 таблицы и 19 источников.

Ключевые слова: пищевая промышленность, хладокомбинат, аммиачная холодильная установка, оценка риска, разгерметизация компрессора, безопасность.

Цель работы – Совершенствование системы безопасности предприятия пищевой промышленности.

В процессе исследования проводились: анализ статистических данных по причинам возникновения аварий на хладокомбинатах, изучение методов оценки риска «дерева отказов» и «дерева событий», расчет поражающих факторов и числа пострадавших людей.

В результате исследования были определены основные причины аварий на аммиачных холодильных установках, возможные последствия аварийной ситуации и предложены мероприятия, направленные на их минимизацию.

Степень внедрения: полученные в работе результаты могут быть использованы в разработке инженерно-технических мероприятий, направленных на предупреждение аварийных ситуаций на хладокомбинатах.

Область применения: объекты пищевой промышленности.

ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ХОО – химически опасный объект;

АХУ – аммиачная холодильная установка;

ГВС – газо-воздушная смесь;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	12
1 Анализ безопасности предприятий, эксплуатирующих аммиачные холодильные установки.....	13
1.1 Анализ опасных факторов производства	13
1.2 Статистика ЧС на предприятиях, эксплуатирующих АХУ	14
1.3 Требования безопасности на аммиачных холодильных установках...	17
2 Оценка риска возникновения ЧС на АХУ	21
2.1 Объект исследования.....	21
2.2 Построение «дерева отказов»	23
2.3 Построение «дерева событий»	25
2.4 Расчет поражающих факторов	27
2.4.1 Определение параметров облака ГВС	27
2.4.2 Определение режима взрывного превращения облака ГВС	28
2.4.3 Определение радиусов зон разрушений от ударной волны	28
2.4.4 Определение числа пострадавших людей в промышленном здании	30
3 Мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций на АХУ	31
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	34
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения ..	34
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	34
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	35
4.1.3 SWOT-анализ	37
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	40
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	40
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	41
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	42
4.3 Бюджет научно-технического исследования	45
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	45

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	46
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	46
4.3.4 Отчисления на социальные нужды	49
4.3.4 Накладные расходы	49
4.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	50
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	51
5 Социальная ответственность	57
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	57
5.2 Производственная безопасность	59
5.2.1 Повышенный уровень шума	60
5.2.2 Повышенный уровень общей вибрации	61
5.2.3 Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования.....	62
5.2.4 Токсичность хладагента	63
5.2.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током.....	64
5.2.6 Наличие взрывоопасной среды	65
5.3 Экологическая безопасность	65
5.3.1 Атмосфера.....	65
5.3.2 Селитебная зона	66
5.3.3 Гидросфера	67
5.3.4 Утилизация аммиака.....	67
5.4 Безопасность в ЧС	68
5.4.1 Пожар и взрыв воздушно-аммиачной смеси.....	68
5.4.2 Разгерметизация емкостного оборудования	68
Заключение	70
Список литературы	72

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной темы заключается в том, что предприятия пищевой промышленности непрерывно связаны с жизнедеятельностью человека. Поэтому, обеспечение промышленной безопасности на таких предприятиях необходимо контролировать и совершенствовать.

Объект исследования является ООО «Иркутский хладокомбинат», а именно аммиачная холодильная установка, используемая на данном предприятии.

Цель работы:

Совершенствование системы безопасности на предприятии пищевой промышленности.

Для достижения цели были поставлены **задачи:**

1. Анализ статистических данных по аварийным ситуациям при эксплуатации холодильных установок.
2. Оценка риска возникновения аварийной ситуации.
3. Предложение мероприятий, направленных на предотвращение аварийных ситуаций и минимизацию последствий.

1 АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ АММИАЧНЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

1.1 Анализ опасных факторов производства

Хладокомбинаты — это современные и высокотехнологичные предприятия пищевой промышленности, которые оснащены холодильными установками для поддержания заданной температуры хранения продукции. Хладокомбинаты, холодильные склады и логистические центры относятся к одним из самых крупных потребителей холода. Из-за этого на предприятиях широко применяются холодильные установки, которые работают под высоким давлением (от 0,2 до 0,4 МПа) [1].

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» хладокомбинаты относятся к химически опасным объектам, так как на таких объектах:

- 1) получают, используют, перерабатывают, образуют, хранят, транспортируют, уничтожают опасные вещества, такие как: токсичные и высокотоксичные вещества;
- 2) применяется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа [2];

Аммиачные холодильные установки имеют несколько подсистем, которые являются наиболее опасными из-за количества используемого аммиака:

1. Машинное отделение (компрессоры, линейные ресиверы);
2. Испарители жидкого аммиака (холодильное оборудование);
3. Трубопроводная система (участки наземного трубопровода).

Персонал, работающий с аммиачными холодильными установками, подвергается воздействию множества опасных факторов. К основным факторам относятся:

- Токсичность хладагента (аммиака);
- Высокое давление оборудования;
- Наличие взрывоопасной среды.

Анализируя статистику по травматизму на аммиачных объектах, можно выделить основные травмы, возникающие от воздействия опасных факторов (рис. 1.1):



Рисунок 1.1 – Воздействие опасных факторов на персонал объекта

1.2 Статистика ЧС на предприятиях, эксплуатирующих АХУ

К возможным авариям при эксплуатации аммиачных холодильных установках относятся:

- разрушение частей оборудования из-за высокого давления или механического повреждения;
- разгерметизация участков трубопровода;
- взрыв воздушно-аммиачной смеси при взрывоопасной концентрации аммиака в воздухе;
- разгерметизация оборудования, содержащего аммиак;

- пожар на аммиачных холодильных установках.

Исходя из вероятных аварий, можно установить возможные причины аварийных ситуаций. Анализ причин аварий на аммиачных холодильных установках устанавливает следующие соотношения технических аварий и их относительное количество представим в виде диаграммы (рис.1.2).



Рисунок 1.2 – Причины аварий на АХУ

Причиной превышения предельно допустимого давления нагнетания может являться наличие в системе воздуха, загрязнение труб или переполнение системы аммиаком.

Гидравлические удары компрессоров возникают при попадании в цилиндр компрессора жидкого аммиака. Влажный ход – засасывание в компрессор влажных паров является причиной появления жидкого аммиака. Основной причиной возникновения влажного хода является переполнение системы жидким аммиаком.

Образование взрывоопасной смеси аммиака с воздухом происходит при содержании в ней от 15 до 28% аммиака. При нахождении в системе воздуха и

воды при значительной температуре нагнетания происходит разложение аммиака на азот и водород, что приводит к возникновению взрывоопасной ситуации [3].

По статистическим данным Росгостехнадзора в РФ каждый год в химической промышленности происходят несколько тысяч аварий. Перечень наиболее крупных аварий, произошедших на объектах пищевой промышленности, использующих аммиак представлены в таблице 1.2 [4].

Таблица 1.2 – Статистические данные по авариям на АХУ

Дата и место	Вид аварии	Описание аварии и причины	Число пострадавших, ущерб
23.06.2003 Хладокомбинат г. Новороссийск	Выброс аммиака	Разгерметизации аммиачного трубопровода.	16 пострадавших человек. Загазованность территории.
20.09.2005 Молокозавод г. Озерск	Взрыв паров аммиака	Утечка 200 кг аммиака из аммиачного компрессора по причине изношенности оборудования.	Нет пострадавших.
03.09.2007 Мясокомбинат г. Чернигов	Выброс аммиака	Выброс аммиака из-за разгерметизации компрессора.	2 пострадавших человека.
06.09.2007 Хладокомбинат г. Самара	Пожар на АХУ	Горение на компрессорной станции.	Нет сведений.
02.04.2021 Хладокомбинат г. Иркутск	Утечка аммиака	Утечка 10 литров аммиака в одном из цехов хладокомбината.	2 пострадавших человека.

Продолжение таблицы 1.2

28.06.2021 Хладокомбинат г. Киров	Утечка аммиака	Разгерметизация технологического люка из- за сбоя в технологической работе.	Нет пострадавших.
---	----------------	--	----------------------

Приведенные статистические данные показывают, что аварии на аммиачных холодильных установках случаются относительно часто. Поэтому, на химически опасных объектах необходимо соблюдение требований безопасности.

1.3 Требования безопасности на аммиачных холодильных установках

Приказ Ростехнадзора №500 от 07.12.2020 регламентирует Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» и устанавливает обязательные требования, которые направлены на обеспечение промышленной безопасности и предупреждение аварий на АХУ и системах, на которых используют, хранят и транспортируют опасные вещества для окружающей среды [5].

Выделим основные требования, обеспечивающие защиту оборудования от разгерметизации и других возможных аварий:

1. Оснащение помещений системой мониторинга за уровнем загазованности и оповещения об утечках аммиака в случаях чрезвычайной ситуации;
2. Использование штатных реле давления, которые ограничивают повышения давления для защиты от избыточного уровня;

3. Автоматическая система световой сигнализации с лампами разных цветов: красный – аварийный сигнал, желтый – предупреждающий сигнал;
4. Предотвращение чрезмерного количества жидкого аммиака при заполнении систем хладагентом;
5. Выведение оборудования из рабочего состояния при:
 - значительном повышении давления в системе сверх допустимого уровня, даже при соблюдении требований, указанных в инструкциях;
 - нарушениях в работе предохранительных клапанов;
 - наличии трещин, протечек в соединениях или уменьшений толщины стенок основных элементов оборудования;
 - пожаре, который непосредственно угрожает устройству, находящемуся под давлением;
 - нарушениях в работе манометра и уровнемера;
 - отказах в контрольно-измерительных приборах;
 - выходе хладагента из устройства;
6. Оснащение управленческого помещения системой оперативного предупреждения;
7. Помещения с размещением аммиачных установок должны соответствовать требованиям действующих норм пожарной безопасности;
8. При обеспечении машинного и аппаратного отделения предусматривается не менее двух эвакуационных выходов, расположенных максимально далеко друг от друга, и в то же время один из выходов ведет непосредственно наружу;
9. Установка ручного отключения системы в случае аварийного отключения электроэнергии всего оборудования и рабочего

освещения. В случае отключения следует использовать аварийную и вытяжную вентиляцию, световую и звуковую сигнализацию.

10. Использование дренажных ресиверов для аварийного опорожнения холодильного оборудования от жидкого аммиака, приборов, емкостей и для удаления конденсата при оттаивании холодильного оборудования горячими парами;
11. Наличие системы аммиакопроводов, обеспечивающей возможность перекачки жидкого аммиака из любого устройства или агрегата в сливной приемник;
12. Наличие автоматических запорных клапанов на аммиачных трубопроводах, подающих аммиак в устройство, которые срабатывают при концентрации аммиака в воздухе помещения равной 60 мг/м^3 ;
13. Оснащение помещений автоматической пожарной сигнализацией, системой дымоудаления, охранной сигнализацией и другими системами пожарной безопасности, количество и расположение которых определяются проектной документацией.
14. Система контроля загазованности должна автоматически собирать и передавать информацию о концентрации аммиака в воздухе в местах установки датчиков, указывающих концентрацию паров аммиака;
15. Система контроля загазованности включает в себя два контура:
 - Внешний контур обеспечивает контроль количества загазованности на территории аммиачного холодильного оборудования для прогнозирования дальнейшего распространения зоны химического загрязнения за пределы объекта и контроля аварийной утечки аммиака из оборудования холодильной установки;

- Внутренний контур обеспечивает контроль за уровнем загазованности и аварийными утечками аммиака в пределах объекта;

16. Внешний и внутренний контуры системы контроля загазованности должны иметь два уровня контроля концентрации аммиака в воздухе:

I уровень обеспечивает контроль за предельно допустимой концентрацией – концентрацией аммиака в воздухе рабочей зоны помещений и вне помещений, в местах установки датчиков ПДК достигает значения, равного 20 мг/м^3 ;

II уровень включает контроль аварийной утечки аммиака – концентрацией аммиака в местах установки датчиков, которая достигает значения, равного 500 мг/м^3 ;

17. Транспортировка и хранение аммиачного хладагента осуществляется в соответствии с ГОСТ 9-92 «Аммиак водный технический. Технические условия».

2 ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС НА АХУ

2.1 Объект исследования

Основным видом деятельности ООО «Иркутский хладокомбинат» является хранение и складирование замороженных или охлажденных грузов.

Хладокомбинат эксплуатирует аммиачную холодильную установку III класса опасности.

В состав хладокомбината входят следующие основные сооружения:

- компрессорный цех;
- технологический цех;
- производственная лаборатория;
- энергоремонтное помещение.

Объектом данного исследования является компрессорный цех, так как именно на этом участке применяются аммиачные компрессоры, конденсаторы и линейные ресиверы, при работе которых используется большое количество аммиака. Основным оборудованием данных цехов являются:

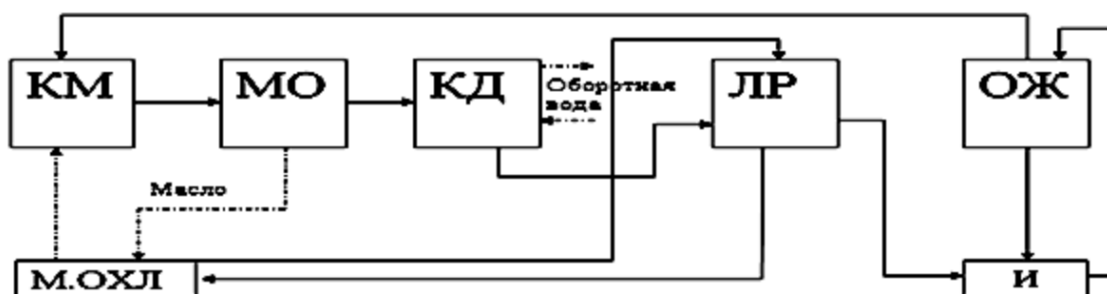
- Компрессор – устройство, позволяющее механически повышать давление хладагента.
- Конденсатор – теплообменник, в котором происходит процесс конденсации горячих паров хладагента.
- Линейный ресивер – устройство для приема жидкого хладагента, поступающего из конденсатора.

Технологическая схема работы аммиачной холодильной установки:

Первый этап включает в себя переход от компрессора газообразного аммиака к маслоотделителю, где происходит процесс отделения аммиака от смазочного материала. Второй шаг включает подачу газообразного аммиака из маслоотделителя в испарительный конденсатор, где пары аммиака сжижаются, а тепло аммиака выделяется в орошаемую воду и окружающую среду. После

орошения вода собирается в поддон и сливается в резервуар для оборотной воды, установленный в компрессорном хранилище. Третий этап включает в себя перекачку жидкого аммиака из конденсатора в линейный ресивер, который обеспечивает компенсацию количества жидкого аммиака в системах испарения. Следующий шаг включает в себя перекачку жидкого аммиака из линейного ресивера в маслоохладитель, где масло охлаждается хладагентом. После этого горячее масло поступает в маслоохладитель, охлажденное масло смазывается в системе, а аммиак возвращается в линейный ресивер. Затем жидкий аммиак подается в испаритель холодильной машины путем испарения аммиака. После этого аммиак направляется в жидкостный сепаратор, где пары компрессора отделяются от жидкого аммиака. Газообразный аммиак при этом поступает в компрессор для всасывания. А жидкий аммиак сливается в дренажный ресивер, и после того, как масло осядет, возвращается в систему через распределительную станцию [6].

Принципиальная технологическая схема с обозначением основного технологического оборудования представлена на рисунке 2.1.



КМ – компрессор, КД – конденсатор, ЛР – линейный ресивер, М.ОХЛ – маслоохладитель, И – испаритель, ОЖ – отделитель жидкости

Рисунок 2.1 – Схема основных технологических потоков аммиака на АХУ

2.2 Построение «дерева отказов»

Для изучения причин и потенциальных последствий аварий на аммиачных холодильных установках был использован метод построения "дерева отказов".

Для построения «дерева отказов» были рассмотрены различные сценарии, которые могли привести к разгерметизации компрессора АХУ (рис.2.2).

Используя статистические данные начальных событий, расположенных внизу «дерева отказов», проводились расчеты остальных вероятностей и исходного события при помощи логических операторов «И» и «ИЛИ». Оператор «И» указывает на произведение событий, а оператор «ИЛИ» - на их совокупность (сумму) [7].

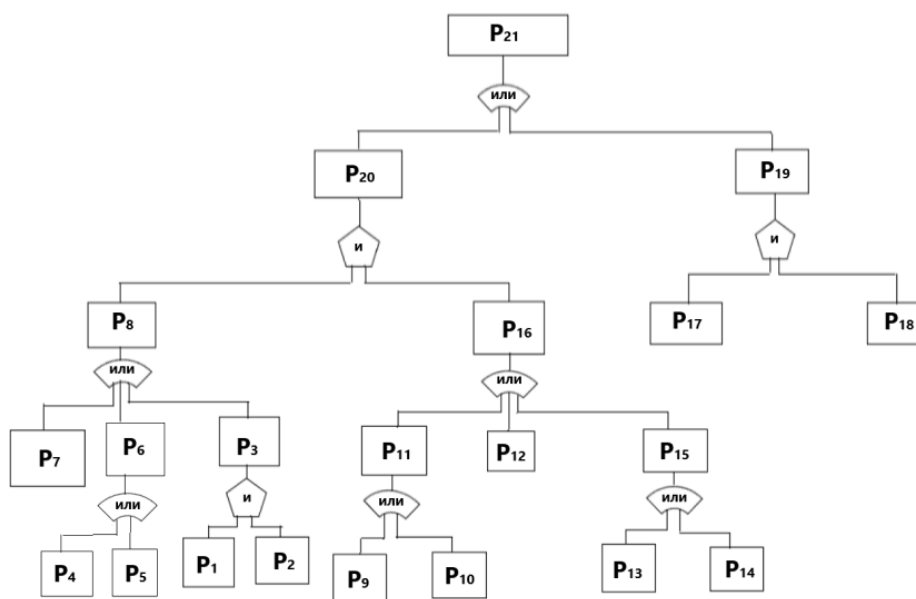


Рисунок 2.2 – «Дерево отказов» для разгерметизации холодильного компрессора

Проведем расчет вероятностей по «дереву отказов»:

Таблица 2.2 – Вероятностные значения событий

P_1	Отказ уровнемера	$3 \cdot 10^{-4}$
P_2	Отказ датчика уровня	$2 \cdot 10^{-3}$

Продолжение таблицы 2.2

P_3	Сбой в средствах выдачи сигнала	$6 \cdot 10^{-7}$
P_4	Нарушение каналов передачи сигналов от датчиков уровня	$1 \cdot 10^{-4}$
P_5	Уровень сигнала, связанный с превышением допустимого предела расхода жидкого аммиака в циркуляционном приемнике, снизился	$1 \cdot 10^{-3}$
P_6	Сбой в средствах передачи сигнала	$1,1 \cdot 10^{-3}$
P_7	Автоматическая система защиты была отключена	$5 \cdot 10^{-3}$
P_8	Автоматическая система защиты не среагировала на команду	$6,1 \cdot 10^{-3}$
P_9	Оператор не заметил световой индикации неисправности в системе автоматической защиты	$2 \cdot 10^{-3}$
P_{10}	Оператор не услышал звуковой сигнализации об отказе автоматической системы защиты	$1 \cdot 10^{-3}$
P_{11}	Оператор не среагировал на отказ автоматической системы защиты	$3 \cdot 10^{-3}$
P_{12}	Оператор не знал о необходимости закрытия клапаном трубопровода при превышении допустимого уровня жидкого аммиака в приемнике	$1 \cdot 10^{-3}$
P_{13}	Оператор не заметил индикации уровнемера о превышении допустимого уровня жидкого аммиака в приемнике	$4 \cdot 10^{-3}$
P_{14}	Отказ уровнемера	$5 \cdot 10^{-3}$
P_{15}	Оператор вовремя не среагировал на перекрывание трубопровода	$9 \cdot 10^{-3}$
P_{16}	Оператор не выдал команды	$1,3 \cdot 10^{-2}$
P_{17}	Отказ автоматического перекрытия трубопровода клапаном	$1 \cdot 10^{-5}$
P_{18}	Нарушение работы цепей управления электроприводом клапаном	$1 \cdot 10^{-5}$

Продолжение таблицы 2.2

P_{19}	Команда на перекрытие клапаном трубопровода не была осуществлена	$2 \cdot 10^{-4}$
P_{20}	Команда на перекрытие клапаном трубопровода не была доставлена	$7,93 \cdot 10^{-5}$
P_{21}	Разгерметизация компрессора	$2,793 \cdot 10^{-4}$

$$P_3 = P_1 \cdot P_2 = 0,0003 \cdot 0,002 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$$

$$P_6 = P_4 + P_5 = 0,0001 + 0,001 = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$$

$$P_8 = P_7 + P_6 + P_3 = 0,005 + 0,0011 + 6 \cdot 10^{-7} = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$$

$$P_{11} = P_9 + P_{10} = 0,002 + 0,001 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$$

$$P_{15} = P_{13} + P_{14} = 0,004 + 0,005 = 9 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$$

$$P_{16} = P_{11} + P_{12} + P_{15} = 0,003 + 0,001 + 0,009 = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$$

$$P_{19} = P_{17} + P_{18} = 0,00001 + 0,00001 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$$

$$P_{20} = P_8 \cdot P_{16} = 0,0061 \cdot 0,013 = 7,93 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$$

$$P_{21} = P_{19} + P_{20} = 0,0002 + 0,0000793 = \mathbf{2,793 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}}$$

2.3 Построение «дерева событий»

Для определения последствий аварий при разгерметизации аммиачного компрессора был использован метод «дерева событий».

Анализ дерева событий может использоваться при оценке риска путем определения вероятности, которая используется для определения риска при умножении на опасность событий. Анализ дерева событий позволяет легко увидеть, какой путь создает наибольшую вероятность возникновения исходного событий для конкретной системы [8].



Рисунок 2.3 – «Дерево событий» для разгерметизации холодильного компрессора

Проведем расчет вероятностей возникновения конкретных аварийных ситуаций:

Для расчета необходимо использовать значение вероятности возникновения исходного события – разгерметизация компрессора. По «дереву отказов» данная вероятность была посчитана и равна $2,793 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$.

Первый сценарий ЧС: образование первичного парогазового облака.

Итоговым событием данной ЧС является химическое заражение территорий соседних объектов и жилого массива, а также интоксикация персонала и населения.

$$P_1 = 2,793 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 0,53 \cdot 0,42 = 6,2 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$$

Второй сценарий ЧС: образование первичного парогазового облака с последующим воспламенением и взрывом парогазового облака.

Итоговым событием данной ЧС является полное или сильное разрушение зданий, травмирование персонала.

$$P_2 = 2,793 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 0,11 \cdot 0,11 = 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$$

Третий сценарий ЧС: образование пролива аммиака и образование вторичного парогазового облака с последующим взрывом парогазового облака.

Итоговым событием данной ЧС является полное или сильное разрушение зданий, травмирование персонала.

$$P_3 = 2,793 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 0,47 \cdot 0,26 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$$

Четвертый сценарий ЧС: образование пролива аммиака с образованием вторичного парогазового облака с последующим выходом облака на наружную площадку и распространение его в атмосфере.

Итоговым событием данной ЧС является химическое заражение территорий соседних объектов, жилого массива и интоксикация персонала и населения.

$$P_4 = 2,793 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 0,47 \cdot 0,26 \cdot 0,16 = 5,5 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$$

Исходя из результатов, полученных при помощи «дерева отказов» и «дерева событий» для аварии с разгерметизацией холодильного компрессора аммиачной холодильной установки, можно сделать выводы:

1. Риск возникновения данной ЧС составляет $2,793 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$, что превышает допустимый уровень риска при возникновении аварий на ХОО (10^{-4} год^{-1}).
2. Наиболее вероятным последствием данной ЧС является химическое заражение территорий соседних и жилых объектов, интоксикация персонала и населения.

2.4 Расчет поражающих факторов

2.4.1 Определение параметров облака ГВС

В данном расчете принимается, что в образовании облака ГВС участвует горючее вещество одного вида, для смеси нескольких веществ характеристики

ГВС, используемые при расчете параметров ударной волны, определяются отдельно [9].

Масса газовых веществ (кг), участвовавших во взрыве, определяется произведением:

$$m = z \cdot M, \quad (2.1)$$

где z – доля приведенной массы парогазовых веществ, участвующих во взрыве ($z = 0,3$ для производственных зданий).

Согласно паспортным данным установки, масса газовых веществ составляет 1100 кг.

Следовательно, масса участвовавшего аммиака во взрыве:

$$m = 0,3 \cdot 1100 = 330 \text{ (кг)};$$

2.4.2 Определение режима взрывного превращения облака ГВС

Массу облака ГВС составляет аммиак, который относится к 4 классу взрывоопасных веществ.

Помещение, в котором расположена аммиачная холодильная установка, относится к 3 классу окружающего пространства (сильнозагроможденное пространство: отдельно стоящие технологические установки).

Таким образом, режим взрывного превращения: 5.

2.4.3 Определение радиусов зон разрушений от ударной волны

Радиусы зон разрушения определяем по формуле:

$$R_i = 10^{(0,32 \cdot \lg(M) + a_i)}, \quad (2.2)$$

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

a_i – вспомогательный коэффициент;

M – масса топлива, участвующая в реакции, т.

Таким образом:

$$R_{\text{полн.}} = 10^{(0,32 \cdot \lg(M) + a_1)} = 10^{(0,32 \cdot \lg(0,33) + 1,42)} = 18,4 \text{ м};$$

$$R_{\text{сильн.}} = 10^{(0,32 \cdot \lg(M) + a_2)} = 10^{(0,32 \cdot \lg(0,33) + 1,67)} = 32,8 \text{ м};$$

$$R_{\text{средн.}} = 10^{(0,32 \cdot \lg(M) + a_3)} = 10^{(0,32 \cdot \lg(0,33) + 1,82)} = 46,3 \text{ м};$$

$$R_{\text{слаб.}} = 10^{(0,32 \cdot \lg(M) + a_4)} = 10^{(0,32 \cdot \lg(0,33) + 2,22)} = 116,4 \text{ м};$$

Схема радиусов воздействия ударной волны представлена на рисунке 2.4.

Исходя из рисунка, полные разрушения получит только здание хладокомбината и персонал. Соседние промышленные здания получают слабую степень разрушения при взрыве на аммиачной холодильной установке.



(красная линия – область полных разрушений, синяя – область сильных разрушений, зеленая – область средних разрушений, оранжевая – область слабых разрушений)

Рисунок 2.4 – Схема радиусов воздействия ударной волны

Несмотря на то, что в область сильных разрушений не попадут соседние промышленные объекты, последствия взрыва на хладокомбинате могут стать

инициирующим событием серьезных аварий из-за значительного количества технологического оборудования, эксплуатирующегося на хладокомбинате.

2.4.4 Определение числа пострадавших людей в промышленном здании

Число пострадавших людей производим с учетом нахождения людей только в промышленных зданиях.

Здание рассматриваемого хладокомбината попало в зону полных разрушений. Промышленные здания соседних объектов попали в зону слабых разрушений [10].

Вероятность выживания людей в зоне полных разрушений равно 15%, в зоне слабых разрушений – 90%.

Количество людей, находящихся в промышленном здании:

$$N_x = S_x \cdot \rho_x = 625 \cdot 0,3 = 188 \text{ чел.} \quad (2.3)$$

где S_x - площадь хладокомбината, м^2 ; ρ_x - плотность персонала хладокомбината.

Количество людей, находящихся в соседних промышленных зданиях:

$$N_{\pi} = S_{\pi} \cdot \rho_{\pi} = 1000 \cdot 0,3 = 300 \text{ чел.} \quad (2.4)$$

где S_{π} - площадь соседних промышленных здания, м^2 ; ρ_{π} - плотность персонала соседних промышленных зданий.

Число пострадавших людей в зданиях:

$$\begin{aligned} N_3 &= N_x \cdot (1 - P_x) + N_{\pi} \cdot (1 - P_{\pi}) = 188 \cdot (1 - 0,15) + 300 \cdot (1 - 0,9) = \\ &= 190 \text{ чел.} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Исходя из проведенных расчетов, большее количество пострадавших людей составляет персонал рассматриваемого хладокомбината.

Таким образом, разработка мероприятий, предупреждающих возникновение аварийных ситуаций на аммиачных холодильных установках является необходимым этапом обеспечения безопасности на производстве.

3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА АХУ

Для разработки мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций необходимо изучение наиболее частых причин возникновения этих аварий.

Из рассмотренных выше причин, наиболее частыми являются:

1. Образование взрывоопасной смеси аммиака с воздухом;
2. Превышение предельно допустимого давления нагнетания;
3. Гидравлические удары в цилиндре установки.

Исходя из проведенного выше анализа оценки риска на аммиачных холодильных установках, можно предложить следующие мероприятия, направленные на предотвращение аварийных ситуаций:

1. Совершенствование системы автоматической защиты (световых индикаторов и звуковой сигнализации) путем установления независимой дублированной системы, так как вероятность выхода из строя данной системы является достаточно большой.
2. Осуществление более частого контроля за состоянием предохранительного клапана на аммиачном компрессоре и реле давления между цилиндром компрессора и запорным вентилем (чаще, чем раз в год);
3. Совершенствование системы контроля за технологическими параметрами оборудования (температура, давление):
 - установка дополнительных датчиков на частях оборудования, в котором присутствует аммиак с высокой температурой и давлением для наиболее быстрого реагирования в случае резкого нагревания и резкого повышения давления (в компрессоре и маслоотделителе находится аммиак при температуре +90 °С и давлении 1,35 МПа);

- осуществление дистанционного контроля за параметрами оборудования для усиления контроля, помимо осмотра оператором установки.
4. Обеспечение помещения АХУ газоанализаторами, срабатывающих на предупреждающую концентрацию аммиака в воздухе (используются датчики, которые срабатывают при опасной концентрации аммиака для персонала – 20 мг/м³).
 5. Организация проведения пневматических мероприятий на производстве, которая будет включать обучение работников выполнению пневматических мероприятий по проверке герметичности оборудования, способного к разгерметизации.
 6. Обеспечение системы контроля за утечками аммиака автоматической системой блокировки с системой аварийной вентиляции (используется передача системой сигнала на ручное включение вентиляции).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1E91		Мехович Алина Владимировна	
Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

Оценка конкурентоспособности ИП
Матрица SWOT
Диаграмма Ганта
Бюджет НИ
Основные показатели эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	К.Т.Н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Мехович Алина Владимировна		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

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

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

Цель данной НИР – определение и оценка коммерческой ценности исследования.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В выпускной квалификационной работе по теме: «Совершенствование системы обеспечения безопасности предприятия пищевой промышленности»

усовершенствованы организационные мероприятия по обеспечению безопасности персонала объекта и населения сопредельных территорий, исходя из изучения причин и факторов, способствующих возникновению аварий.

Заинтересованным лицом в совершенствовании системы безопасности может являться как сам объект исследования: ООО "Иркутский хладокомбинат", так и любые другие предприятия, содержащие в эксплуатации аммиачные холодильные установки.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Необходимость проведения систематического анализа конкурирующих разработок обусловлена тем, что рынки находятся в постоянном движении. Важно правильно оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов для того, чтобы было возможно внести корректировки в научно-исследовательский проект для успешного противостояния конкурентам.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования;
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов.

С точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения анализ конкурентных технических решений позволяет провести сравнительную

оценку эффективности научной разработки и определить направления для дальнейшего улучшения.

На рынке существуют две конкурирующие системы обеспечения безопасности: существующая система безопасности (С) и усовершенствованная (У).

В таблице 4.1 представлен анализ конкурентных технических решений, существующих на рынке.

Таблица 4.1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _с	Б _у	К _с	К _у
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Эффективность	0,16	5	5	0,8	0,8
Надежность	0,14	5	5	0,7	0,7
Точность	0,13	5	3	0,65	0,39
Использование недочетов технологического процесса	0,15	2	5	0,3	0,75
Безопасность населения	0,11	3	5	0,33	0,55
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности					
Цена	0,16	5	5	0,8	0,8
Конкурентоспособность	0,15	3	4	0,45	0,6
Итого	1	28	32	4,03	4,59

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

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что наиболее конкурентоспособной системой обеспечения безопасности является усовершенствованная система, так как направлена на то, чтобы устранить уязвимые места в существующей системе безопасности.

4.1.3 SWOT-анализ

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

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

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Снижение аварийности на аммиачных холодильных установках	Сл1. Монтаж нового оборудования
С2. Усовершенствование системы безопасности	Сл2. Отсутствие бюджетного финансирования
С3. Научная актуальность	
Возможности	Угрозы
В1. Повышение потенциального спроса на новые разработки	У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства
	У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования
	У3. Изменение цен на оборудование

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

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	+

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	-	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

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

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	+	-
	У3	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Снижение аварийности на аммиачных холодильных установках С2. Усовершенствование системы безопасности С3. Научная актуальность	Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Монтаж нового оборудования Сл2. Отсутствие бюджетного финансирования
Возможности В1. Повышение потенциального спроса на новые разработки	Направления развития Повышение безопасности и улучшение технических характеристик увеличит конкурентоспособность	Сдерживающие факторы Улучшение системы безопасности на аммиачных холодильных установках повысит уровень безопасности и конкурентоспособности
Угрозы У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования	Угрозы развития Повышение безопасности и улучшение технических характеристик увеличит конкурентоспособность	Уязвимости В связи с несвоевременным финансированием и увеличением цен на оборудование для совершенствования системы безопасности проект может оказаться невостребованным

У3. Изменение цен на оборудование		
-----------------------------------	--	--

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

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Одним из методов для оптимизации работ является метод линейного планирования и управления. Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор направления исследования	Научный руководитель, инженер
	2	Составление, утверждение темы НИР и выдача задания	Научный руководитель
	3	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, инженер

Продолжение таблицы 4.8

Выбор способа решения поставленной задачи	4	Обзор научной литературы	Инженер
	5	Изучение объекта исследования	Инженер
Теоретические и практические исследования	6	Оценка существующей системы обеспечения безопасности	Инженер
	7	Написание теоретической и практической частей НИР	Инженер
	8	Разработка организационных мероприятий	Инженер
Обобщение результатов и оформление ВКР	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер
	10	Оформление НИР	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Для определения ожидаемого значения трудоемкости используется формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (4.2)$$

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

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

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.3)$$

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

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

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

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для 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 -го этапа работы, кал.дн.;

T_{pi} – продолжительность i -го этапа работы, раб.дн.;

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

Коэффициент календарности можно определить по данной 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 для 2023 года равен:

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

Результаты полученных временных показателей проведения научного исследования представим в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ						Длительность в рабочих днях	Длительность в календарных днях
	t _{min}		t _{max}		t _{ож}			
	Исп. 1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выбор направления исследования	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
Составление, утверждение темы НИР и выдача задания	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
Календарное планирование работ по теме	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
Изучение объекта исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
Оценка существующей системы обеспечения безопасности	-	15	-	20	-	17	17	25
Написание теоретической и практической частей НИР	-	10	-	15	-	12	12	18

Продолжение таблицы 4.9

Разработка организационных мероприятий	-	8	-	10	-	8,8	8,8	13
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
Оформление НИР	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
Итого:	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы 3 составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграмм Ганта (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Календарный план-график проведения научного исследования

№	Вид работ	Исп.	Т _к , кал.дн.	Продолжительность работ											
				февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Выбор направления исследования	Исп1 Исп2	4												
2	Составление, утверждение темы НИР и выдача задания	Исп1	4												
3	Календарное планирование работ по теме	Исп1 Исп2	7												
4	Обзор научной литературы	Исп2	11												
5	Изучение объекта исследования	Исп2	6												
6	Оценка существующей системы обеспечения безопасности	Исп2	25												
7	Написание теоретической и практической частей НИР	Исп2	18												
8	Разработка организационных мероприятий	Исп2	13												
9	Оценка эффективности полученных результатов	Исп1 Исп2	5												
10	Оформление НИР	Исп2	9												

Примечание:

 - научный руководитель;  - инженер;

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

В данной работе используется следующая группировка затрат по статьям:

1. Материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
2. Затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
3. Основная заработная плата исполнителей темы;
4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
6. Накладные расходы НИР.

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Для выполнения данного научного исследования необходимы материалы, которые указаны в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Офисная бумага	лист	200	1	200
Шариковая ручка	шт.	4	30	120
Картридж	шт.	1	1100	1100
Мультифора	шт.	50	2	100
Интернет	Гб	15	70	1050
Электроэнергия	кВт/час	200	4	800
Итого:				3370

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.6)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot t, \quad (4.7)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; t – время использования, мес.

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	H_A , %	Цена оборудования, руб.	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ПЭВМ-Lenovo	1	3	2,5	33	50000	3437,5
Итого:		3437,5 руб.					

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{д}} \cdot T_{\text{р}}, \quad (4.8)$$

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

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.9)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (11,2 – для пятидневной рабочей недели, 10,3 – для шестидневной рабочей недели);

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Для шестидневной рабочей недели научного руководителя среднедневная заработная плата:

$$Z_{\text{дн1}} = \frac{Z_{\text{м1}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ (руб.)};$$

Для пятидневной рабочей недели инженера (студента):

$$Z_{\text{дн2}} = \frac{Z_{\text{м2}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ (руб.)};$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.10)$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

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

Месячный должностной оклад руководителя темы:

$$Z_{м1} = Z_{тс1} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ (руб.)};$$

Месячный должностной оклад инженера (студента):

$$Z_{м2} = Z_{тс2} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ (руб.)};$$

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 4.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИР	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	10,2	21902,46
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	69	120273,9
Итого:								142176,36

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала определяется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (4.11)$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на этапе проектирования принимаем равным 0,15).

Дополнительная заработная плата руководителя:

$$З_{\text{доп1}} = 0,15 \cdot 21902,46 = 3285,4 \text{ (руб.)};$$

Дополнительная заработная плата инженера:

$$З_{\text{доп2}} = 0,15 \cdot 120273,9 = 18041,1 \text{ (руб.)}.$$

4.3.4 Отчисления на социальные нужды

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по формуле:

- для руководителя:

$$\begin{aligned} З_{\text{внеб1}} &= k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн1}} + З_{\text{доп1}}) = 0,3 \cdot (21902,46 + 3285,4) = \\ &= 7556,4 \text{ (руб)}; \end{aligned} \quad (4.12)$$

- для инженера:

$$\begin{aligned} З_{\text{внеб2}} &= k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн2}} + З_{\text{доп2}}) = 0,3 \cdot (120273,9 + 18041,1) = \\ &= 41494,5 \text{ (руб)}; \end{aligned}$$

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

4.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма

5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 4.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
3437,5	3370	142176,4	21326,5	49050,9	219361,3

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей (1 – 5)}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.13)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент накладных расходов (принимается равным 0,2).

$$Z_{\text{накл}} = 219361,3 \cdot 0,2 = 43872,26 \text{ (руб.)};$$

4.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Расчет бюджета затрат НИР

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий проект	Исп1	Исп2	
1	Материальные затраты НИР	3370	4580	5320	Пункт 4.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	3437,5	5643,7	6213,5	Пункт 4.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей	142176,4	142176,4	142176,4	Пункт 4.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	21326,5	21326,5	21326,5	Пункт 4.3.3

Продолжение таблицы 4.16

5	Отчисления во внебюджетные фонды	49050,9	49050,9	49050,9	Пункт 4.3.4
6	Накладные расходы	43872,3	43578,3	44256,3	Пункт 4.3.5
Бюджет расходов НИР		263233,6	266355,8	268343,6	Сумма статей 1-6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.14)$$

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{р тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{263233,6}{268343,6} = 0,98;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{266355,8}{268343,6} = 0,99;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{268343,6}{268343,6} = 1;$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.15)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп1	Исп2
1. Безопасность	0,15	5	4	5
2. Надежность	0,3	5	3	4
3. Помехоустойчивость	0,2	4	5	4
4. Стабильность работы	0,2	5	4	5
5. Удобство в эксплуатации	0,15	4	5	4
Итого:	1	4,65	4,05	4,35

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{\text{тек.пр.}} = 0,15 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,65;$$

$$I_{\text{р исп1}} = 0,15 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,05;$$

$$I_{\text{р исп2}} = 0,15 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,35;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{тек.пр.}} = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}} = \frac{4,65}{0,98} = 4,74;$$

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}} = \frac{4,05}{0,99} = 4,09;$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}} = \frac{4,35}{1} = 4,35$$

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Текущий проект	Исп1	Исп2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	0,99	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,05	4,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,74	4,09	4,35
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81	0,78

Можно сделать вывод, что реализация технологии является достаточно эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Вывод по разделу:

Из результатов анализа и расчетов следует, что данное исследование является эффективным. Во-первых, оно является конкурентоспособным на рынке. Во-вторых, в данном исследовании заинтересовано предприятие Иркутского хладокомбината. Из-за рассмотрения более тщательно технологического процесса и выявление недочетов (т.к. было обнаружено, что показатели надежности оборудования занижены) и учитывая эти недочеты необходимо разработать организационные мероприятия по обеспечению безопасности персонала объекта и населения сопредельных территорий.

При выполнении данного раздела был проведен сравнительный анализ данной продукции с конкурентами. Составлен перечень 10 этапов, необходимых для проведения исследования. Определена трудоемкость выполнения работ и разработан график проведения научного исследования. Общая продолжительность исследования составила 102 календарных дня. Также в данном разделе были подсчитаны затраты на выполнение ВКР, которые составили 263233,6 руб.

Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

- 1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,98, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;
- 2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 4,05 и 4,35;
- 3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,74, по сравнению с 4,09 и 4,35, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1Е91		Мехович Алина Владимировна	
Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Совершенствование системы безопасности предприятия пищевой промышленности	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования: аммиачная холодильная установка Область применения: пищевая промышленность Рабочая зона: производственное помещение Размеры помещения: 20*30 м Количество и наименование оборудования рабочей зоны: компрессорный цех, помещение линейных ресиверов, конденсаторная площадка, площадка под аккумуляторные баки, основной и производственный корпус. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: эксплуатация оборудования для получения аммиачного холода.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" 2. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ "О техническом регулировании" 3. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" 4. ПУЭ Правила устройства электроустановок (7-е изд.) 5. Приказ Ростехнадзора от 07 декабря 2020 г. N 500 6. ГОСТ 12.1.007-76 7. Трудовой кодекс РФ
2. Производственная безопасность /при эксплуатации: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные производственные факторы: 1. Повышенный уровень шума; 2. Повышенный уровень общей вибрации; 3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования. Опасные производственные факторы: 1. Токсичность хладагента; 2. Производственные факторы, связанные с электрическим током; 3. Наличие взрывоопасной среды.

	Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты: спецодежда, перчатки, противогаз, беруши, проведение технического осмотра, заземление электрооборудования.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на селитебную зону – выбросы вредных веществ вследствие разгерметизации оборудования. Воздействие на гидросферу – при попадании аммиака в водоемы происходит загрязнение. Воздействие на атмосферу – отравление воздуха парами аммиака.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: разгерметизация оборудования, разрыв оборудования из-за высокого давления, взрыв воздушно-аммиачной смеси, пожар. Наиболее типичная ЧС: разгерметизация емкостного оборудования.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
01.03.2023	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Мехович Алина Владимировна		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Основным и одним из самых важных условий обеспечения социальной ответственности при осуществлении работы любого предприятия является выполнение основ безопасности. Обеспечение социальной ответственности на предприятии – это совокупность мероприятий организационного и технического характера, которые направлены на предотвращение несчастных случаев и на создание безопасных условий труда.

Предприятия, содержащие в производстве опасные вещества относятся к химически опасным объектам. Таким образом, данная тема является актуальной для обеспечения безопасности на хладокомбинате, в эксплуатации которого содержится аммиак.

Рассматриваемое рабочее место – производственное помещение размерами 20×30 м, которое оснащено необходимым оборудованием для работы аммиачной холодильной установки: компрессорный цех, помещение линейных ресиверов, конденсаторная площадка, площадка под аккумуляторные баки, основной и производственный корпус.

Работа машиниста аммиачной холодильной установки заключается в следующем: обслуживание и эксплуатация оборудования, регулярное осматривание его на наличие неисправностей и ремонт, контроль индикаторных диаграмм и аммиачного компрессора.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работа с холодильными установками и холодильным оборудованием предполагает для персонала проведения специальной оценки условий труда (СОУТ).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

Согласно СОУТ для машинистов аммиачных холодильных установок устанавливается класс условий труда 3.2 – вредные условия труда 2 степени. Такие условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию начальных форм профессиональных заболеваний или профессиональных заболеваний легкой степени тяжести (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (пятнадцать и более лет).

Обращаясь к трудовому кодексу РФ и федеральному закону РФ «О специальной оценке условий труда», для работников с вредными условиями труда предусматривается:

1. Сокращение продолжительности рабочего времени (ТК РФ ст. 92):

Для работников, условия труда на рабочих местах, которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени, или опасным условиям труда – не более 36 часов в неделю.

2. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, а также оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты (ТК РФ ст. 221);

3. Установления работникам предусмотренных ТК РФ гарантий и компенсаций (ТК РФ гл. 28);

4. Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск (ТК РФ ст. 117);

5. Предварительные и периодические медицинские осмотры (ТК РФ 213):

Работники, занятые на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (для лиц в возрасте до 21 года - ежегодные) медицинские осмотры для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний [11,12].

5.2 Производственная безопасность

При эксплуатации аммиачной холодильной установки машинист данного оборудования подвергается воздействию множества вредных и опасных факторов.

Основными из них являются:

1) Вредные: повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации, воздействие электрического тока, повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования.

2) Опасные: токсичность хладагента, оборудование под высоким давлением, разлетающиеся осколки оборудования и струи хладагента.

Перечень опасных и вредных производственных факторов, присутствующих при работе машиниста аммиачной холодильной установки представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы на хладокомбинате

Факторы	Нормативные документы
Повышенный уровень шума	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
Повышенный уровень общей вибрации	ГОСТ 30296-95 Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов.
Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования	ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
Токсичность хладагента	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
Производственные факторы, связанные с электрическим током	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
Наличие взрывоопасной среды	ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

5.2.1 Повышенный уровень шума

Производственный шум создается работающим оборудованием в помещении. Интенсивный шум при ежедневном воздействии приводит к возникновению профессионального заболевания — тугоухости, основным симптомом которого является постепенная потеря слуха на оба уха. Кроме непосредственного воздействия на орган слуха, шум влияет на различные

отделы головного мозга, изменяя нормальные процессы высшей нервной деятельности. Характерными являются жалобы на повышенную утомляемость, общую слабость, раздражительность, апатию, ослабление памяти, бессонницу. Шум понижает производительность труда, увеличивает брак в работе, может явиться косвенной причиной производственной травмы [13].

Согласно СП 51.13330.2011 при работе на предприятии допускается интенсивность шума в пределах 40–70 дБ. Кратковременно шум может повышаться до 80–90 дБ.

Работа машиниста аммиачной холодильной установки осуществляется в помещении, где уровень шума превышает допустимые значения, поэтому необходимо разработка мероприятий по снижению уровня шума.

Средства коллективной защиты:

- Устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- Изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов керамзит шамотный кирпич);
- Применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения.

Средства индивидуальной защиты: наушники, беруши.

5.2.2 Повышенный уровень общей вибрации

Источником общей вибрации в помещении является холодильная установка. Работники, подвергающиеся постоянному воздействию вибрации имеют риск развития профессионального заболевания – вибрационная

болезнь. Оно характеризуется поражением периферической сосудистой, нервной и скелетно-мышечной систем в зоне воздействия вибрации при длительном воздействии производственной вибрации выше ПДУ.

Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими нормы согласно ГОСТ 30296-95 более чем на 12 дБ (в 4 раза), по интегральной оценке, или в какой-либо октавной полосе, не допускается.

Допустимый уровень общей вибрации на рабочем месте согласно ГОСТ 30296-95 составляет не более 115 дБ [14].

Принятие мер необходимо для устранения вредного фактора, созданного в помещении.

Средства коллективной защиты:

- Снижение вибрации в источнике ее возникновения;
- Виброизоляция;
- Установка периодического или постоянного приборного контроля.

Средства индивидуальной защиты: рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки; пояса, нагрудники, специализированный костюм.

5.2.3 Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования

При воздействии повышенной и пониженной температуры поверхностей оборудования работник может получить различные степени термических ожогов [15].

Нормирование температуры поверхностей оборудования от времени года представлено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Зависимость температуры поверхностей оборудования от периода года

Период года	Температура поверхностей оборудования, °С
Холодный	18-22
Теплый	19-23

Исходя из установленных норм, температура поверхностей холодильного оборудования не соответствует допустимому уровню. Необходимо предложение мероприятий для устранения вредного фактора.

Средства коллективной защиты:

- Настройка терморегулирующего вентиля (ТРВ);
- Термоизолирующие устройства;
- Устройства дистанционного управления.

Средства индивидуальной защиты: перчатки, рукавицы; защитный костюм, каска, обувь.

5.2.4 Токсичность хладагента

В аммиачных холодильных установках в качестве хладагента используется аммиак. В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 по степени воздействия на организм данное вещество относится к 4 классу опасности веществ. Даже небольшое превышение концентрации аммиака в воздухе оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека, прежде всего на центральную нервную систему [16].

Предельная допустимая концентрация аммиака в воздухе – 20 мг/м³. При концентрации 2 000 мг/м³, т.е. при наличии всего лишь 2 граммов аммиака в кубометре воздуха, может наступить паралич легких.

Предотвращение попадания аммиака в рабочую среду может быть осуществлено проведением мероприятий и использованием средств защиты.

Средства коллективной защиты:

- Установка манометров для контроля за давлением хладагента;
- Пополнение систем холодильного оборудования количеством аммиака, не превышающем допустимого;
- Проведение своевременного технологического осмотра оборудования.

Средства индивидуальной защиты: респираторы, противогазы, повязки; защитная одежда, перчатки.

5.2.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током

К возможным травмам при эксплуатации холодильного оборудования относится поражение электрическим током при соприкосновении с токоведущей частью.

Степень защиты электроприборов и средств автоматического и дистанционного управления, располагающихся в помещениях с аммиачным оборудованием, должна быть не ниже IP44 [17].

Электрические устройства, обеспечивающие работу холодильных установок, должны эксплуатироваться с учетом действующих нормативных документов по электроустановкам, в том числе по заземлению. Все установленные манометры должны быть опломбированы или иметь клеймо поверки; поверка манометра должна производиться ежегодно, а также каждый раз после произведенного ремонта манометра.

5.2.6 Наличие взрывоопасной среды

При разгерметизации аммиачной холодильной установки возможен взрыв воздушно-аммиачной смеси. В результате взрыва работники могут получить травмы различной степени тяжести и химическое отравление хладагентом.

К основным причинам перегрева паров аммиака относятся: неправильное регулирование установки (недостаточно открыт регулирующий вентиль), недостаточное количество аммиака в системе, недостаточная площадь испарителей, наличие в системе воздуха, плохая изоляция всасывающего трубопровода.

Причинами разрушения или разгерметизации оборудования могут быть:

- внешние механические воздействия, старение систем;
- нарушение технологического режима;
- конструкторские ошибки;
- изменение состояния герметизируемой среды;
- ошибки обслуживающего персонала.

Основным требованием к конструкции оборудования является надежность обеспечения безопасности возможности осмотра и ремонта.

5.3 Экологическая безопасность

5.3.1 Атмосфера

Источником загрязнения атмосферы при разгерметизации емкостного оборудования с аммиаком может стать отравление и загрязнение воздуха парами аммиака.

Таким образом, на хладокомбинате должны соблюдаться требования нормативных актов, регулирующих отношения в области охраны атмосферного воздуха.

$$\text{ПДК р.з. (аммиак)} = 20 \text{ мг/м}^3$$

Для предотвращения попадания паров аммиака в воздух на хладокомбинате применяются следующие мероприятия:

- 1) Организация системы контроля уровня загазованности и оповещения об аварийных утечках аммиака.
- 2) Установка системы подавления испарения и нейтрализации проливов жидкого аммиака.
- 3) Экологический контроль содержания опасных веществ в воздухе.
- 4) Установка системы аварийной вентиляции.
- 5) Оповещение персонала и ближайших предприятий об отравлении воздуха аммиаком и о необходимости использования средств индивидуальной и коллективной защиты.

5.3.2 Селитебная зона

Источник загрязнения селитебной зоны может возникнуть при взрыве резервуара с воздушно-аммиачной смесью.

Для предотвращения заражения людей и жилой местности проводят мероприятия:

- 1) Организация системы локального оповещения населения о ЧС на предприятии.
- 2) Расстояния от организаций, на которых установлены и эксплуатируются аммиачные холодильные установки, до других объектов вне территории предприятия должны определяться в соответствии с требованиями технических регламентов.

5.3.3 Гидросфера

Источником загрязнения гидросферы является попадание жидкого аммиака в систему водоснабжения и канализацию.

Для предотвращения загрязнения гидросферы необходимо соблюдение следующих мероприятий:

- 1) Системы оборотного водоснабжения ХОО должны оснащаться средствами контроля и сигнализации за наличием химически опасных веществ в водооборотной системе на выходе из технологических аппаратов.
- 2) ХОО должны иметь локальные очистные сооружения.

5.3.4 Утилизация аммиака

Производить утилизацию аммиачных отходов сложно. Для этого требуются профессионализм работников и конечно, денежные затраты. Основные способы утилизации данного вида отходов:

1. Селективный способ. Благодаря нему получают вещества, которые можно будет обрабатывать вторично.
2. Переработка для получения сырья, который в дальнейшем станет базой новых материалов.

Переработка включает в себя следующие стадии:

- Аммиачные отходы перемещаются в специально предназначенные резервуары на временное хранение.
- Производится нейтрализация отходов. Для этого используются различные методы регенерации (рекомендуем почитать интересную статью про актуальные способы обезвреживания).
- Следующим этапом вычлняют те вещества, которые могут быть полезны.

- Производится реализации вторичного продукта, но только в том случае, если это вообще возможно сделать.

5.4 Безопасность в ЧС

К возможным чрезвычайным ситуациям на аммиачной холодильной установке относятся:

- Разгерметизация емкостного оборудования;
- Разрыв оборудования из-за высокого давления;
- Взрыв аммиачно-воздушной смеси;
- Пожар.

5.4.1 Пожар и взрыв воздушно-аммиачной смеси

Противопожарные мероприятия при работе с аммиачными холодильными установками устанавливаются в соответствии с Федеральным законом №123 [18].

Воспламенение аммиака возможно при наличии высокой температуры (выше 651°C) и высокой концентрации его в воздухе (15-28%) [19].

Категория взрывопожарной и пожарной опасности помещения аммиачной холодильной установки соответствует – А (повышенная взрывопожароопасность).

Горючими материалами являются аммиак и смесь аммиака с воздухом.

5.4.2 Разгерметизация емкостного оборудования

Наиболее вероятной ЧС на аммиачной холодильной установке является разгерметизация емкостного оборудования.

Меры по предотвращению разгерметизации резервуаров химически опасными веществами:

- контроль герметичности соединений трубопроводов;
- строгое соблюдение норм технологического режима, установленных технологическим регламентом;
- соблюдение требований инструкций по изготовлению для безопасной эксплуатации устройства;
- использование датчиков, регулирующих давление в емкости, и предохранительных клапанов;
- вентиляционное устройство помещения.

Для ликвидации последствий возможных аварий системы холодоснабжения должны быть оснащены системами и средствами подавления испарения и нейтрализации проливов жидкого аммиака, системами локализации и рассеивания газообразного аммиака.

Вывод по разделу «Социальная ответственность»:

1. Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ п.7.3.42 – **II категория (помещение с повышенной опасностью).**
2. Группу персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок – **II группа.**
3. Категория тяжести труда – **IIб** - легкие физические работы (сидя, стоя или связанные с ходьбой с некоторым усилием).
4. Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности – **A.**
5. Категория объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду – **I категория.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ статистических данных по причинам возникновения аварийных ситуаций на аммиачных холодильных установках. К основным причинам относятся: гидравлические удары компрессоров, образование взрывоопасной смеси аммиака с воздухом и предельно допустимое давление нагнетания.

Была изучена схема технологических потоков аммиака в аммиачных холодильных установках и выявлены наиболее опасные участки с точки зрения возникновения аварий.

При помощи методов оценки риска возникновения аварийных ситуаций «дерево отказов» и «дерево событий» была рассчитана вероятность разгерметизации компрессора аммиачной холодильной установки и определены наиболее вероятные последствия данной аварии: химическое заражение территории объекта и интоксикация персонала. Расчет поражающих факторов и числа пострадавших людей позволил оценить разрушения и количество пострадавших при взрыве на аммиачной холодильной установке.

Изучив требования безопасности, существующие на предприятиях, были предложены дополнительные мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций на аммиачных холодильных установках: совершенствование системы автоматической защиты, установка автоматической системы включения вентиляции при возникновении утечек аммиака.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был сформирован календарный график проведения исследования, были рассчитаны заработные платы научного руководителя и студента, а также был подсчитан бюджет научной работы, который составил 263233,6 рубля.

В разделе «Социальная ответственность» были выявлены вредные производственные факторы, рассмотрено вредное воздействие на окружающую среду предприятием в виде вредных выбросов в атмосферу, гидросферу. А также были определены мероприятия по снижению данных воздействий на персонал и окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Производственная безопасность: учебное пособие: в 3 частях / составители А. С. Сальников [и др.]. — Ульяновск: УИ ГА, 2019 — Часть 1: Общие положения теории производственной безопасности — 2019. — 217 с.;
2. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». — [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/9046058> (дата обращения: 26.05.2023).
3. Курылев Е.С., Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д. Холодильные установки: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур», «Холодильная криогенная техника и кондиционирование»/ — 2-е изд., стереотип. — СПб.: Политехника, 2012. — 576 с.;
4. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору «Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому и атомному надзору в 2020-2023»;
5. Приказ Ростехнадзора от 07.12.2020 г. N 500 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов»». [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573171533> (дата обращения: 26.05.2023).
6. Логвинов А.М. Промышленная безопасность аммиачных холодильных установок предприятий пищевой промышленности // Безопасность труда в промышленности — 2013. — №7. — 19–21 с.;
7. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах: учебное пособие / А. Д. Галеев, С. И. Поникаров; Минобрнауки

- России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017 – 152 с.;
8. Угарова, Л. А. Управление техносферной безопасностью: учебно - методическое пособие / Л. А. Угарова. — Тольятти: ТГУ, 2018. — 223 с.;
 9. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»;
 10. Козлитин А.М. Совершенствование методов расчета показателей риска аварий на опасных производственных объектах / А.М. Козлитин // Безопасность труда в промышленности, 2004. – № 10. – с. 35–42.;
 11. Федеральный закон от 23.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 28.12.2022) «О специальной оценке условий труда». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499067392> (дата обращения: 26.05.2023).
 12. Федеральный закон от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 11.04.2023) «Трудовой кодекс Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 26.05.2023).
 13. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: дата введения 28.01.2022. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 26.05.2023).
 14. ГОСТ 30296-95 Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023551> (дата обращения: 26.05.2023).

15. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 26.05.2023).
16. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 26.05.2023).
17. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 26.05.2023).
18. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 26.05.2023).
19. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200270> (дата обращения: 26.05.2023).
20. Оценка безопасности при эксплуатации холодильного оборудования / Мехович А.В., Амелькович Ю.А. // Ресурсосберегающие технологии в контроле, управлении качеством и безопасности, 2023 – с. 168-171.;