

Школа Инженерная школа энергетики Направление подготовки 13.03.01
Теплоэнергетика и теплотехника НОЦ И.Н. Бутакова

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<u>АСР температуры основного конденсата на выходе из ПНД</u>

УДК 681.51:536.5:621.184.4.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Козлова Владислава Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШФВП	Волков Роман Сергеевич	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель профиля ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Атрошенко Юлиана Константиновна	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Образовательная программа: Инженерия теплоэнергетики и теплотехники

Специализация: Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	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 осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК(У)-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях при решении профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен вести инженерную деятельность, разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов
ОПК(У)-4	Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок
ОПК(У)-5	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники, использовать электронные приборы и устройства в производственной деятельности, осуществлять метрологическое обеспечение
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен применять знания теоретических основ теплотехники и гидрогазодинамики при решении научных и практических профессиональных задач
ПК(У)-2	Способен анализировать эффективность современных технологий преобразования энергии в энергетических установках
ПК(У)-3	Способен разрабатывать природоохранные, энерго- и ресурсосберегающие

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
	Универсальные компетенции
	мероприятия на ТЭС
ПК(У)-4	Способен применять знания назначения и принципов действия средств измерений, автоматизации, технологических защит и блокировок в процессе проектирования и эксплуатации АСУ ТП
ПК(У)-5	Способен проектировать объекты теплоэнергетики и тепломеханическое оборудование тепловых электростанций
ПК(У)-6	Способен участвовать в управлении процессом эксплуатации оборудования и трубопроводов ТЭС, контролировать параметры технологических процессов и показатели качества рабочего тела
ПК(У)-7	Способен выполнять предпроектное обследование объекта автоматизации, разрабатывать проектную и конструкторскую документацию АСУ ТП
ПК(У)-8	Способен применять методы специальных расчетов и моделирования при построении АСУ ТП и АСУП

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

Школа Инженерная школа энергетики
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель профиля
ООП

____ Ю.К.
Атрошенко
(Дата)
(Ф.И.О)

(Подпись)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Б93	Козловой Владиславе Владимировне

Тема работы:

АСР температуры основного конденсата на выходе из ПНД

Утверждена приказом директора (дата, номер)

04.02.2023 35-15/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

1 июня 2023 года

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 регулирования в работе является ПНД, в котором основным регулируемым параметром является температура основного конденсата.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание автоматической системы регулирования; 2. Разработка структурной схемы; 3. Разработка функциональной схемы и составление заказной спецификации; 4. Разработка схемы электрической соединений; 5. Разработка монтажной схемы внешних проводок; 6. Разработка общего вида щита управления; 7. Расчет оптимальных параметров настройки регулятора и прямых оценок качества системы регулирования; 8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 9. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала вопросов <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема структурная АСР; 2. Схема функциональная АСР; 3. Заказная спецификация приборов и средств автоматизации; 4. Схема электрическая соединений; 5. Перечень элементов электрической схемы; 6. Схема монтажная внешних проводок; 7. Общий вид щита автоматизации.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Доцент ОСГН ШБИП, к.т.н., Якимова Татьяна Борисовна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент ООД ШБИП, Мезенцева Ирина Леонидовна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>15.01.2023 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШФВП	Р.С. Волков	к.т.н.		15.01.2023 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Козлова В.В.		15.01.2023 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 87 с., 9 рис., 37 табл., 25 источников.

Ключевые слова: температура, автоматическая система регулирования, греющий пар, микропроцессорные технические средства автоматизации, ПНД, основной конденсат.

Объектом автоматизации является ПНД.

Цель работы – разработка автоматической системы регулирования температуры основного конденсата на выходе из ПНД.

В процессе выполнения работы проводился анализ объекта автоматизации, составление структурной схемы автоматической системы регулирования температуры воды в регулирования температуры основного конденсата на выходе из ПНД, проектирование функциональной схемы, схемы электрической соединений и монтажной схемы, а также осуществлялась разработка чертежа общего вида щита автоматизации, выбор приборов и технических средств автоматизации с последующим составлением заказной спецификации, а также расчет параметров настройки регулятора.

В результате выполнения ВКР разработана автоматическая система регулирования температуры основного конденсата на выходе из ПНД.

Оглавление

1.Объект автоматизации.....	10
2.Разработка структурной схемы	13
3.Разработка функциональной схемы.....	16
4.Выбор приборов и средств автоматизации и составление заказной спецификации.....	18
5.Разработка монтажной схемы.....	27
6.Разработка электрической схемы и перечня элементов	30
7.Разработка общего вида щита управления.....	36
8.Расчет параметров настройки регулятора	37
9.Социальная ответственность	47
10.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
Список использованных источников.....	85

Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА.421000.007 С1	Схема структурная
ФЮРА.421000.007 С2	Схема функциональная
ФЮРА.421000.007 СО1	Заказная спецификация
ФЮРА.421000.007 Э4	Схема соединений
ФЮРА.421000.007 ПЭ4	Перечень элементов схемы электрической
ФЮРА.421000.007 С5	Схема монтажная
ФЮРА.421000.007 ВО	Общий вид щита автоматизации

Введение

В современном мире автоматизация производственных процессов становится все более востребованной. Она позволяет повысить эффективность работы, снизить затраты на производство и улучшить качество продукции. Одной из важных задач в этой области является поддержание определенной температуры жидкостей или газов в процессе их переработки, хранения, транспортировки, перегонке и пр. В данной дипломной работе рассматривается разработка автоматической системы регулирования температуры основного конденсата в ПНД. В работе описываются основные принципы работы системы, ее структура и алгоритмы управления. Разработанная система может быть использована в различных отраслях промышленности, где необходимо поддерживать определенную температуру жидкости или газа. В целом, данная работа является важным вкладом в развитие автоматизации производственных процессов с целью повышения качества продукции, а также эффективности процесса.

Регенеративный подогрев основного конденсата и питательной воды является одним из важнейших методов повышения экономичности современных ТЭС. При этом под основным конденсатом понимается поток конденсата рабочего пара от конденсатора до деаэрата, а под питательной водой — поток от деаэрата до котла (парогенератора).

Цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке АСР температуры основного конденсата на выходе из ПНД. Для АСР необходимо разработать комплект схемотехнической и конструкторской документации для щита управления.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести системный анализ объекта;
- выбрать структуру измерительных каналов и составить структурную схему автоматической системы регулирования;
- выбрать оборудование и разработать функциональную схему;

- разработать щит управления объектом регулирования;
- выполнить расчет параметров регулятора;
- определить финансовую эффективность разработки проекта;
- изучить нормативную документацию и правила безопасности, которые необходимо соблюдать при работе с данной системой.

корпус, который состоит из двух частей: основной части корпуса и верхней части с водяной камерой.

Верхняя часть корпуса служит для отвода и подвода нагретой воды, которая отделена от основной части корпуса трубной доской. Трубки, образующие поверхность нагрева, закреплены в трубной доске в форме буквы U. Это позволяет обеспечить максимальную эффективность передачи тепла от греющего пара к жидкости или газу.

При работе подогревателя низкого давления ПН-250-16-IVсв пар поступает в верхнюю часть корпуса и омывает трубную систему, двигаясь к нижней части корпуса. В паровом пространстве между трубками установлены перегородки, которые направляют паровой поток в несколько направлений. Это позволяет обеспечить равномерный нагрев жидкости или газа.

Конденсат греющего пара отводится через патрубок в днище корпуса. В нижней части корпуса образуется водяной объем из конденсата пара. Конденсат греющего пара (дренаж) от подогревателей с более высоким давлением поступает в эту часть. Для отвода воздуха установлена кольцевая перфорированная трубка в водяном объеме.

Подогреватель низкого давления ПН-250-16-IVсв имеет высокую производительность и может использоваться для различных задач. Он может быть использован для нагрева воды, пара, нефтепродуктов и других жидкостей и газов. Благодаря своей конструкции, этот тип подогревателя обеспечивает высокую эффективность и экономичность работы.

Контролируемые параметры: температура на входе и выходе ПНД, расход и температура греющего пара, температура основного конденсата; уровень в ПНД.

Измеряемые параметры:

- температура на входе в теплообменник;
- температура на выходе из теплообменника;
- расход греющего пара на подогрев;

- расход дренажа;
- уровень в ПНД;
- расход основного конденсата на входе в ПНД.

Далее в таблице 1 приведены основные характеристики ПН-250-16-7-IVсв

Таблица 1 – Характеристики ПН-250-16-7-IVсв [1]

Характеристика	Значение
Площадь поверхн. теплообм., м ²	250
Рабочее давл. пара в корпусе, МПа	0,68
Рабочее давл. воды в трубной системе, МПа	1,57
Темп. на входе макс. пара в корпусе, °С	400
Темп. на входе макс. воды в трубной системе, °С	170
Номин. расход воды, т/ч	400 (475)
Расчетн. тепл. поток, МВт	11,63
Масса, кг	6233

2. Разработка структурной схемы

Автоматическая система регулирования температуры основного конденсата в ПНД представляет собой сложную систему, состоящую из нескольких блоков, каждый из которых выполняет определенную функцию. Основой блок-системы служит контроллер, который является центральным устройством управления и обработки информации. Контроллер осуществляет сбор и анализ данных о температуре конденсата, а также принимает решения о необходимости корректировки параметров системы. Для регулирования температуры конденсата используются два типа датчиков: термопары и термисторы. Термопары предназначены для измерения высоких температур, а термисторы - для низких. Данные датчики подключаются к контроллеру и передают информацию о текущей температуре конденсата. Далее, на основе полученных данных, контроллер принимает решение о необходимости включения или выключения обогревающего элемента. Обогреватель представляет собой нагревательный элемент, который устанавливается в трубопроводе, через который проходит конденсат. Обогреватель включается автоматически при снижении температуры конденсата ниже заданного уровня и выключается при достижении заданной температуры. Для обеспечения безопасности системы и предотвращения перегрева конденсата, в системе предусмотрены дополнительные защитные механизмы. Один из таких механизмов — это термостат, который отключает обогреватель при превышении заданной температуры. Также в системе присутствует система аварийной остановки, которая в случае возникновения аварийной ситуации автоматически выключает обогреватель. В целом, структурная схема АСР температуры основного конденсата в ПНД представляет собой сложную систему, которая обеспечивает точное и надежное регулирование температуры конденсата. Благодаря использованию современных технологий и компонентов, система обладает высокой эффективностью и способностью работать в широком диапазоне температур. Для определения температуры конденсата на выходе из ПНД используются математические модели,

основанные на системе дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы в системе. Решение таких уравнений позволяет определить изменение регулируемой переменной при заданных воздействиях. Для упрощения задачи, систему разбивают на звенья направленного действия, которые описываются простыми дифференциальными уравнениями. Совокупность этих звеньев и линий связи между ними образует структурную схему автоматической системы регулирования.

Далее была составлена структурная схема системы, представленная на листе с шифром ФЮРА.421000.007 С1. На рисунке 3 приведена структурная схема АСР температуры основного конденсата на выходе из ПНД. Система автоматизации состоит из объекта автоматизации и системы управления этим объектом. В результате определенной связи между объектом автоматизации и системой управления, разрабатываемая система в общем, обеспечивает необходимый результат функционирования объекта.

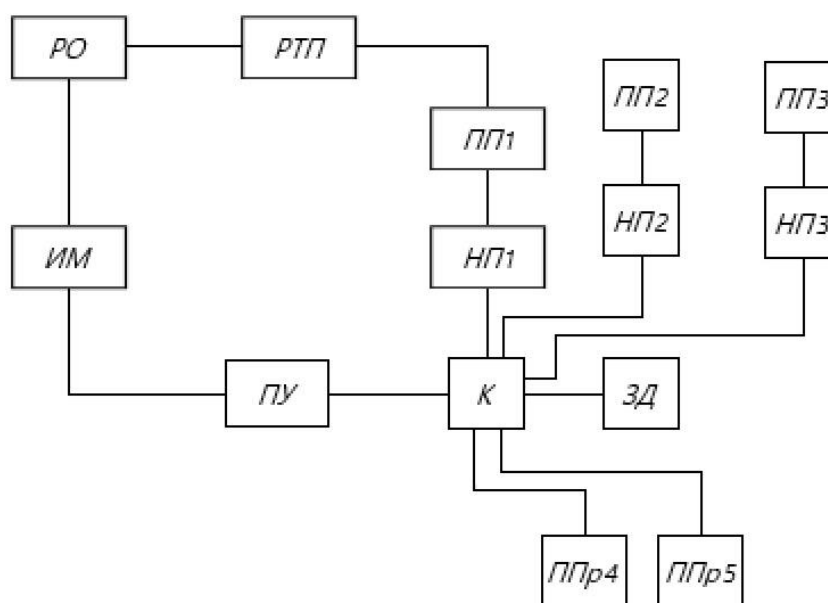


Рисунок 3 – Структурная схема автоматизации

В данной структурной схеме (рис. 3) применяются следующие обозначения:

РТП – регулируемый технологический параметр;

ПП – первичный преобразователь (ПП1 – основной конденсат на выходе, ПП2 – основной конденсат на входе, ПП3 – температура греющего пара, ПП4 – датчик расхода пара, ПП5 – датчик расхода основного конденсата):

НП – нормирующий преобразователь;

К – контроллер;

ЗД – задающее устройство (задатчик);

ИМ – исполнительный механизм;

РО – регулирующий орган (задвижка);

ПУ – пусковое устройство.

Первичный преобразователь регистрирует основной технологический параметр - температуру основного конденсата на выходе из ПНД. Далее при помощи первичных преобразователей измеряются параметры основного конденсата и греющего пара, затем сигнал подается в нормирующий преобразователь. Нормирующий преобразователь преобразует сигнал в унифицированный токовый сигнал (4... 20 мА) и подает его в контроллер. Также, для контроля основного конденсата и расхода пара применяются первичные преобразователи (ПП4 и ПП5). Далее задатчик задает требуемое значение регулируемой величины и подает сигнал на контроллер. После этого контроллер вырабатывает сигнал рассогласования, поступающий на регулирующий орган, который, изменяя расход греющего пара, воздействует на температуру основного конденсата на выходе из ПНД.

3. Разработка функциональной схемы

Разработка функциональной схемы — это процесс проектирования и определения логики работы программного или аппаратного устройства с использованием функциональных элементов, таких как логические операции, арифметические операции, регистры и т.д. Цель функциональной схемы - описать поведение устройства или системы в виде функций, которые будут выполняться при определенных условиях и сигналах, поступающих на входы устройства. Чтобы разработать функциональную схему, требуется провести анализ задачи, для которой эта схема предназначена, и выделить необходимые функции. Затем эти функции описываются с помощью блок-схем, графов или таблиц и последовательно связываются друг с другом, образуя общую картину устройства или системы. Разработка функциональной схемы является важным шагом в процессе создания программного или аппаратного устройства, поскольку позволяет определить корректность работы и выявить потенциальные проблемы на этапе проектирования и тестирования, что существенно снижает затраты на доработку и исправление ошибок в будущем. Разработка функциональной схемы позволяет определить структуру системы и взаимодействие ее компонентов.

Для разработки функциональной схемы автоматической системы регулирования температуры основного конденсата на выходе из подогревателя низкого давления (ПНД) требуется провести анализ параметров и сигналов, которые необходимо учитывать при регулировании температуры.

Далее необходимо выделить необходимые функции и описать их с помощью блок-схем, графиков или таблиц, задавая при этом допустимые значения параметров и задержки времени для сигналов. В эту функциональную схему могут входить такие элементы, как датчики температуры и давления, реле и контроллеры температуры, а также

программное обеспечение, которое будет осуществлять контроль и регулирование температуры основного конденсата.

Кроме того, при разработке функциональной схемы для автоматической системы регулирования температуры следует учитывать такие факторы, как безопасность и надежность работы устройства, а также возможность совместной работы с другими системами автоматического управления и мониторинга в общей системной архитектуре.

Изображение первичных преобразователей, исполнительных механизмов представляет собой окружность, от которой отходит линия связи с присвоенным ей номером. От них отводятся линии связи с номером измерительного или управляющего канала. Все эти линии затем ведутся в щит автоматизации, в котором находится контроллер. После прохождения сигналов через контроллер, происходит поступление их на АРМ оператора.

На данном этапе были определены измерительные каналы (1 - на входе в ПНД, 2 - на выходе из ПНД, 3 - температура греющего пара, 4 - расход основного конденсата на входе в ПНД, 5 - расход греющего пара на входе в ПНД, 9 - уровнемер) и каналы регулирования (6 - задвижка, 7б - исполнительный механизм). Измерительные каналы 1-3 служат для передачи сигнала о величине температуры от датчика температуры с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА на контроллер. Измерительные каналы 4-5 служат для передачи сигналов о величине расхода от датчика расхода с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА на контроллер. Канал 8 используется для определения положения задвижки. Измерительный канал 9 служит для передачи сигнала о величине уровня от датчика уровня с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА на контроллер. По каналам 6 и 7 передаются управляющие сигналы на открытие/закрытие задвижки и сливного клапана. Функциональная схема приведена на листе с шифром ФЮРА. 421000.007 С2.

4. Выбор приборов и средств автоматизации и составление заказной спецификации

Выбор приборов и средств автоматизации является важным этапом при разработке системы регулирования температуры основного конденсата в ПНД. Для обеспечения точного и надежного регулирования температуры необходимо выбрать подходящие датчики, контроллеры, преобразователи и защитные механизмы.

При выборе приборов и технических средств автоматизации необходимо учитывать характер технологического процесса, условия пожаро- и взрывоопасности, токсичность и агрессивность окружающей среды, параметры и физико-химические свойства измеряемой среды, дальность передачи сигналов информации от места установки измеряемых преобразователей до пунктов контроля и управления. Требования к качеству работы системы автоматического контроля включают в себя основные метрологические данные: точность измерения; порог чувствительности; быстродействие системы.

Контролируемые параметры:

- температура на входе ПНД;
- температура на выходе ПНД;
- расход греющего пара;
- температура греющего пара;
- расход основного конденсата.
- уровень конденсата.

На основании данных характеристик ПНД далее производится подбор оборудования.

Выбор датчика температуры

Одним из ключевых компонентов системы регулирования температуры основного конденсата в ПНД являются датчики температуры. Их выбор и

правильное применение играют важную роль в обеспечении точности и надежности работы системы. Далее рассмотрены основные типы датчиков температуры, их преимущества и недостатки, а также рекомендации по выбору и установке датчиков в системе регулирования температуры основного конденсата в ПНД. Медные и платиновые термосопротивления (ТСР) являются двумя наиболее распространенными типами датчиков температуры. Оба типа датчиков имеют свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе и установке в системе регулирования температуры основного конденсата в ПНД. Медные термосопротивления имеют более низкую стоимость по сравнению с платиновыми, что делает их более доступными для использования в широком спектре приложений. Кроме того, медные ТСР обладают высокой чувствительностью к изменениям температуры, что позволяет им обеспечивать высокую точность измерений. Однако, медные ТСР имеют низкую точность при высоких температурах и могут быть подвержены электромагнитным помехам. Платиновые термосопротивления, с другой стороны, обладают более высокой точностью при высоких температурах и могут работать в более широком диапазоне температур. Они также менее подвержены электромагнитным помехам, что делает их более надежными в условиях высокого уровня шума. Однако, платиновые ТСР имеют более высокую стоимость по сравнению с медными, что может быть препятствием для их использования в некоторых приложениях. При выборе между медными и платиновыми ТСР необходимо учитывать требования к точности измерений, диапазону температур, стоимости и устойчивости к электромагнитным помехам. В большинстве случаев, платиновые ТСР являются предпочтительным выбором для систем регулирования температуры основного конденсата в ПНД из-за их более высокой точности при высоких температурах и надежности в условиях высокого уровня шума. Однако, в некоторых приложениях медные ТСР могут быть более подходящим выбором из-за их более низкой стоимости и высокой

чувствительности к изменениям температуры. В таблице 2 приведены несколько подходящих под условия датчиков [2].

Таблица 2 – Сравнение характеристик ТСП [2]

Тип и исполнение датчиков	Класс допуска по ГОСТ 6651	Диапазоны измеряемых температур, °С	НСХ по ГОСТ 6651	Схема соединения по ГОСТ 6651	Длина монтажной части L, мм	Материал защитной арматуры
ТСП-1393-04	В	-200...+400	50П, 100П	3, 4	80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150	12Х18Н10Т или 08Х13
ТСП-0193-01	А	-50...+400	50П, 100П	2, 3, 4	80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630	12Х18Н10Т или 08Х13
ТС716В	С	-60°С до +500	50П, 100П	2,3,4	от 50 мм до 1000 мм	нержавеющая сталь или никонель
ТСП716В	В	-70°С до +500°С	50П, 100П	2,3,4	от 50 мм до 1250 мм	нержавеющая сталь или никонель

Выбор между ТС716В и ТСП716В зависит от требований к диапазону измерений и точности, а также от бюджета и предпочтений по производителю. Важно также учитывать материал стержня и его длину в зависимости от конкретных условий эксплуатации.

Для измерения значений температуры греющего пара выбран ТСП716В, он имеет класс точности В, что гарантирует высокую точность и надежность измерений. Кроме того, ТСП716В производится из высококачественных материалов, что обеспечивает долгий срок службы и устойчивость к

воздействию окружающей среды. Также стоит отметить, что Omega Engineering является одним из ведущих производителей инструментов для измерения и контроля, что говорит о высоком качестве и надежности его продукции.

Для измерения значений температуры основного конденсата на входе и выходе ПНД выбран ТСП-0193-01; класс допуска - А; НСХ: 50П, 100П; пределы измерений: -50 °С ...+400 °С; условное давление: 6,3 МПа; материал защитной арматуры: сталь 12Х18Н10Т или 08Х13; применения: газообразные и жидкие среды; завод-изготовитель – ПГ «Метран», г. Челябинск. Данный выбор обусловлен качеством и актуальностью оборудования, подходящего под параметры заданного ПНД.

Выбор датчика уровня

Датчики уровня являются неотъемлемой частью многих процессов в промышленности, энергетике и других отраслях. Они используются для контроля уровня жидкостей и сыпучих материалов в резервуарах, емкостях и трубопроводах. Выбор правильного датчика уровня может повысить эффективность производства, снизить расходы на обслуживание и предотвратить аварийные ситуации. Защита аппаратов системы от повышения уровня конденсата производится по двум уровням с помощью регуляторов. По достижении первого, неаварийного уровня и срабатывании защиты по этому уровню импульс подается в систему дистанционного управления, воздействующую непосредственно на клапан регулятора уровня. Подогреватель при этом не отключается, а с помощью задвижек увеличивается расход дренажа. При аварийном повышении уровня система отключает подогреватель. Для защиты от попадания пара и конденсата в проточную часть на паропроводах отборов устанавливаются обратные клапаны, снабженные механизмом принудительного закрытия. В таблице 3 приведены характеристики нескольких подходящих под условия датчиков.

Таблица 3 – Технические характеристики датчиков уровня [3]

Модель	Диапазон измерения:	Корпус:	Частота измерений:	Точность измерения	Рабочее давление
уровнемеры жидкости Б-AN31281 (DA-10)	± 99.999 разрядов (свободное масштабирование начальных и конечных значений).	Ш 96 х В 48х Г 135 мм.	70 кГц.	± 1%	0,3 до 3 Бар.
уровнемер ультразвуковой Б-AN56119	от 0 до 6000 мм (расстояние блокировки 250 мм).	Корпус из ударопрочного пластика (PBT), усиленный стекловолокном.	80 кГц.	± 2 % FS.	0,3 до 3 Бар.

Предпочтение в выборе уровнемера было отдано уровнемеру ультразвуковому Б-AN56119, ввиду актуальности измеряемого диапазона.

Выбор расходомера

Для рассмотрения и дальнейшего применения был выбран класс электромагнитных расходомеров, ввиду следующих оптимальных качеств оборудования данного класса:

1. отсутствие потери давления;
2. диапазон измерения большой, а диаметр электромагнитного преобразователя потока составляет от 2,5 мм до 2,6 м;
3. электромагнитный расходомер измеряет объемный расход тестируемой жидкости, и параметры температуры, давления, плотности и вязкости жидкости не влияют на принцип измерения.

Электромагнитный расходомер – это прибор для измерения расхода различных жидкостей. Он способен работать с агрессивными и неоднородными средами. Главное, чтобы измеряемая жидкость проводила

ток, поэтому такого типа датчики не могут вести учет углеводородов, дистиллированной воды и многих неводных растворов. Принцип основан на законе Фарадея, который гласит, что напряжение, наводимое на любой проводник при его перемещении под прямым углом через магнитное поле, пропорционально скорости этого проводника. То есть, чем быстрее будет происходить перемещение проводника относительно магнитного поля, тем выше будет напряжение. В таблице 4 приведены сравнительные характеристики рассматриваемых расходомеров. Поскольку выбранный ПНД обладает большим расходом, было необходимо проводить анализ специфических вариантов оборудования. Ввиду этого, был выбран расходомер KFL-DC MAG-1000, поскольку данный прибор способен измерять необходимый расход (с небольшим запасом). Помимо этого, выбор обусловлен точностью измерительного прибора, простотой исполнения и качеством.

Таблица 4 – Выбор расходомера [4]

Модель	Точность измерения расхода:	Выходной сигнал:	Среды:	Измеряемые параметры:
КАРАТ-551	±1,0 %	4.. 20 мА, RS485 Modbus RTU	сжатый воздух (влажный, загрязненный) и неагрессивные газы	расход, давление, температура расход 400 т/ч
KFL-DC MAG-1000	±1,0 %	частотный, импульсный, 4-20 мА, RS-485, 4-20 мА + HART	пар, перегретый пар, технические газы, жидкости	расход (текущий и накопленный); температура; давление; плотность/, расход 475 т/ч

Выбор контроллера

В качестве регулирующего устройства в рамках настоящей ВКР предполагается использование контроллера. В работе рассматривались 2 контроллера от разных производителей, таких как «ОВЕН» и «ПЛК ЭЛСИ-ТМК». Проведем анализ характеристик контроллеров данных производителей. В таблицах 5 и 6 приведены характеристики данных контроллеров.

Таблица 5 - Технические характеристики ОВЕН ПЛК63 [5]

Объем памяти ввода-вывода	600 байт - для ПЛК63-М
Интерфейсы	RS-485, DEBUG RS-232 (RJ-11)
Протоколы	ОВЕН, Modbus RTU/ASCII, GateWay (протокол CODESYS)
Количество универсальных аналоговых входов	термосопротивления, термопары, сигналы тока, напряжения, сопротивления
Количество дискретных входов	8
Количество выходных элементов	6

Логический контроллер используется для простых задач автоматизации. Области применения прибора: ИТП, ЦТП, ЖКХ, небольшие станки, котельные. Контроллер ПЛК63 является удобной базой, позволяющей создавать законченные приборы. За счёт подключения модуля MP1 можно увеличить число дискретных выходов. Преимуществом является наличие встроенных интерфейсов RS-485, RS-232 и часов реального времени. В качестве выходных устройств выбираем 5 цифроаналоговых преобразователей, с аналоговым выходным сигналом 0 – 10 В. Контроллер отличается наличием надежной среды программирования CoDeSys. ПЛК63 поддерживает протоколы ОВЕН, Modbus ASCII, Modbus RTU, GateWay.

ПЛК63 обладает расширенным диапазоном рабочих температур: от -10 °С до +50 °С. Предусмотрены широкие возможности самодиагностики, как например, контроль зависания ПЛК.

Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-ТМК является эффективной модульной платформой для построения систем автоматизации малого и среднего масштаба во всех секторах промышленного производства. Его современный функционал, надежный форм-фактор, стандартные коммуникации и открытая программная среда предоставляют мощный инструментарий для решения широкого спектра задач промышленной автоматизации. Многообразие коммуникационных возможностей, поддержка сигналов ввода с низким качеством и встроенная функция гарантированной доставки данных делают ЭЛСИ-ТМК наиболее эффективным решением для построения систем телемеханики. Наиболее удобному применению ЭЛСИ-ТМК способствует наличие в его ассортименте модулей центрального процессора с различной производительностью, широкой гаммы модулей дискретного и аналогового ввода/вывода, коммуникационных модулей и источников питания для подключения к сетям постоянного и переменного тока. Поддержка стандартных промышленных протоколов и интерфейсов обеспечивает легкую интеграцию ЭЛСИ-ТМК в системы диспетчерского управления и сбора данных.

Таблица 6 – Технические характеристики контроллера ЭЛСИ-ТМК [6]

Напряжение питания	24 ± 4 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	90 В А
Диапазон контроля температур	-25...+60 °С
Аналоговых входов	10 шт.
Цифровых входов	5 шт.
Аналоговых выходов	10 шт.
Интерфейс связи	RS-232, RS-485
Средний срок службы	15 лет

Выбираем ОВЕН ПЛК63, так как имеет необходимые характеристики, а также наименьшую стоимость.

Спецификация предназначена для составления заказа на ее основе средств измерения и автоматизации. Представляет собой техническую документацию, в которой отражен перечень всех необходимых сведений о приборах и средствах автоматизации. Разработанная спецификация приборов и средств автоматизации на отдельном листе с шифром ФЮРА.421000.007 СО1

5.Разработка монтажной схемы

Разработка монтажной схемы — это процесс планирования и прокладки проводки и установки компонентов в здании или на территории. Монтажная схема демонстрирует расположение всех элементов на схеме, а также все соединения и места подключения их к электрической сети. Перед разработкой монтажной схемы необходимо провести анализ задачи и выделить все необходимые элементы, которые будут использоваться в устройстве или системе. Затем нужно определить места установки компонентов и соединения между ними. В процессе разработки монтажной схемы также необходимо учитывать нормы и требования к безопасности и эффективности работы устройства или системы. Важно отметить, что монтажная схема является одним из основных документов, регламентирующих работу по установке и эксплуатации устройства или системы. Правильно разработанная и оформленная монтажная схема значительно снижает риски возникновения ошибок при установке и эксплуатации устройства, а также упрощает процесс обслуживания и ремонта.

Схема соединений внешних проводок является комбинированной схемой, на которой отображены электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом оборудовании. На схеме должны быть показаны изделие, его входные и выходные элементы, а также подключаемые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа. Схема выполняется отдельным документом только при наличии единичных многосекционных или составных щитов, большого числа соединительных коробок, групповых стоек приборов. Схемы должны содержать первичные приборы, щиты, пульты, штативы, вне щитовых приборов, групповые установки приборов, внешние электрические и трубные проводки, защитное зануление систем автоматизации, технические требования и перечень элементов. Монтажная схема используется для выполнения монтажных работ и также применяется

при эксплуатации, наладке, ремонте и профилактических работах. Монтажная схема соединений внешних проводок проектируемой системы представлена на листе ФЮРА.421000.007 С5. Далее в таблице 7 представлено обозначение кабелей.

Таблица 7 – Обозначение кабелей

Позиция	Название	Характеристика
1-3	КВВГ 3×1,5 м	Контрольный кабель - 3 на 1 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 5 м
4	КВВГ 9×1,0 50 м	Контрольный кабель - 9 на 1,0 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 50 м
5,6	КВВГ 2×1,5 м	Контрольный кабель - 2 на 1 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 5 м
7	КВВГ 4×1,5 м	Контрольный кабель - 4 на 1,0 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 5 м
8	КВВГ 8×1,0 50 м	Контрольный кабель - 8 на 1,0 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 50 м
9,10	КВВГнг 3×1,5 25м	Контрольный кабель - 3 на 1,5 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, не горючий длина 25 м
11	КВВГ 4×2,5 5 м	Контрольный кабель - 4 на 2,5 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 5 м
12	КВВГ 3×2,5 10 м	Контрольный кабель - 3 на 2,5 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 10 м
13	КВВГ 3×2,5 5 м	Контрольный кабель - 7 на 2,5 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 5 м
14	КВВГ 3×1,0 50 м	Контрольный кабель - 3 на 1,0 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 50 м
15,16	КВВГ 2×1,0 50 м	Контрольный кабель - 2 на 1,0 мм ² , с медной жилой, изоляцией и оболочкой из ПВХ, длина 50 м

Для объединения нескольких кабелей используются соединительные клеммные коробки КС-10, выбираемые по количеству клемм.

6.Разработка электрической схемы и перечня элементов

Для разработки электрической схемы соединений щита управления необходимо провести анализ задачи и определить требования и условия, которые необходимо учитывать при регулировании температуры. В состав электрической схемы могут входить различные элементы, такие как датчики температуры и давления, контроллеры температуры, реле, блоки питания, преобразователи сигналов и другие устройства. Главная цель электрической схемы - обеспечение правильной работы автоматической системы регулирования температуры. Основными компонентами этой схемы могут быть контроллер температуры, который будет осуществлять контроль температуры в выходном конденсате и выдавать управляющий сигнал, и управляющее реле, которое будет принимать этот сигнал и выдавать соответствующий управляющий сигнал в систему регулятора температуры ПНД. Также могут использоваться и другие сенсоры и входные устройства, которые необходимы для обеспечения правильной работы системы. Все элементы электрической схемы должны быть соединены в соответствии с проектом и правильной схемой подключения

Электрическая схема определяет конструктивное выполнение электрических соединений элементов в изделии. На схеме изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т. п.) и соединения между ними [7].

Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме должно примерно соответствовать их действительному размещению в изделии. Допускается на схеме не отражать расположение устройств и элементов в изделии, если схему выполняют на нескольких листах или размещение устройств и элементов на месте эксплуатации неизвестно.

Для разработки схемы необходимо выполнить ряд действий:

- 1) нанести на схему технические средства автоматизации с соответствующими стандартами;

2) произвести соединение проводок с клеммами устройств по требованиям завода изготовителя оборудования;

3) произвести нумерацию проводников.

В рамках данного раздела была разработана схема электрическая соединений щита управления, которая приведена в документе с шифром ФЮРА.421000.007 Э4. Она включает в себя разные подсистемы, изображенные на разных листах.

Плавкая вставка устанавливается на блоки зажимов для осуществления питания устройств автоматизации полевого уровня от 24 В. Для однозначной записи в сокращенной форме сведений об элементах и устройствах применяются условно буквенные обозначения согласно ЕСКД ГОСТ 2.710-81. [8]. Прописные буквы, а также цифры латинского алфавита присвоены элементам схемы согласно их назначению. На основании принятых обозначений составлен перечень элементов. Перечень элементов представлен в документе с шифром ФЮРА.421000.007 ПЭ4.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Перечень элементов оформляют в виде таблицы по ГОСТ 2.701. Если перечень элементов помещают на первом листе схемы, то его располагают, как правило, над основной надписью. Для электронных документов перечень элементов оформляют отдельным документом.

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп — и между элементами.

Для подсистемы ввода и вывода аналоговых сигналов требуется модули аналогового ввода и вывода аналоговых сигналов, разделительные преобразователи и блоки зажимов.

Для осуществления питания модулей контроллера необходим модуль питания контроллера, для связи контроллера и оператора необходим процессорный модуль, а также для механического соединения и связи модулей используется коммутационная панель.

Управление исполнительным механизмом осуществляется с помощью аналоговых сигналов. НПТ-1 (нормирующий преобразователь) предназначен для преобразования значения температуры, измеренной при помощи термопары или термосопротивления, в унифицированный сигнал постоянного тока 0(4) — 20 мА. Может использоваться во вторичных приборах систем автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами. Характеристики данного модуля приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристики преобразователя НПТ-1

Номинальное значение напряжения питания (постоянного тока)	24 В
Диапазон допустимых напряжений	12 – 36 В
Потребляемый ток, не более: – для рабочего режима – для режима конфигурирования (питание осуществляется от USB-Host)	35 мА 50 мА
Номинальный диапазон выходного тока преобразователя	0 – 20 мА, 4 – 20 мА
Максимальное допустимое сопротивление нагрузки (при напряжении питания 36 В) *	1200 Ом
Время установления рабочего режима (предварительный прогрев), не более	15 мин
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха	от - 40 до +85 °С

На листе 3 с шифром ФЮРА.421000.007 Э4 изображен блок зажимов ХТЗ, который служит для передачи сигнала от контроллера к электроприводам. Передача сигнала осуществляется через преобразователь ЕТ 422. Его характеристики представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики преобразователя ЕТ422

Характеристики	ЕТ422
Количество каналов, шт.	2
Вход/выход тока, мА.	Любой токовый сигнал/4...20
Потребляемая мощность, Вт.	5,5
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+60

При подключении сигнализации необходимо выбрать модуль дискретного ввода контроллер. Для ввода дискретных сигналов необходимо приобрести релейный модуль. Выберем PLC-RSC- 230UC/21 он состоит из базового клеммного модуля PLC-BPT.../21 с соединителем Push-in с вставным мини-реле с силовым контактом, установка на монтажную шину NS 35/7,5, 1 переключающий контакт, входное напряжение 230 В АС. Технические характеристики приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристики релейного модуля PLC-RSC- 230UC/21

Характеристики	PLC-RSC- 230UC/21
Применение	Универсальный
Долговечность механическая, коммутационных циклов	$22 \cdot 10^7$
Степень загрязнения	3
Макс. мощность потерь при номинальных условиях	0,22 Вт

Для вывода дискретных сигналов необходимо приобрести релейный модуль. Выберем PLC-RSC- 24DC/21 он состоит из базового клеммного модуля PLC-BPT.../21 с соединителем Push-in с вставным мини-реле с

силовым контактом, установка на монтажную шину NS 35/7,5, 1 переключающий контакт, входное напряжение 24 В DC. Технические характеристики приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристики релейного модуля PLC-RPT- 24DC/21

Характеристики	PLC-RPT- 24DC/21
Применение	Универсальный
Долговечность механическая, коммутационных циклов	$22 \cdot 10^7$
Степень загрязнения	3
Макс. мощность потерь при номинальных условиях	0,22 Вт

На модуль изображенный на чертеже с шифром подается 0В с блока зажимов (ХТ01), на контакт катушки А1 подается +24В с ХТ01 для коммутации. Сигналы с модуля подаются на катушку реле, ток проходит через катушку, после чего переключаются соответствующие контакты реле и срабатывает сигнал, который подавался с модуля.

В ходе разработки электрической схемы дискретных сигналов использованы следующие обозначения, приведенные в таблице 12.

Таблица 12 – Позиционные обозначения элементов и устройств электрической схемы

Обозначение	Расшифровка
АС1	Контроллер ОВЕН-ПЛК63
А1	Модуль контроллера
К1-К4	Релейный модуль
ХТ0-4	Блок зажимов
XS	Розетка
EL	Лампочка

При разработке электрической схемы было определено количество и тип оборудования, которые находятся в щите управления. Также для разработки

чертежа общего вида были найдены габаритные размеры каждого оборудования, их особенности монтажа.

7.Разработка общего вида щита управления

Средства автоматизации предназначены для управления технологическими процессами и включают в себя контрольно-измерительные приборы, сигнальные устройства, аппаратуру управления, автоматическое регулирование, защиту и блокировку. Щиты устанавливаются в специальных помещениях и содержат в себе коммутацию труб и электрических проводов, а также контроллеры и зажимы для оперативного контроля. Для монтажа средств автоматизации в операторском помещении рекомендуется использовать малогабаритные щиты. Общий чертеж щита включает вид спереди, вид на внутренние плоскости и перечень составных частей.

Исходя из объема технических средств и их количества, выберем навесной шкаф Rittal AE RAL7035 размером 800x1200x300.

В верхней части шкафа расположены концевой выключатель (SQ1) и лампа (EL1). В верхнем ряду расположен контроллер, во втором ряду расположены средства защиты, питания, и аккумуляторный модуль (GB1), а также источник бесперебойного питания (G1). В третьем ряду расположены разделительные преобразователи (UY1...UY5), реле (K2...K4). В нижней части шкафа в несколько рядов расположены блоки зажимов XT0-XT4. Оборудование размещается на DIN-рейке NS 35/4,5 ZN UNPERF. Прокладка соединений предусмотрена в закрытых коробах. На двери шкафа размещены вентилятор и ручка. В нижней части чертежа представлен полный перечень основных находящихся в шкафу элементов. Чертеж выполнен в масштабе 1:10. Масса шкафа – 80 кг. Общий вид щита представлен на чертеже с шифром ФЮРА.421000.007 В0

8. Расчет параметров настройки регулятора

Настройка регулятора является важным этапом в процессе управления системами автоматического контроля. Регуляторы используются для поддержания заданного уровня выходной переменной в системе при изменении входного сигнала или возмущающих факторов. Оптимальная настройка регулятора позволяет достичь стабильности, точности и быстродействия системы контроля. Расчет параметров настройки регулятора основывается на математических моделях, которые описывают динамику системы. В зависимости от типа регулятора и характеристик системы, могут использоваться различные методы расчета параметров настройки. Например, для пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора применяются методы настройки по шаговой реакции, метод Чебышева, метод Зиглера-Никольса и другие. Важным аспектом настройки регулятора является выбор критериев оптимальности, которые могут быть связаны с минимизацией ошибки регулирования, временем переходного процесса, устойчивостью системы и другими параметрами. Таким образом, правильная настройка регулятора является ключевым фактором для достижения эффективного управления системой. В данной работе будет рассмотрен один из методов расчета параметров настройки ПИ регулятора на примере конкретной системы контроля. Кривая разгона является важным концептом в области управления и регулирования систем. Этот термин описывает поведение динамической системы при переходе от одного установившегося состояния к другому. Он определяет, как система реагирует на действие управляющего сигнала и как быстро она достигает нового установившегося состояния. Правильный дизайн и настройка системы управления требует понимания кривой разгона и способности управлять ею для обеспечения достижения требуемых параметров работы системы.

Идентификация объекта – процедура построения оптимальной в определенном смысле математической модели объекта управления по реализациям его входных и выходных сигналов. Идентификация

подразделяется на пассивную и активную. Для активной идентификации на объект управления подается выбранное определенное воздействие, а при пассивной используются данные процесса во время нормального функционирования объекта [1].

Передаточная функция для кривой описывается аperiodическим звеном с запаздыванием:

$$W_{\text{ОБ}}(P) = \frac{K}{TP + 1} e^{-P\tau},$$

где K – коэффициент передачи;

P – оператор Лапласа;

τ – время запаздывания;

T – постоянная времени.

Определяем, что $K = 170$ °С; $T = 192$ с.

По исходным данным рассчитаем время запаздывания:

$$\tau = \frac{T}{5 \cdot n} = \frac{192}{5 \cdot 1} = 38,4 \text{ с.}, \text{ где } n \text{ – порядок объекта}$$

Передаточная функция имеет вид:

$$W_{\text{ОБ}}(P) = \frac{170}{192P + 1} e^{-38,4P}.$$

Расчет передаточной функции для трубопровода

Передаточная функция описывается аperiodическим звеном, для которой необходимо определить параметр постоянной времени.

Коэффициент передачи принят единице ($K_{\text{ТП}} = 1$).

Для определения постоянной времени необходимо знать:

расход воды, $Q_{\text{В}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$);

диаметр трубопровода, d (м);

длина трубопровода, L (м);

Расход воды и диаметр трубопровода согласно [2] равны:

$$Q_{\text{В}} = 400 \text{ т/ч} = 0,11 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$d = 480 \text{ мм.}$$

Длина трубопровода выбрана $L = 150$ м.

Рассчитаем постоянную времени:

$$T_{\text{ТП}} = \frac{L \cdot Q_B}{f \cdot \Delta P},$$

где $f = \frac{\pi d^2}{4}$ – площадь поперечного сечения; $\Delta P = 0,8 \cdot 101971$ Па – перепад давления, тогда:

$$T_{\text{ТП}} = \frac{150 \cdot 0,11}{\frac{3,14 \cdot 0,48^2}{4} \cdot 0,8 \cdot 101971} = 0,0011 \text{ с.}$$

Передаточная функция имеет вид:

$$W_{\text{ТП}}(P) = \frac{1}{0,0011P + 1}.$$

Расчет передаточной функции исполнительного механизма

В качестве исполнительного механизма выбран «МЭО-250/10-0,25У-99». Передаточная функция описывается аperiodическим звеном, где постоянная времени согласно [2]: $T = 10$ с.

Коэффициент передачи определяется по формуле:

$$K = \frac{\Delta \% \text{ИМ}}{\Delta Q},$$

где %ИМ – процент открытия клапана; Q – отношение текущего расхода к максимальному расходу.

Определим соотношение номинального расхода:

$$Q = \frac{Q}{Q_{\text{max}}} = \frac{400}{475} = 0,842,$$

тогда %ИМ будет равен:

$$\% \text{ИМ} = 71,5\%.$$

Следовательно коэффициент передачи будет равен:

$$K = \frac{71,5 - 0}{0,842 - 0,05} = 90$$

Передаточная функция имеет вид:

$$W_{\text{ИМ}} = \frac{90}{10P + 1}.$$

Расчет передаточной функции уровнемера

В качестве уровнемера был выбран ультразвуковой измеритель уровня жидкости Б–АН56119. Передаточная функция описывается интегральным звеном.

$$W_{ур} = \frac{K_{ур}}{P},$$

где $K_{ур}$ – коэффициент усиления интегратора.

Определим коэффициент усиления интегратора:

$$K_{ур} = \frac{1}{S},$$

где S – площадь ПНД.

Согласно [2], диаметр ПНД равен:

$$d = 1000 \text{ мм},$$

Следовательно площадь ПНД равна:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1000^2}{4} = 785398,16 \text{ мм}^2,$$

тогда коэффициент усиления интегратора будет равен:

$$K_{ур} = \frac{1}{785398,16} = 0,0000013.$$

Передаточная функция имеет вид:

$$W_{ур}(P) = \frac{0,0000013}{P}.$$

Расчет параметров настройки регулятора

На рисунке 4 представлена структурная схема системы регулирования.

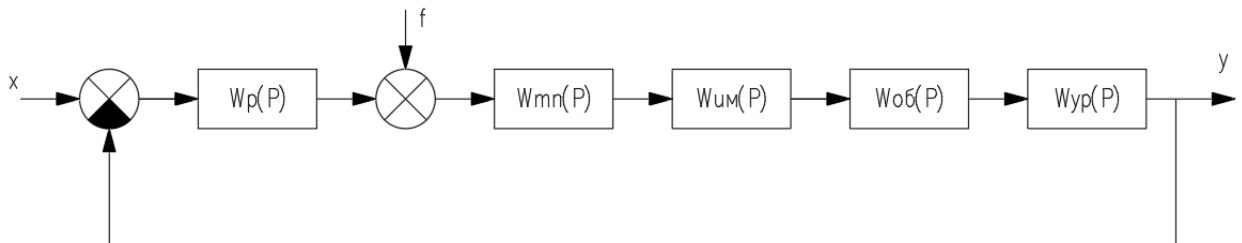


Рисунок 4 – Структурная схема системы регулирования

Расчет системы выполнен для степени затухания $\psi = 0,95$.

Определяем значение степени колебательности:

$$m = -\frac{1}{2\pi} \cdot \ln(1 - \psi) = -\frac{1}{2\pi} \cdot \ln(1 - 0,95) = 0,477.$$

Передаточная функция объекта регулирования описывается формулой:

$$W_{OP}(P) = W_{OB}(P) \cdot W_{ТП}(P) \cdot W_{УР}(P).$$

Полученные расширенные частотные характеристики объекта представлены в таблице 13 в виде листинга расчета. Полученные значения представлены для диапазона частот от 0 до 1 с⁻¹, шаг по частоте в 0,01 с⁻¹.

Таблица 13 – Расширенные частотные характеристики объекта регулирования

$\omega, \text{с}^{-1}$	$\text{Re}_{OB}(m, \omega)$	$\text{Im}_{OB}(m, \omega)$	$A_{OB}(m, \omega)$
0,01	-0,738	0,91	1,172
0,02	0,026	0,355	0,356
0,03	0,116	0,15	0,19
0,04	0,119	0,046	0,127
0,05	0,095	-0,015	0,096
0,06	0,061	-0,049	0,078
0,07	0,025	-0,061	0,066
0,08	$-6,248 \cdot 10^{-3}$	-0,057	0,058
0,09	-0,029	-0,043	0,052
0,10	-0,042	-0,023	0,048
0,11	-0,044	$-2,01 \cdot 10^{-3}$	0,044
0,12	-0,039	0,91	0,042
0,13	-0,027	0,355	0,04
0,14	-0,011	0,15	0,039

Продолжение таблицы 13

0,15	$5,845 \cdot 10^{-3}$	0,046	0,039
0,16	0,021	-0,015	0,039
0,17	-0,738	-0,049	0,039
0,18	0,026	-0,061	0,039
0,19	0,116	-0,057	1,172

Параметры настройки ПИ–регулятора рассчитываются по следующим формулам:

$$\frac{K_p}{T_i} = - \frac{\omega \cdot (m^2 + 1) \cdot Im_{об}(m, \omega)}{A_{об}^2(m, \omega)} ;$$

$$K_p = - \frac{m \cdot Im_{об}(m, \omega) + Re_{об}(m, \omega)}{A_{об}^2(m, \omega)},$$

где K_p – коэффициент передачи ПИ-регулятора, T_i – постоянная интегрирования ПИ-регулятора,

Задаем диапазон изменения частоты $1 \geq \omega \geq 0$ (c^{-1}) с шагом $\Delta\omega = 0,01$ (c^{-1}) и определяем настройки регулятора с заданным шагом по частоте, Параметры настройки представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Результаты расчета значений параметров регулятора

ω, c^{-1}	K_p	K_p/T_i
0,01	$4,738 \cdot 10^{-5}$	-0,014
0,02	$1,31 \cdot 10^{-4}$	-0,054
0,03	$1,617 \cdot 10^{-4}$	-0,117
0,04	$5,008 \cdot 10^{-5}$	-0,197
0,05	$-2,914 \cdot 10^{-4}$	-0,292
0,06	$-9,462 \cdot 10^{-4}$	-0,398
0,07	-0,00199	-0,511

Продолжение таблицы 14

0,08	-0,0035	-0,627
0,09	-0,00553	-0,742
0,10	-0,00814	-0,854
0,11	-0,011	-0,958
0,12	-0,015	-1,052
0,13	-0,02	-1,134
0,14	-0,025	-1,199
0,15	-0,031	-1,246
0,16	$4,738 \cdot 10^{-5}$	-0,014
0,17	$1,31 \cdot 10^{-4}$	-0,054
0,18	$1,617 \cdot 10^{-4}$	-0,117
0,19	$5,008 \cdot 10^{-5}$	-0,197
0,20	$-2,914 \cdot 10^{-4}$	-0,292

По данным таблицы 14 строим график зависимости $\frac{K_p}{T_i} = f(K_p)$

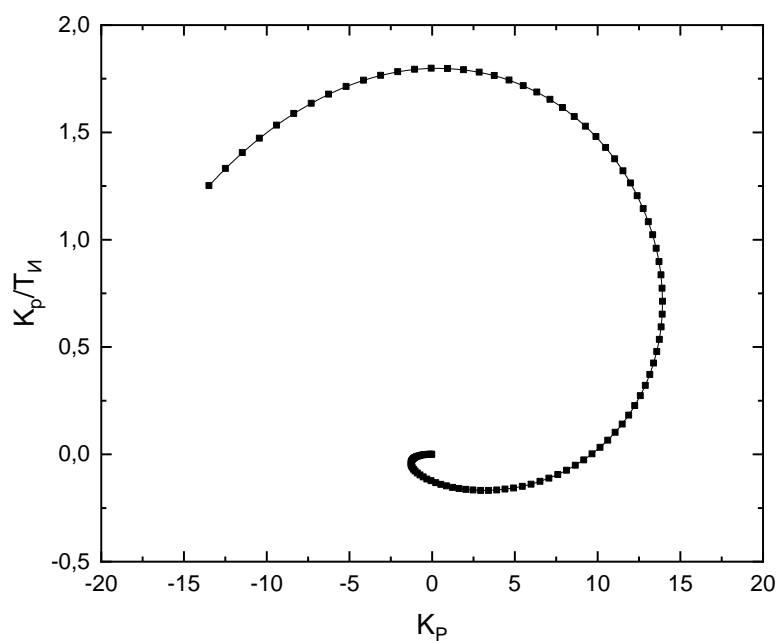


Рисунок 5 – Область параметров настройки ПИ – регулятора

В качестве критерия оценки качества используется вторая интегральная оценка. Минимальному значению этой оценки соответствует точка максимального значения $\frac{K_p}{T_u}$.

$$\text{Max} \left(\frac{K_p}{T_u} \right) = 1,688; K_p = 6,331; \text{резонансная частота } \omega = 0,8 \text{ с}^{-1}$$

Определяем значение постоянной интегрирования:

$$T_u = \frac{K_p}{\frac{K_p}{T_u}} = 3,75 \text{ с.}$$

Произведем оценку качества переходного процесса в замкнутой системе при возмущении, которое идет по каналу регулирующего воздействия. Передаточная функция будет иметь вид:

$$W(P) = \frac{W_P(P) \cdot W_{ТП}(P) \cdot W_{ИМ}(P) \cdot W_{ОБ}(P) \cdot W_{УР}(P)}{1 + W_P(P) \cdot W_{ТП}(P) \cdot W_{ИМ}(P) \cdot W_{ОБ}(P) \cdot W_{УР}(P)}$$

где $W_P(P)$ – передаточная функция регулятора; $W_{ОБ}(P)$ – передаточная функция объекта; $W_{ТП}(P)$ – передаточная функция трубопровода; $W_{ИМ}(P)$ – передаточная функция исполнительного механизма; $W_{УР}(P)$ – передаточная функция уровнемера.

Переходный процесс, идущий в замкнутой системе по каналу задающего воздействия, рассчитывается по методу трапеций. Чтобы рассчитать переходный процесс, необходимо определить вещественную частотную характеристику системы. На рисунке 6 представлен график вещественной частотной характеристики.

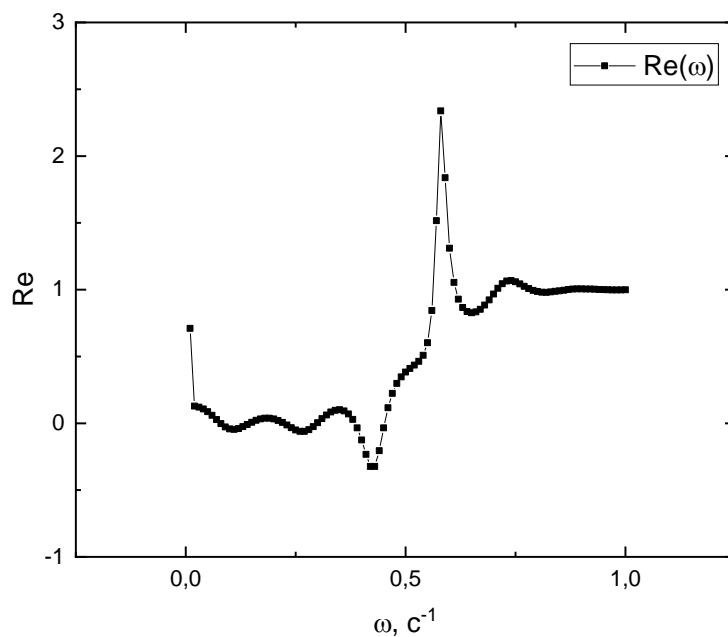


Рисунок 6 – Графическое изображение ВЧХ системы

Переходный процесс по каналу задающего воздействия рассчитываем по формуле:

$$y(t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} \frac{Re_{з.с.}(\omega)}{\omega} \cdot (\sin(\omega \cdot t)) d\omega,$$

где $Re(\omega)$ – вещественная частотная характеристика системы; ω – частота; t – продолжительность переходного процесса системы.

Для достижения точности в расчете в качестве верхнего предела интеграла применяется не бесконечность, а значение, при котором значение вещественной частотной характеристики системы стремится к установившемуся значению.

Конечный вид уравнения для определения переходного процесса системы имеет вид:

$$y(t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^1 \frac{Re_{з.с.}(\omega)}{\omega} \cdot (\sin(\omega \cdot t)) d\omega,$$

где 1 частота, при которой график $Re_{з.с.}(\omega)$ стремится к установившемуся значению, данная частота определена графическим способом из рисунка 6.

На рисунке 7 представлен переходный процесс замкнутой системы по каналу задающего воздействия. С помощью этого переходного процесса была произведена оценка качества регулирования. Данная оценка позволит сделать вывод о том, насколько система удовлетворяет предъявленным требованиям, при предъявленных к системе ограничениях.

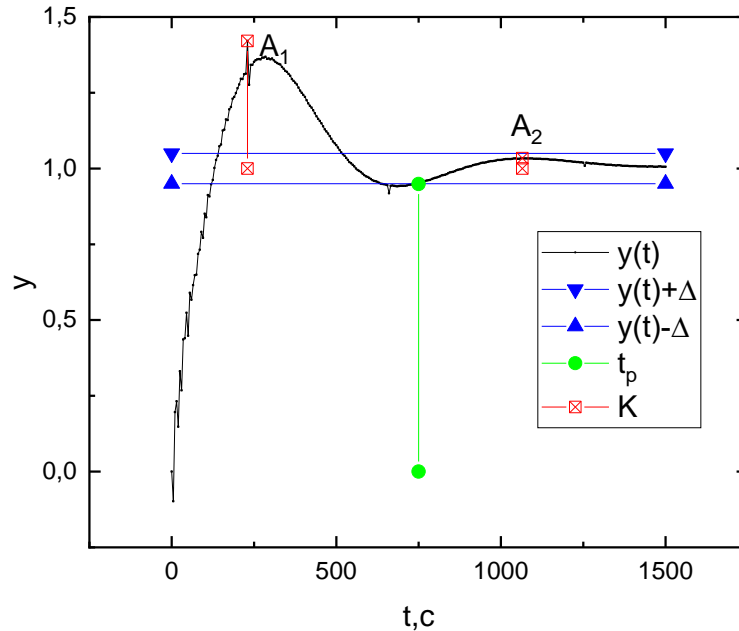


Рисунок 7 – Переходный процесс в замкнутой АСР по каналу задающего воздействия

Далее рассчитываем прямые оценки качества переходного процесса:

максимальная динамическая ошибка: $A_1 = 0,421$.

перерегулирование: $\sigma = \frac{A_1}{y(\infty)} \cdot 100\% = \frac{0,421}{1} \cdot 100\% = 42,1 \%$;

степень затухания: $\psi = 1 - \frac{A_2}{A_1} = 1 - \frac{0,021}{0,421} = 0,95$.

статическая ошибка: $\varepsilon_{СТ} = S - y(\infty) = 1 - 1 = 0$.

время регулирования: $t_p = 750 \text{ с}$.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа 5Б93		ФИО Козлова Владислава Владимировна	
Школа	ИШЭ	Школа	ИШЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Уровень образования	Бакалавриат

Тема ВКР:

Автоматическая система регулирования температуры с помощью измерителя-регулятора технологического	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. <p>Описание рабочей зоны(рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>СП 52.13330.2016 Естественное и искусственноеосвещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05- 95 ГОСТ Р 30331.4-95. Защита от тепловыхвоздействий. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Общие требования безопасности труда СНиП 2.01.02-85. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p>

<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов - Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<p>Вредные факторы: -отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.</p> <p>Опасные факторы: -производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека; -производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работник.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты: -тепловая изоляция трубопроводов -изолирующие устройства и покрытия; -диэлектрические перчатки; -каска защитные.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на атмосферу: -гравитационные осадения твердых частиц и аэрозолей -химические реакции вредных веществ выброшенных в атмосферу (дымовые газы)</p> <p>Воздействие на гидросферу: -выбросы использованной воды, вызывающие тепловое загрязнение</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС: -выброс масла из поврежденного трансформатора тока с последующим возгоранием -возгорание электрических кабелей -выброс горячей пыли -выброс большого количества пара в атмосферу -порыв теплотрассы -короткое замыкание</p> <p>Наиболее типичная ЧС: -авария на парогенераторе или турбине</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Козлова Владислава Владимировна		

9. Социальная ответственность

Введение

Одной из наиболее важных областей, где социальная ответственность играет ключевую роль, является энергетический сектор. Сегодня энергетика становится все более важной для обеспечения экономического и социального развития страны, но при этом она также является одним из наиболее значимых источников загрязнения окружающей среды.

В этом контексте особое значение приобретает проблема АСР температуры основного конденсата на выходе из ПНД. Эта проблема связана с тем, что при повышенной температуре конденсата на выходе из парогенератора возможно загрязнение окружающей среды и повреждение здоровья людей.

В связи с этим, вопросы социальной ответственности в отношении АСР температуры основного конденсата на выходе из ПНД становятся все более актуальными и требуют комплексного и внимательного рассмотрения. В дипломной работе будут рассмотрены основные аспекты данной проблемы, а также возможные пути ее решения с учетом требований социальной ответственности и экологической безопасности.

Рабочая зона представляет собой помещение 26x24x11,8 метров.

Количество наименований оборудования рабочей зоны: персональный компьютер – 2 шт, сервер SCADA системы – 1 шт.

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: регулирование температуры основного конденсата; контроль подачи воды в теплообменник; контролирование подачи греющего пара, регулирование уровня дренажа.

Основная задача ВКР – регулирование температуры основного конденсата, посредством регулирования подачи греющего пара.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работа в производственном помещении относится к 2 категории тяжести труда. Согласно ст. 91 ТК РФ нормальная продолжительность рабочего времени для оператора АСУ не может превышать 40 часов в неделю.

Согласно ст. 91 ТК РФ, есть несколько видов компенсаций для работников, занятых на работах с вредными и/или опасными условиями труда:

- Минимальная продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска работникам составляет 7 календарных дней;
- Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и/или опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере.

Так как предполагается проведение работ сидя, то необходимо отметить некоторые показатели, которые учитываются при такой работе. Согласно ГОСТ 12.2.032.78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение работ в пределах зоны досягаемости моторного поля.

Согласно Федеральному закону от 24.07.1998N125 – ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний подлежат физические лица, выполняющие работу на основании трудового договора, заключенного со страхователем, физические лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду страхователем и др.

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний является видом социального страхования и предусматривает:

обеспечение социальной защиты застрахованных и экономической заинтересованности субъектов страхования в снижении профессионального риска;

возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью застрахованного при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных случаях, установленных настоящим Федеральным законом;

обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Согласно ГОСТ 12.0.004-2015 «Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения». Обучение безопасности труда направлено на формирование, закрепление и развитие мотивации и навыков безопасного поведения, знаний, умений и навыков выполнения безопасных приемов труда и (или) управления обеспечением безопасности других лиц в процессе их трудовой деятельности. Обучение безопасности труда работающих лиц проводится, как правило, непосредственно на работе силами и средствами субъекта права – организатора работ, в том числе для работников – силами работодателя, привлекающего при необходимости квалифицированных специалистов и обучающие организации со стороны.

Производственная безопасность

При выполнении работ оператора ПНД согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» могут иметь место следующие факторы, представленные в таблице 15.

Таблица 15 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте в производственном помещении

Факторы	Нормативные документы
Превышение уровня шума	СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03-2003 Защита от шума»
Превышение уровня общей вибрации	ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»
Отклонение показателей микроклимата	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	ГОСТ 12.1.038-82 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»; ГОСТ 12.1.019-79 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
Повышенная пожароопасность, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека	ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность.

Превышение уровня шума

Согласно СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03-2003 Защита от шума» Актуализированная редакция, повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к нарушению слуха, кровообращения, нервной системы и др.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах регламентирован документом. Согласно п.6 «Нормы допустимого шума», СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03-2003 Защита от шума» Актуализированная редакция, в таблице 16 указаны допустимые уровни шума.

Таблица 16 – Уровни звукового давления

Наименование помещений или территорий	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A , дБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, кабины наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий, территории предприятий с постоянными рабочими местами	107	95	87	82	78	75	73	71	69	95

Отклонения показателей микроклимата

Находясь на рабочем месте в производственном помещении, человек подвергается влиянию микроклимата рабочего помещения. Микроклимат в рабочей зоне определяется сочетанием температуры, влажности и скорости потока воздуха, действующих на человеческое тело, а также температуры окружающих поверхностей.

При отклонении фактических параметров микроклимата от норм происходит нарушение терморегуляции. Накопление тепла в организме приводит к расстройствам нервной системы, секреторной деятельности желудка, печени и нарушению обмена веществ. Состояние микроклимата в рабочем помещении описано в ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Установленные гигиенические нормативы для помещений для категории работы 1а приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1а (до 120 ккал/ч)	22-24	20-24	40-60	0,1
Теплый		23-25	21-25		

Повышенный уровень общей вибрации

Источниками вибрации в помещении при работе ПНД являются электроприводы, насосы, турбины, потоки жидкости, пара и газа. Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной

патологии – вибрационной болезни. Одними из основных ее синдромов являются головокружение и головные боли. Рабочее место оператора относится к 3 категории вибрации типа «а». Санитарные нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч приведены в таблице 18 [8].

Таблица 18 – Санитарные нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			виброускорения		виброскорости	
			м·с ⁻²	дБ	м·с ⁻² ×10 ⁻²	дБ
общая	1	Z0	0,56	115	1,1	107
		Y0, X0	0,4	112	3,2	116
	2	Z0, Y0, X0	0,28	109	0,56	101
	3 тип «а»	Z0, Y0, X0	0,1	100	0,2	92
	3 тип «в»	Z0, Y0, X0	0,014	83	0,028	75

Исходя из представленных норм вибрационной нагрузки, для оператора 3 категории типа «а» максимальный предел виброускорения составляет 100 Дб, а виброскорости – 92 дБ.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 [7] работодатель должен предпринимать меры, необходимые для снижения вибрационной нагрузки. К таким мерам относятся: использование машин с меньшей виброактивностью; использование материалов и конструкций, препятствующих распространению вибрации и воздействию ее на человека; контроль за правильным использованием средств виброзащиты; организацию профилактических мероприятий, ослабляющих неблагоприятное воздействие вибрации. Также работник обязан соблюдать относящиеся к нему меры вибрационной защиты и правила, которые предписаны регламентом безопасного ведения работ.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Источниками опасности являются устройства, машины, технологическое оборудование и приборы, использующие для своей работы электрический ток.

Воздействие электрического тока на организм человека проявляется в травмах и профессиональных заболеваниях. К травмам относятся ожоги, судороги, затруднение дыхания, паралич сердца и паралич дыхания. Профессиональные заболевания проявляются в нарушениях функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем, раздражительности, головной боли, нарушении сна, снижение аппетита, а также нарушение репродуктивной функции.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 19.

Таблица 19 – напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки

Род тока	$U, В$	$I, мА$
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Согласно ГОСТ 12.1.019-79 [9] для контроля предельно допустимых значений напряжений и токов прикосновения, измеряют напряжения и токи в

местах, где может произойти замыкание электрической цепи через тело человека. Класс точности измерительных приборов не ниже 2,5.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства: безопасное расположение токоведущих частей; предупредительную сигнализацию; блокировку; знаки безопасности. Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: защитное заземления; зануление; выравнивание потенциала; систему защитных проводов; малое напряжение; средства индивидуальной защиты.

Повышенная пожароопасность

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность, для каждого производственного участка должны соблюдаться необходимые меры для избежания возможного возгорания.

Для того, чтобы обезопасить рабочее место на производстве от пожара необходимо выполнить следующие определенные меры. Установить систему пожарной сигнализации и оповещения. Это позволит быстро обнаружить начало пожара и вызвать спасателей. Установить систему автоматического пожаротушения. Это может быть система дымоудаления, огнетушители или система автоматического пожаротушения водой. Разместить огнетушители на видном месте и обучить работников их использованию. Проводить регулярные проверки электрооборудования и заменять устаревшие элементы. Организовать правильное хранение легковоспламеняющихся материалов и жидкостей. Обучить работников правилам поведения в случае пожара и проводить регулярные тренировки эвакуации. Разметить путеводительные знаки для быстрой эвакуации. Проводить регулярные инструктажи по охране

труда и пожарной безопасности. Соблюдать правила пожарной безопасности при проведении сварочных и резательных работ. Проверять и чистить вентиляционные системы для предотвращения возгорания пыли и газов.

Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия работы ПНД на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате разработки и реализации, предлагаемых в ВКР решений.

Атмосфера

Выход электрогенератора через трансформаторы в РУ (распределительное устройство) и в электрические сети приводит к гибели птиц на линиях электропередач и в открытых распределительных устройствах подстанций. Каждый год очень большое количество птиц гибнет в результате поражения электрическим током. Для предотвращения гибели птиц на линиях электропередач на опорах устанавливают специальные устройства, которые препятствуют посадке на них птиц. На открытых распределительных устройствах подстанций особую опасность для птиц представляют высоковольтные выводы силовых трансформаторов, линейные вводы в закрытые распределительные устройства и другие элементы оборудования. В данном случае, для предотвращения гибели птиц устанавливаются сетчатые ограждения, кожухи на элементы оборудования, где наиболее часто происходит гибель птиц.

Гидросфера

Основными факторами воздействия ТЭЦ на гидросферу являются охлаждения конденсаторов турбин и водоохладителей несут выбросы теплоты, следствием которых могут быть: постоянное локальное повышение температуры в водоеме; временное повышение температуры; изменение условий ледостава, зимнего гидрологического режима; изменение условий паводков; изменение распределения осадков, испарений, туманов. Наряду с нарушением климата тепловые выбросы приводят к зарастанию водоемов водорослями, нарушению кислородного баланса, что создает угрозу для жизни обитателей рек и озер.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Возможные ЧС на объекте являются: взрыв и пожар. Короткое замыкание и взрыв могут привести к возникновению пожара на объекте.

Для предотвращения пожаров на объекте следует:

проводить инструктаж с сотрудниками и проверять их знания по борьбе с пожаром;

установить порядок регулярной проверки состояния пожарной безопасности предприятия, исправности технических средств тушения пожара, систем водоснабжения, оповещения, связи и других систем противопожарной защиты. Принимать необходимые меры к устранению обнаруженных недостатков, которые могут привести к пожару;

создать пожарно-техническую комиссию и добровольные пожарные формирования.

Порядок действия в результате возникновения пожара:

а) при возникновении пожара на объекте первый заметивший очаг пожара должен немедленно сообщить начальнику смены энергообъекта или руководству энергопредприятия, а при наличии связи - в пожарную охрану и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;

б) начальник смены энергообъекта обязан немедленно сообщить опожаре в пожарную охрану, руководству энергопредприятия и диспетчеру энергосистемы;

в) до прибытия подразделений ГПС МВД России руководителем тушения пожара является начальник смены энергообъекта;

г) отключение оборудования в зоне пожара производится дежурным персоналом энергопредприятия по распоряжению начальника смены энергообъекта;

д) после прибытия на место пожара первого подразделения ГПС МВД России руководителем тушения пожара является старший начальник этого подразделения;

е) решение о подаче огнетушащих средств принимается руководителем тушения пожара после проведения инструктажа и выполнения необходимых мер безопасности;

ж) руководитель тушения пожара имеет право приступить к тушению энергооборудования под напряжением только после получения письменного допуска на тушение от начальника смены энергообъекта.

Рассмотрим категорию помещения – Г, а именно турбинный цех. Необходимое количество огнетушителей определяется согласно суммарной площади помещения.

Классы возможных пожаров:

В – горение жидкостей и плавящихся материалов; С – горение газов.

Таблица 20 – Нормы оснащения помещения огнетушителями

Класс пожара	Огнетушители			
	Пенные и водные огнетушители	Порошковые огнетушители	Хладоновые огнетушители	Углекислотные
В	2	-	-	-
С	-	4	-	-

Заключение по разделу «Социальная ответственность»

В разделе Социальная ответственность были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная безопасность, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных

Раздел направлен на обеспечение комфортных рабочих мест, соблюдение норм вредных воздействий как на окружающую среду, так и на производственный персонал, а также способы предупреждения возникновения чрезвычайных ситуации и порядок действий при их возникновении.

Категория помещения по электробезопасности: помещение с повышенной опасностью.

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности: Г – умеренная пожароопасность.

Категория тяжести труда: легкая физическая нагрузка.

Тяжесть труда согласно СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории 1б.

Оператор АСУ должен иметь III группу по электробезопасности. Допуск персонала с III группой подразделяется на работу с сетями до и выше 1000 В, а также дает право единоличного обслуживания, осмотра, подключения и отключения электроустановок от сети.

По воздействию на окружающую среды объект исследования относится ко 2 категории.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б93	Козлова Владислава Владимировна

Школа	Инженерная школа энергетики	Отделение Школа	И.Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- районный коэффициент- 1,3; - коэффициент дополнительной заработной платы – 0,15; - накладные расходы – 20%.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Расчет конкурентоспособности. SWOT-анализ
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Расчет показателей сравнительной эффективности проекта, интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Якимова Татьяна Борисовна	К.Э.Н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Козлова Владислава Владимировна		

10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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. Проект посвящен разработке автоматизированной системы регулирования температуры основного конденсата. Такая система должна удовлетворять не только технологическим требованиям, но и соответствовать экономичному варианту системы.

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.

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

Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам, позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направление для ее будущего повышения [1].

Проведем данный анализ с помощью оценочной карты. Для этого отберем две конкурирующие разработки, обеспечивающие автоматическое регулирование температуры основного конденсата.

- 1) Регулирование температуры основного конденсата изменением расхода пара.
- 2) Регулирование температуры основного конденсата изменением уровня дренажа.

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений приведена в таблице 1. Позиции разработок приведены под номерами 1, 2, 3 соответственно. Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 1, подобраны с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. 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.

Таблица 21 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Динамическая точность	0,20	2	4	4	0,40	0,80	0,80
2. Простота эксплуатации	0,05	3	4	4	0,15	0,20	0,20
3. Надежность	0,15	3	5	4	0,45	0,75	0,60

Продолжение таблицы 21

4. Качество регулирования	0,20	2	5	5	0,4 0	1,0 0	1,00
5. Простота наладки	0,05	4	5	4	0,2 0	0,2 5	0,20
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,10	4	3	3	0,4 0	0,3 0	0,30
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,20	4	4	4	0,8 0	0,8 0	0,80
3. Стоимость обслуживания	0,05	4	4	4	0,2 0	0,2 0	0,20
Итого	1	26	34	32	3,0	4,3	4,1

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность проекта; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Пример расчета для конкурента 1:

$$K = 0,2 \cdot 4 + 0,05 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 2 + 0,05 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,02 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 = 3,0$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

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 22.

Таблица 22 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Большие финансовые возможности	Сл1. Высокие затраты.
С2. Неограниченный доступ воды	Сл2. Высокая себестоимость продукции
С3. Квалифицированный персонал.	Сл3. Мало инновационных внедрений
С4. Большой спрос на продукцию.	Сл4. Загруженность станции зависит от времени года
Возможности	Угрозы
В1. Увеличение спроса.	У1. Деинструлизация региона
В2. Расширение рынка	У2. Нестабильность экономической ситуации в стране
В3. Внедрение новых технологий	У3. Политика регионов в отношении экологии
В4. Снижение уровня инфляции	У4. Отсутствие потребности на новые технологии

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 23 – 26.

Таблица 23 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4
Возможности проекта	В1	+	0	0	+
	В2	+	+	–	0
	В3	0	0	+	+
	В4	+	0	0	+

Таблица 24 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	+	0	–	–
	В2	–	0	–	–
	В3	+	–	0	0
	В4	0	–	0	–

Таблица 25 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	+	–	+	–
	У2	+	+	+	–	–
	У3	–	+	+	–	+
	У4	0	–	–	–	–

Таблица 26 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	–	–	–	–	–
	У2	–	0	–	–	–
	У3	0	0	+	+	–
	У4	+	+	+	+	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 27.

Таблица 27 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны</p> <p>С1. Большие финансовые возможности.</p> <p>С2. Неограниченный доступ воды.</p> <p>С3. Квалифицированный персонал.</p> <p>С4. Большой спрос на продукцию.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Высокие затраты.</p> <p>Сл2. Высокая себестоимость продукции.</p> <p>Сл3. Мало инновационных внедрений.</p> <p>Сл4. Загруженность станции зависит от времени года.</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Увеличение спроса.</p> <p>В2. Расширение рынка.</p> <p>В3. Внедрение новых технологий.</p> <p>В4. Снижение уровня инфляции.</p>	<p>Направления развития</p> <p>Опытный персонал делает возможным применение передовых технологий.</p> <p>Большие финансовые возможности позволят развить сопутствующие производства.</p> <p>Развитие инфраструктуры в регионе увеличит спрос на продукцию.</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>Расширение рынка позволит более полно использовать потенциал станции.</p> <p>Снижение уровня инфляции частично компенсирует высокую себестоимость продукции</p> <p>Применение современных материалов позволит повысить износостойкость оборудования.</p> <p>Развитие сопутствующего производства позволит иметь прибыль в периоды малой загруженности станции.</p>

Продолжение таблицы 27

<p>Угрозы У1. Увеличение конкуренции. У2. Нестабильность экономической ситуации в стране. У3. Политика регионов в отношении экологии. У4. Отсутствие потребности на новые технологии</p>		<p>Угрозы развития Потенциальный общий спад экономики в меньшей степени отразится на крупных предприятиях. Спрос на электрическую и тепловую энергии сохранится даже в случае закрытия крупных предприятий</p>	<p>Уязвимости: Возможный экономический спад поспособствует искать решение проблем через внедрение новых технологий.</p>
---	--	---	---

Проведение SWOT-анализа позволило выявить сильные и слабые стороны проекта, а также существующие возможности и угрозы для дальнейшей реализации проекта.

Из проведённого анализа видно, что основным достоинством такой системы является система, которая включает в себя современные компоненты, использует надежные ПЛК и обладает соответствующей точностью. Также постоянный спрос на выпускаемую продукцию делает предприятие менее восприимчивым ко внешним неблагоприятным факторам. У системы также существует ряд недостатков, например, как потребность в высококвалифицированном персонале способным обеспечить обслуживание данной системы. Выявленные недостатки возможно устранить путем проведения дальнейшей модернизации системы с использованием новых технологий.

Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель
	3	Выбор направления исследования	Исполнитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Теоретические исследования	5	Поиск и анализ существующих проектных решений	Исполнитель
	6	Сравнение существующих проектных решений, определение достоинств и недостатков, поиск способов усовершенствования	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель
	8	Определение целесообразности проведения ОКР	Научный руководитель

Продолжение таблицы 28

Разработка технической документации и проектирование	9	Разработка проектной конструкторской документации, подбор оборудования	Исполнитель
	10	Разработка мероприятий, связанных с охраной труда и экологической безопасностью	Исполнитель
	11	Оценка коммерческого потенциала, ресурсоэффективности, ресурсосбережения	Исполнитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	12	Составление пояснительной записки	Исполнитель

Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

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

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом

учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (4.3)$$

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

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

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

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

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 29.

Таблица 29 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Поиск и анализ существующих проектных решений	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Сравнение существующих проектных решений, определение достоинств и недостатков, поиск способа усовершенствования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Оценка эффективности полученных результатов	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Определение целесообразности проведения ОКР	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9

Продолжение таблицы 29

7. Разработка проектной конструкторской документации, подбор оборудования	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Разработка мероприятий, связанных с охраной труда и экологической безопасностью	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка коммерческого потенциала, ресурсоэффективности, ресурсосбережения	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102

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

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 30).

Таблица 30 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ													
				февр			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4	█													
2	2. Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	█													
3	3. Поиск и анализ существующих проектных решений	Исп2	11		█												

- материальные затраты научно-технического исследования (НТИ);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НТИ.

Расчет материальных затрат научно-технического исследования

В данную часть включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ. Затраты на оборудование приведены в таблице 31

Таблица 31 – Расчет бюджета

Наименование оборудования	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Персональный компьютер	1	40000	40000
Термопреобразователь сопротивления (ТСП-1393-04)	3	2025	6075
Электромагнитный расходомер (KFL–DC MG-1000)	2	59000	118000
Пускатель бесконтактный реверсивный (ПБР–ЗИ)	1	32500	32500
Механизм электроисполнительный (МЭО–630–92КБ)	1	92300	92300
Уровнемер электрозвуковой (Б–AN56119)	1	80850	80850
Программируемый логический контроллер (ОВЕН ПЛК-63)	1	29400	29400
Итого:			399125

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:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.5)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot t \quad (4.6)$$

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

Таблица 32 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	H_A , %	оборудования ,	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Персональный компьютер	1	5	20	20,0	40000	13333,33
2	Термопреобразователь сопротивления (ТСП-1393-04)	3	5	20	20,0	2075	691,67
3	Электромагнитный расходомер (KFL-DC MG-1000)	2	15	60	6,7	59000	19765,00
4	Пускатель бесконтактный реверсивный (ПБР-3И)	1	10	40	10,0	32500	10833,33

Продолжение таблицы 32

5	Механизм элеткроисполнтиельный (МЭО–630–92КБ)	1	15	60	6,7	92300	30920,50	
6	Уровнемер электрзвуквой (Б–АН56119)	1	12	48	8,3	80850	26842,20	
7	Программируемый логический контроллер (ОВЕН ПЛК-63)	1	10	40	10,0	29400	9800,00	
Итого:							112186,03 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 $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{51090 \cdot 10,3}{246} = 2649,14 \text{ руб.} \quad (4.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{21190 \cdot 11,2}{213} = 1114,22 \text{ руб.}, \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_M = Z_{mc} \cdot k_p = 39300 \cdot 1,3 = 51090 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

– для инженера:

$$Z_M = Z_{mc} \cdot k_p = 16300 \cdot 1,3 = 21190 \text{ руб.} \quad (4.11)$$

где Z_{mc} – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 33 – 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 34 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{mc}, \text{руб.}$	k_p	$Z_M, \text{руб.}$	$Z_{дн}, \text{руб.}$	$T_p, \text{раб.дн.}$	$Z_{осн}, \text{руб.}$
Руководитель	39300	1,3	51090	2649,14	14	37087,96
Инженер	16300	1,3	21190	1114,22	69	76881,18
Итого						113969,14

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 37087,96 = 5563,20 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 76881,18 = 11532,18 \text{ руб.} \quad (4.13)$$

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

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}}(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (37087,96 + 5563,20) = 12795,35 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

– для инженера:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}}(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (76881,18 + 11532,18) = 26524,01 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Общая ставка взносов составляет в 2023 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.5 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 35 – Группировка затрат по статьям

Статьи				
1	2	3	4	5
Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
112186,03	113969,14	17095,38	39319,36	282569,91

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{пр}}, \quad (4.16)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 36.

Таблица 36 – Группировка затрат по статьям

	Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1	Затраты на специальное оборудование	112186,03	Пункт 4.3.2
2	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	113969,14	Пункт 4.3.3
3	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17095,38	Пункт 4.3.3
4	Отчисления во внебюджетные фонды	39319,36	Пункт 4.3.4
5	Накладные расходы	56513,99	Пункт 4.3.5
6	Бюджет затрат НИР	339083,90	

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра. Для проведения сравнительной оценки рассмотрим два варианта реализации автоматической системы регулирования, в каждой из которых используется разная схема регулирования:

- 1) Регулирование температуры основного конденсата изменением расхода пара.
- 2) Регулирование температуры основного конденсата изменением уровня дренажа.

Показатель ресурсоэффективности для 1 варианта исполнения проекта равен 4,85 из 5, что говорит об эффективности использования ресурсов. Для 2 варианта исполнения используется меньшее количество оборудования, но точность и качество регулирования таких систем выше, кроме того, обслуживать их также проще.

Таблица 37 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4
2. Стабильность работы	0,2	5	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3
4. Энергосбережение	0,2	5	4
5. Экологичность	0,25	5	4
ИТОГО	1	4,85	4

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 = 4,85;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 = 4.$$

Выводы по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. в ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 339083,90 руб;

4. определен интегральный показатель ресурсоэффективности, по которому можно судить об экономии ресурсов для достижения поставленной цели.

Анализируя полученные результаты, можно оценить, сколько финансовых средств и времени потребуется на реализацию данного проекта и о том на сколько проект будет востребован на рынке.

Заключение

В данной дипломной работе была разработана автоматическая система регулирования температуры основного конденсата в ПНД. Были рассмотрены основные принципы работы системы, ее структура и алгоритмы управления. Разработанная система может быть использована в различных отраслях промышленности, где необходимо поддерживать определенную температуру жидкости или газа. В рамках выполнения ВКР разработан комплект схмотехнической документации, к которой относятся структурная, функциональная, монтажная и электрические схемы, а также спецификация приборов и средств автоматизации, перечень элементов к электрической схеме щита управления. При разработке функциональной схемы и составлении спецификации получены навыки сравнения и поиска средств автоматизации. В ходе разработки монтажной схемы проводился выбор различных кабелей и клеммных соединительных коробок. На этапе разработки электрической схемы осуществлялся поиск технических средств автоматизации среднего уровня и объединения их в перечень элементов. В итоге разработан общий вид щита автоматизации. В целом, данная работа является важным вкладом в развитие автоматизации производственных процессов и повышение качества продукции.

Список использованных источников

1. 2021_Турбина_паровая_K-200-130-3_K-210-130-3 файл word 2016. С 1-113.
Режим доступа: закрытый.
3. Ключев А.С., Глазков Б.В., Дубровский А.Х., Ключев А.А.
Проектирование систем автоматизации технологических процессов:
справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
4. ТЕХЭСПЕРТ. ГОСТ Р 58604-2019. Единая энергетическая система и
изолированно работающие энергосистемы. Тепловые электрические
станции. Автоматизированные системы управления технологическими
процесса. Условия создания. Нормы и требования. [Электронный
ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200169004> ,
свободный. – Загл. с экрана.
5. Siemens S7-300 Программируемый контроллер. [Электронный ресурс].
– Режим доступа: <https://www.siemens-pro.ru/> , свободный. – Загл. с
экрана.
6. Каталог оборудования Siemens. [Электронный ресурс]. – Режим
доступа: <https://simatic-market.ru/catalog/Siemens-CA01/10017499/info/> .,
свободный. – Загл. с экрана.
7. Андык В.С. Теория автоматического управления. Учебное пособие к
практическим занятиям: - Томск: Изд. ТПУ, 2000. – 108с.
8. Ротач В.Я. Расчет настройки промышленных систем регулирования. -
М.: ГЭИ, 1961. -344 с.
9. Методы расчета систем автоматического регулирования/Под ред.
Волгина В.В. - 2-е изд.- М.: Изд. МЭИ, 1972. - 226 с.
10. Плетнев Г.П. Автоматическое управление и защита
теплоэнергетических установок электрических станций. - М.:
Энергоатомиздат, 1986. – 344 с.
11. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н.
Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В.

- Креницина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014.– 36 с.
12. КонсультантПлюс. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. От 11.06.2021) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
 13. КонсультантПлюс. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) «Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
 14. КонсультантПлюс.« Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. РД 34.03.201-97» (утв. Минтопэнерго России 03.04.1997) (по состоянию на 03.04.2000) (ред. от 22.02.2000) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru, свободный. – Загл. с экрана.
 15. ТЕХЭКСПЕРТ. СТО 70238424.27.010.007-2009 Тепловые пункты тепловых сетей. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200093627>, свободный. – Загл. с экрана.
 16. ТЕХЭКСПЕРТ. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и Вредные производственные факторы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>, свободный. – Загл. с экрана.
 17. ТЕХЭКСПЕРТ. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. ШУМ. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606>, свободный. – Загл. с экрана.
 18. ТЕХЭКСПЕРТ. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

- <https://docs.cntd.ru/document/1200059881>, свободный. – Загл. с экрана.
19. ТЕХЭСПЕРТ. ГОСТ 12.1.038-82*. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. 98 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608>, свободный. – Загл. с экрана.
 20. ТЕХЭСПЕРТ. ГОСТ 30331.4-95. Электроустановки зданий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200001338>, свободный. – Загл. с экрана.
 21. ТЕХЭСПЕРТ. ГОСТ Р 56257-2014. Характеристика факторов внешнего природного воздействия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200118630>, свободный. – Загл. с экрана.
 22. ТЕХЭСПЕРТ. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. ШУМ. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606>, свободный. – Загл. с экрана.
 23. ТЕХЭКСПЕРТ. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200059881>, свободный. – Загл. с экрана.
 24. ТЕХЭСПЕРТ. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200272>, свободный. – Загл. с экрана.
 25. Повышенный уровень электромагнитных излучений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> свободный. – Загл. с экрана.