

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы Автоматическая система регулирования температуры жидкого топлива водогрейного котла типа ДЕ-10-144ГМ-О

УДК 681.51:536.24:621.181.2-63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5В	Ступников Андрей Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ	Иванова Е.В.	к.ф.-м.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ	Атрошенко Ю.К.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально-гуманитарных наук	Конотопский В.Ю.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения общетехнических дисциплин	Сотникова А.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель профиля ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИШФВП	Стрижак П.А.	д.ф.-м.н., профессор		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Универсальные компетенции</i>
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать

	опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	<i>Специальные профессиональные</i>
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

	температуры мазута, подаваемого к горелкам, на уровне 80 °С.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, 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. Анализ объекта автоматизации. 2. Проектирование АСР температуры топлива 3. Разработка шкафа управления АСР. 4. Разработка программной части. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема структурная. 2. Схема функциональная. 3. Схема соединений шкафа управления. 4. Схема внешних проводок 5. Общий вид шкафа управления
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Конотопский Владимир Юрьевич, Доцент отделения социально-гуманитарных наук
Социальная ответственность	Сотникова Анна Александровна, Ассистент отделения общетехнических дисциплин

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2019
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ	Иванова Е.В.	к.ф.–м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5В	Ступников Андрей Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 70 с., 5 рис., 15 табл., 22 источник.

Ключевые слова: подогрев топлива, мазут, вязкость, Masterscada, регулирование температуры, котельная, ОРС UA, топливное хозяйство, автоматическая система регулирования.

Объектом автоматизации является система подготовки жидкого топлива к сжиганию в водогрейном котле.

Цель работы – разработка автоматической системы регулирования температуры жидкого топлива (мазута) на водогрейной котельной (г. Томск, ул. Водяная 80)

В ходе работы выполнен анализ объекта автоматизации, разработан проект АСР подогрева мазута, выполнена программа управления технологическим оборудованием топливного хозяйства котельной.

Итогом работы является разработанная система регулирования температуры жидкого топлива. Назначение системы заключается в предотвращении застывания мазута в основном резервуаре, а также придание мазуту определенной вязкости перед подачей к распыляющим устройствам.

Оглавление

Введение.....	9
1 Анализ объекта автоматизации	11
2 Разработка структурной схемы.....	15
3 Разработка функциональной схемы	17
4 Выбор технических средств АСР	19
4.1 Преобразователи температуры	20
4.2 Преобразователи давления.....	22
4.3 Преобразователи уровня.....	24
4.4 Выбор программируемого логического контроллера	26
4.5 Выбор дополнительного оборудования.....	29
4.6 Выбор регулирующего органа	30
4.7 Выбор исполнительного механизма.....	31
5 Разработка схемы соединений щита управления	34
6 Разработка перечня элементов шкафа управления.....	35
7 Разработка общего вида шкафа управления.....	36
8 Разработка программной части АСР температуры топлива.....	37
9 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	41
9.1 Производственная безопасность.....	42
9.2 Анализ вредных производственных факторов.....	43
9.3 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия.....	45
9.4 Экологическая безопасность.....	48
9.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	49
10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 54	
10.1 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	58
10.2 Расчет затрат на материалы	58
10.3 Расчет заработной платы	59
10.4 Расчет амортизационных расходов	62
Заключение	65

Список использованных источников	66
Приложение	70

Графический материал:	на отдельных листах
ФЮРА.421000.011 С2	Схема функциональная
ФЮРА.421000.011 Э4	Схема электрическая
ФЮРА.421000.011 Э7	Схема монтажная
ФЮРА.421000.011 ВО	Общий вид щита автоматизации

Введение

Мазуты продолжают играть важную роль в топливно-энергетическом балансе России. Согласно проектам Энергетической стратегии России, даже в случае самых жестких ограничений добыча нефти в 2020 г прогнозируется на уровне 520 млн. т. Свыше 30 % добываемой нефти в процессе ее переработки переходит в топочный мазут, основным потребителем которого являются электростанции и котельные. Анализ структуры топливно-энергетического баланса России показывает, что основой электроэнергетики остаются тепловые электростанции, удельный вес которых в структуре установленной мощности отрасли сохраняется на уровне 60%.

В последние годы наметилась тенденция к ухудшению свойств жидкого котельного топлива, что вызвано углублением переработки нефти, ростом объемов получения высококачественных легких нефтепродуктов, при этом доля гудрона и тяжелых нефтепродуктов в котельном топливе растет [1].

Снижение качества мазута для потребителя означает ухудшение его физической стабильности и уменьшение эффективности горения. При хранении мазутов увеличивается количество осадков в емкостях, при эксплуатации котлового оборудования снижается эффективность его работы, а с дымовыми газами в окружающую среду выбрасывается повышенное количество сажи.

Необходимость решения взаимосвязанных задач экономии топлива, улучшения технико-экономических показателей котельных агрегатов, уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу требует изыскания эффективных способов воздействия на процесс горения топлива.

Данная проблема существенно осложняется тем, что в настоящее время котельные установки отопительных и отопительно-производственных котельных почти повсеместно снабжаются мазутом тяжелых марок, которые, как правило, во многих случаях имеют низкие характеристики.

Чтобы мазут легче воспламенился и приобрел определенную вязкость нужно его подогреть, для этого существуют специальные подогреватели

мазута. Мазутные подогреватели служат для изменения вязкости мазута до величины, обеспечивающей его эффективное распыление. Подогрев мазута осуществляется паром, горячей водой, электричеством, маслом или комбинированным способом [2].

Целью данной работы является разработка проекта системы автоматического регулирования температуры жидкого топлива водогрейного котла.

В качестве объекта автоматизации в работе выступает поверхностный подогреватель, назначение которого – подогрев жидкого топлива перед подачей к горелкам.

1 Анализ объекта автоматизации

Различают основное и растопочное хозяйство. Первое сооружают при сжигании мазута в качестве основного или резервного топлива, второе – когда мазут используется при растопке и для поддержания пылевого факела при малых нагрузках парогенератора.

К технологической схеме подготовки мазута предъявляют высокие требования по надежности, так как даже кратковременное прекращение подачи мазута немедленно приводит к остановке парогенераторов. Схема должна быть достаточно простой и обеспечивать надежный резерв оборудования.

Технологический тракт подготовки мазута на котельной, сжигающей его в качестве основного или резервного топлива при механическом распылении, включает: основные резервуары для хранения постоянного запаса мазута, мазутонасосную и мазутопроводы.

Подготовка мазута перед сжиганием заключается в удалении механических примесей, повышении давления и подогрева, необходимых по условиям транспорта по трубопроводам от приемно-сливного устройства до парогенераторов и распыления его в форсунках [3].

Схема подготовки мазута показана на рисунке 1.

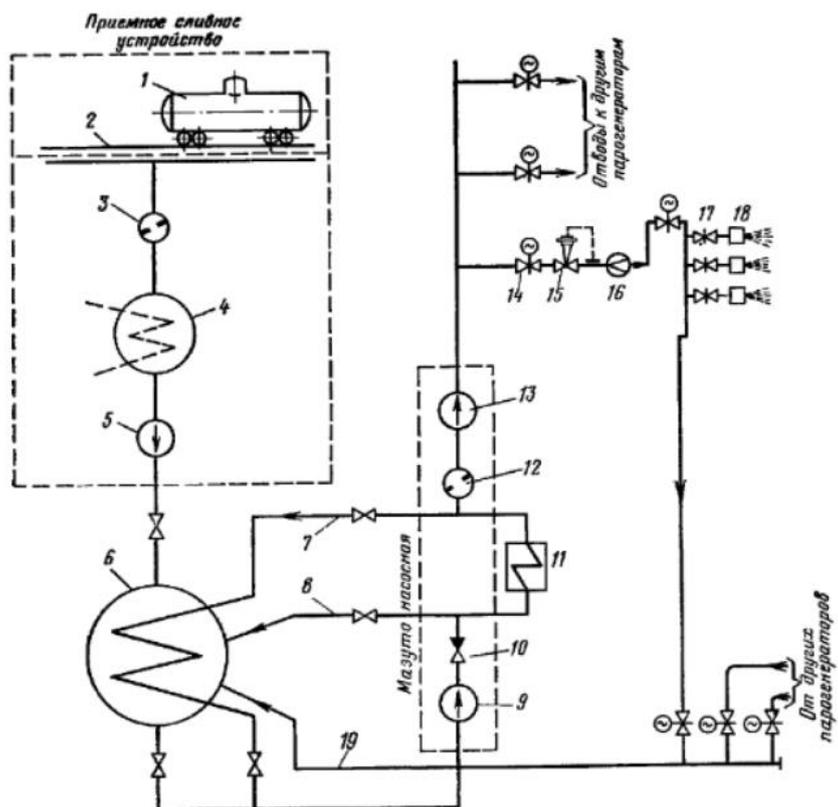


Рисунок 1 – Технологическая схема подготовки мазута на котельной:

1 – цистерна с мазутом; 2 – сливное устройство; 3 – фильтр грубой очистки; 4 – сливной резервуар с подогревом; 5 – перекачивающий насос; 6 – основной резервуар; 7,8,19 – линии рециркуляции; 9 – насос первого подъема; 10 – обратный клапан; 11 – подогреватель мазута; 12 – фильтр тонкой очистки; 13 – насос второго подъема; 14 – запорная задвижка; 15 – регулятор расхода; 16 – расходомер; 17 – задвижка; 18 – форсунка

В сливном резервуаре 4 мазут подогревается до 70 °С. затем забирается погружными перекачивающими насосами 5, позволяющими отказаться от дорогостоящих подземных сооружений мазутного хозяйства, и подается ими в наземные железобетонные резервуары с рециркуляционным подогревом 6. Далее мазут отбирается из нижнего объема резервуара и прокачивается насосом 9 через внешний подогреватель 11 и снова сбрасывается в резервуар. Вместе с циркулирующим мазутом из резервуара выносятся загрязнения. Недостаток циркуляционного подогрева – повышенный расход электроэнергии на его перекачку [3].

Газовый объем резервуара снабжается вентилирующим патрубком для сообщения с атмосферой. В целях поддержания постоянного давления на перекрытии резервуаров устанавливаются дыхательные и предохранительные клапаны. Предусматривается дистанционный контроль уровня и температуры с установкой датчиков в резервуаре и вторичных приборов в мазутонасосной. Устанавливается сигнализатор наивысшего уровня.

Из основных резервуаров мазут забирается насосами. Обычно применяют схему с двумя ступенями давления. Ступень низкого давления создается насосами первого подъема 9. ступень высокого давления – насосами второго подъема 13. Низкое давление насосов первого подъема упрощает конструкцию подогревателей и фильтров и обеспечивает подачу мазута в насосы II ступени подъема, которые развивают уже полное рабочее давление. Насосы преимущественно центробежного типа. Производительность насосов I ступени выбирается с расчетом 50 % рециркуляции мазута в пределах мазутного хозяйства, а насосов II ступени – с учетом дополнительного расхода на рециркуляцию мазута в контурах парогенераторов.

Механические примеси отражаются на работе распылительных устройств. Из-за износа резко снижается срок службы. Для удаления механических примесей устанавливаются фильтры тонкой очистки (позиция 12) после подогревателей, так как более подогретый и поэтому менее вязкий мазут позволяет осуществить более глубокую очистку при меньшем гидравлическом сопротивлении.

В зависимости от вязкости температура подогрева мазута составляет 80-100 °С. Для вязкого мазута марки М 100, обычно сжигаемого на котельных, температура подогрева достигает 140 °С, а для М 200 – 160 °С.

От насосной к парогенераторам мазут подводится, как правило, по двум наземным магистралям, каждая из которых рассчитывается на 75 % расхода с учетом рециркуляции. Во избежание охлаждения мазутопровод заключают в общую изоляцию с паропроводом [3].

В схеме предусмотрена обратная линия 19 (рис. 1), обеспечивающая постоянную циркуляцию мазута даже при отключении парогенератора, что исключает застой и застывание мазута.

2 Разработка структурной схемы

Схема структурная – схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи [4].

Данный вид структурной схемы служит для текстового и графического обозначения функционального обеспечения автоматической системы регулирования.

Схема структурная комплекса технических средств С1 по ГОСТ 24.302-80, охватывает все уровни АСУТП, кроме нижнего, «полевого» уровня, который отображается схемой автоматизации С3.

Автоматизированная система будет осуществлять функцию регулирования на основании информации о температуре жидкого топлива перед подачей к горелочным устройствам. Поддержание на уровне параметра близком к уставке, реализовано путем изменения расхода греющей воды, поступающего в поверхностный подогреватель.

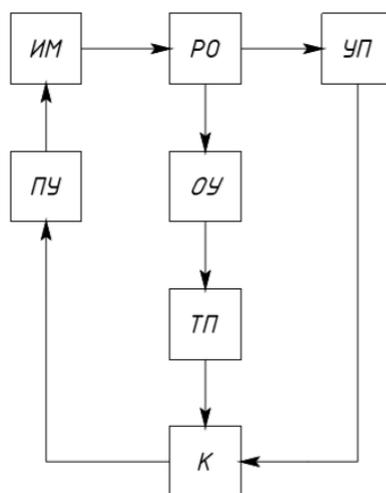


Рисунок 2 – Структурная схема автоматической системы регулирования температуры топлива:

К – контроллер; ПУ – пусковое устройство; ИМ – исполнительный механизм; РО – регулирующий орган; УП – указатель положения; ОУ – объект управления; ТП – преобразователь температуры

Измерительные преобразователи температуры передают информацию о температуре топлива на всем мазутном участке трубопровода. Датчики температуры осуществляют непрерывный контроль состояния среды и при

отклонении значения температуры от уставки, контроллер вырабатывает управляющее воздействие. Условием начала работы регулятора служит превышение сигнала рассогласования на некоторую величину, который в свою очередь вычисляется как разность от уставки и текущей температуры топлива. Управляющий сигнал поступает на вход пускового устройства. Запуск исполнительного механизма осуществляет усиленный на пусковом устройстве сигнал, который преобразовывается из электрического в механическое перемещение регулирующего органа.

Более подробная схема представлена на листе ФЮРА.421000.011 С1. Согласно этой схеме АСР температуры топлива подразделяется на два уровня: полевой и средний.

Полевой уровень представлен измерительными датчиками, средствами визуального контроля, а также электроисполнительным механизмом. Обмен информации между полевым и средним уровнем осуществляется с помощью унифицированного токового сигнала. Управление электроисполнительным механизмом осуществляется посредством дискретного сигнала.

Средний уровень включает в себя ПЛК, в который поступает информация о технологических параметрах с полевого уровня, а также реализуется выработка и передача управляющего воздействия на исполнительный механизм. Данные, поступающие к ПЛК, передаются к OPC-серверу, соединение с которым реализовано на основе интерфейса OPC UA.

3 Разработка функциональной схемы

В составе проектной документации можно выделить документ, описывающий структуру технологического процесса – функциональную схему. Являясь техническим документом, определяющим технологическую схему автоматизируемого объекта, функциональная схема также определяет характер системы регулирования.

Функциональная схема призвана решить следующие задачи:

- 1) расположение технологических и инженерных объектов, а также коммуникаций, в том числе линий связи, трубопроводов и прочего оборудования;
- 2) компоновка приборов, преобразователей, датчиков и других технических средств автоматизации объекта;
- 3) информационные каналы, соединяющие различное технологическое оборудование.

На комбинированной схеме автоматизации ФЮРА.421000.011 С3 измерительный канал 2 предназначен для выработки сигнала, несущего информацию о текущей величине температуры жидкого топлива. На основании этих данных контроллер вырабатывает управляющего воздействия, которое в дальнейшем будет преобразовано в механическое перемещение задвижки.

Функциональная схема объекта автоматизации представлена на документе, имеющим обозначение ФЮРА.421000.011 С3.

В разработанной системе измерительные каналы выполняют функции:

- 1) 1 – служит для передачи информации о текущей температуре в мазутной емкости;
- 2) 2 – сообщает контроллеру температуру подогретого жидкого топлива;
- 3) 3,4 – измерительные каналы, предназначенные для измерения давления разогретого мазута;
- 4) 5,6 – каналы, измеряющие расхода греющей среды (воды) и подогреваемой среды (мазута) соответственно;

- 5) 7 – передает сигнал, несущий данные о уровне топлива в ёмкости;
- 6) 8 – канал связи, соединяющий указатель положения электропривода с средним уровнем АСР;
- 7) 9 – передает управляющий сигнал от ПЛК к электроисполнительному механизму;
- 8) 10 – местный контроль давления топлива перед распылительными устройствами.

4 Выбор технических средств АСР

Основным параметром, подлежащим регулированию, в настоящем проекте выступает температура жидкого топлива перед подачей к котлу. Для поддержания вязкости топлива в пределах определенного значения, а также обеспечения работы оборудования в безопасных режимах, система регулирования технологического параметра должна реагировать на возможные возмущения с минимальным запаздыванием.

В целях стандартизации и унификации технического обеспечения в разработке данного объекта будут использованы исключительно приборы серийного производства с унифицированными токовыми выходными сигналами. Для удобства сочетания технических устройств, однотипные приборы имели наивысший приоритет.

При реализации системы количество используемых технологических изделий было сведено к допустимому минимуму в целях повышения качества и скорости технического обслуживания, а также упрощения работы сотрудников, должности которых связаны с эксплуатацией системы подогрева мазута.

Подбор технических средств автоматизации можно разделить на два этапа. На первом этапе осуществляют выбор типа первичных преобразователей. В качестве примера может служить случай выбора расходомера: датчик, принцип действия которого основан на постоянном перепаде давления и комплект оборудования, основанный на измерении расхода методом переменного перепада давления. На втором этапе рассматриваются первичные преобразователи, представленные на рынке средств автоматизации, руководствуясь их совокупными эксплуатационными характеристиками.

4.1 Преобразователи температуры

При выборе первичных измерительных преобразователей температуры стоит учитывать эксплуатационные условия, в которой будет работать термопреобразователь, диапазон изменения контролируемого параметра и других характеристик среды (давление, химический состав и т.п.), технические характеристики самого датчика.

В качестве средств измерения температуры будут рассмотрены устройства, вырабатывающие унифицированный выходной сигнал 4..20 мА, так как стандартизированный протокол передачи данных решает проблемы унификации оборудования, а также позволяет задействовать в системе регулирования продукцию множества производителей.

В данной работе предполагается измерение температуры мазута и воды. На основании информации о предельных значениях изменения измеряемых технологических параметров, которые для мазута составляет +70 °С..+120 °С, для воды +140 °С..+160 °С, целесообразно использовать термопреобразователи сопротивления.

Чувствительные элементы таких преобразователей выполнены в виде металлических проводников, по изменению электрического сопротивления которых можно точно определить температуру среды [5].

Невысокие значения температуры (до 160 °С) и давления (до 3,5 МПа) позволяют использовать датчик без дополнительного защитного оборудования. Помещение котельной, в которой предполагается использовать датчики, накладывает дополнительные требования к корпусу изделия: контрольно-измерительные приборы должны иметь взрывозащищённое исполнение.

Выбор измерительных устройств выполнен с учетом технических характеристик.

Выбор термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом выполнен с учетом технических характеристик. Технические характеристики этих приборов представлены в таблице 1 [6-8].

Таблица 1 – Технические характеристики датчиков температуры

Производитель	Манотомь	Wika	Элемер
Модель	ТС5008	TR10-C	ТПУ 0304/М1
НСХ	100М	Pt100	100М
Диапазон измерений, °С	-50..600	-50..500	-50..600
Пылевлагозащита	IP65	IP69	IP65
Выходной сигнал	4...20 мА	4...20 мА	4...20 мА
Внешний вид			

По совокупным характеристикам выбираем датчик температуры ТС5008 с номинальной статической характеристикой 100П производства ООО «Манотомь», г. Томск в взрывозащищенном исполнении.

Датчики предназначены для работы в системах автоматического управления, контроля и регулирования производственных процессов с целью преобразования температуры жидких и газообразных неагрессивных сред, в том числе и пара, в унифицированный токовый выходной сигнал, а также являются комплектующими изделиями.

Датчики соответствуют ГОСТ 30232-94 и ТУ 311-0022590.020-95.

Датчики ТС5008Ex соответствуют ТР ТС 012/2011, ГОСТ 30852.0-2002, ГОСТ 30852.13-2002 и являются взрывозащищенными с видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка», с маркировкой взрывозащиты «1ExdПВТ5» по ГОСТ 30852.1-2002.

При изменении температуры от нижнего до верхнего предела диапазона измерений выходной сигнал изменяется от нижнего до верхнего предельного значения прямо пропорционально изменению температуре.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности датчиков, выраженный в процентах от диапазона измерений, должен быть: $\pm 0,25$; $\pm 0,5$; $\pm 1,0$.

Дополнительная погрешность датчиков, вызванная изменением температуры окружающего воздуха, в рабочем диапазоне температур на каждые $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ не превышает значений, указанных в таблице 2 [8].

Таблица 2 – Технические характеристики ТПС ТС5008

Предел допускаемой основной приведенной погрешности, %	Дополнительная погрешность на каждые $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, %
$\pm 0,25$;	$\pm 0,1$;
$\pm 0,5$;	$\pm 0,2$;
$\pm 1,0$	$\pm 0,5$

4.2 Преобразователи давления

Датчики давления устанавливаются по ходу мазутной ветки трубопровода и передают информацию о текущем значении давления жидкого топлива на следующий уровень системы АСР.

Система подогрева жидкого топлива не предусматривает значительного изменения давления в системе трубопроводов. Таким образом, принимая во внимание относительное постоянство контролируемого параметра, выбор осуществляется с учетом следующих требований:

- 1) измерение избыточного давления до $3,5\text{ МПа}$;
- 2) работа в условии повышенной температуры до $120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

С учетом известных требований был осуществлен выбор датчика давления.

По аналогии с первичными преобразователями температуры выбор датчика давления выполнен из каталогов трех производителей [9-11].

Таблица 3 – Технические характеристики датчиков давления

Производитель	Yokogawa	Jumo	Метран
Модель	EJA-E	dTRANS p20	75
Допускаемая Температура, °С	-50..350	-40..200	-20..250
Диапазон измерений, МПа	0,07.. 14	0,01.. 10	До 25
Класс точности	0,04	0,5	0,1
Пылевлагозащита	IP67	IP67	IP65
Выходной сигнал	4...20 мА	4...20 мА	4...20 мА
Внешний вид			

Принимая во внимание данные, представленные в таблице 3, в качестве первичного измерительного преобразователя выбран Метран 75.

Датчики Метран-75 предназначены для измерения давления избыточного и абсолютного. Датчики обеспечивают непрерывное преобразование давления в аналоговый выходной сигнал постоянного тока и/или в цифровой выходной сигнал в стандарте протокола HART.

Датчики предназначены для измерения давления рабочих сред: жидкости, пара, газа.

Датчики предназначены для работы с вторичной регистрирующей и показывающей аппаратурой, системами управления, воспринимающими стандартный сигнал постоянного тока и/или цифрового сигнала на базе HART-протокола [11].

4.3 Преобразователи уровня

Под измерением уровня понимается индикация положения раздела двух сред различной плотности относительно какой-либо горизонтальной плоскости, принятой за начало отсчета. Средства измерений уровня называются уровнемерами. Как и все средства измерений, уровнемеры состоят из совокупности измерительных преобразователей и вспомогательных устройств, необходимых для осуществления процесса измерений (устройств для линеаризации функций преобразования, отсчетных устройств и т. д.) [12].

Первичный преобразователь (датчик) воспринимает измеряемую величину – уровень – и преобразует её в выходной сигнал (электрический, пневматический, частотный), поступающий к промежуточным преобразователям, или в показания, отсчитываемые по шкале уровнемера.

Принцип действия первичных преобразователей уровнемеров основан на различии физических свойств веществ, образующих границу раздела.

В соответствии с этим свойством, уровнемеры подразделяют на механические, акустические, электрические, оптические и тепловые.

Для измерительных преобразователей уровня, принцип действия которых основан на радиоволновом методе, локация ведется через газовую смесь, включающую пары жидкости.

Показания электромагнитного уровнемера практически не подвержены влиянию состава и свойств жидкости, т.к. магнитная и диэлектрическая проницаемости газов несравненно малы по сравнению с теми же показателями жидкости.

Бесконтактный метод измерения обеспечивает достаточную точность, в то время как отсутствие механических компонентов снижает требования к условиям работы и дальнейшего обслуживания. Технические характеристики приведены в таблице 4 [13-15].

Таблица 4 – Технические характеристики датчиков уровня

Производитель	Foxboro	Rosemount	ABB
Модель	244LD	5401	LST300
Принцип действия	Поплавковый	Радиоволновый	Ультразвуковой
Допускаемая Температура, °С	-196.. 500	-40..150	-40..85
Диапазон измерений, м	0.. 10	0.. 10	0.. 10
Точность	±0,2 %	±0,2 %	±0,2 %
Пылевлагозащита	IP66	IP66	IP67
Выходной сигнал	4...20 мА	4...20 мА	4...20 мА
Внешний вид			

В условиях, требующих от оборудования осуществление бесперебойной работы в тяжёлых режимах, наиболее целесообразным является использование преобразователя уровня радарного типа Rosemount 5401.

Уровнемер 5400, использующий радарный метод измерения, является интеллектуальным двухпроводным преобразователем уровня, обеспечивающим непрерывное измерение. Уровнемер 5400 устанавливается в верхней части резервуара и излучает короткие СВЧ-импульсы в направлении поверхности среды в резервуаре. Когда импульс достигает поверхности среды, часть энергии отражается обратно к антенне для последующей обработки блоком электроники измерительного преобразователя. Разница во времени между излученным и принятым импульсами определяется микропроцессором и преобразуется в расстояние, по которому рассчитывается уровень.

Уровнемер 5400 работает от токовой петли и использует те же два провода как для питания, так и для выходного сигнала. Выходной аналоговый сигнал с наложенным цифровым протоколом HART®, FOUNDATION fieldbus или Modbus [15].

4.4 Выбор программируемого логического контроллера

Программируемый логический контроллер представляет из себя микропроцессорное средство автоматизации, служащее для управления параметрами технологическим процессом, путем выработки управляющего сигнала. Другими неотъемлемыми функциями контроллера являются сбор и обработка информации. На вход контроллера приходит информация в виде унифицированного токового сигнала, поступающая от измерительных преобразователей. На основе данных о текущем состоянии технологических параметров программа ПЛК формирует выходной сигнал, используемый исполнительным устройством для формирования управляющего воздействия.

Главным различием ПЛК от управляющих устройств, реализованными на основе реле, является исполнение всех функций в форме программного кода.

Один контроллером может заменить множество релейных схем, реализующих управление по принципу жесткой логики [16].

Рассмотрим несколько устройств различных производителей. Ниже приведены исключительно модули центральных процессоров, так как процессорный модуль не только выполняет роль основы системы, но и составляет значительную часть от общей стоимости ПЛК [17-19].

Таблица 5 – Технические характеристики процессорных модулей

Производитель	Allen-Bradley	Овен	Schneider-electric
Модель	1769 CompactLogix	ПЛК100	BMXP342000
Допускаемая Температура, °C	-20..+60	-20..+55	0..+60
Пылевлагозащита	IP20	IP20	IP20
ПО	RSLogix	CODESYS	UNITY PRO

Продолжение таблицы 5

Производитель	Allen-Bradley	Овен	Schneider-electric
Модель	1769 CompactLogix	ПЛК100	BMXP342000
Допускаемая Температура, °С	-20..+60	-20..+55	0..+60
Пылевлагозащита	IP20	IP20	IP20
ПО	RSLogix	CODESYS	UNITY PRO
Внешний вид			
Стоимость (руб)	89100	13080	40908

Все представленные модули соответствуют минимальным требованиям проекта, вследствие чего одним из основных параметров при выборе ПЛК станет финансовая целесообразность.

Для каждого ПЛК производители предусмотрели интегрированную среду программирования (IDE), которую предполагается приобрести отдельно от основного оборудования. На этом фоне выгодно отличается контроллер ОВЕН ПЛК100, использующий программное обеспечение CODESYS.

ПО CODESYS имеет ряд преимуществ. Перечислим некоторые из них:

- 1) Свободно распространяемая среда разработки не требует дополнительных финансовых расходов для её эксплуатации;
- 2) Совместимость с Linux-подобными операционными системами освобождает от использования платного проприетарного ПО, в том числе Windows;
- 3) CODESYS не пользуется практикой искусственного ограничения аппаратных устройств: для прошивки контроллера нет необходимости

приобретать специальные программаторы, SD-карты и прочее оборудование для разработки.

По совокупности технических и ценовых характеристик наиболее оптимальным выбором станет ПЛК ОВЕН.

Список параметров изделия, возможности коммуникации, характеризующие свойства встроенных модулей ввода-вывода, а также прочие характеристики программируемого логического контроллера представлены в таблице 6 [19].

Таблица 6 – Технические характеристики процессорного модуля ПЛК100

Параметр	Значение
Общие сведения	
Конструктивное исполнение	Унифицированный корпус для крепления на DIN-рейку
Степень защиты корпуса	IP20
Напряжение питания: ПЛК100-24	18... 29 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В)
Потребляемая мощность, не более ПЛК100-24	6 Вт
Ресурсы	
Центральный процессор	32-х разрядный RISC-процессор 200 МГц на базе ядра ARM9
Объем оперативной памяти	8 Мбайт
Объем энергонезависимой памяти хранения ядра CoDeSys, программ и архивов	4 Мбай
Время выполнения цикла ПЛК	Минимальное 250 мкс (нефиксированное), типовое от 1 мс

Продолжение таблицы 6

Аналоговые входы	
Количество дискретных входов	8
Аналоговые выходы	
Количество аналоговых выходов	всего 12 выходных сигналов

4.5 Выбор дополнительного оборудования

Протяженность линий связи, соединяющих первичные измерительные преобразователи и рабочее место оператора, может достигать значительных расстояний. Необходимость местного визуального контроля за технологическими параметрами приводит к использованию средств регистрации показаний. В качестве такого прибора рассмотрен видеографические регистраторы ряда производителей. Основные технические характеристики показывающих устройств представлены в таблице 5.

Таблица 7 – Технические характеристики безбумажных регистраторов

Производитель	Вибратор	Элемер	Yokogawa
Модель	REGIGRAF	PMT 59L	GX-GP
Допускаемая Температура, °С	-40..+60	0..+55	0..+60
Пылевлагозащита	IP55	IP54	IP57
Количество аналоговых входов	16	12	10
Внешний вид			

В качестве устройства, выполняющего функцию местного визуального отображения значений технологических параметров, выберем регистратор Элемер PMT 59L.

Регистраторы видеографические РМТ 59L предназначены для измерения, регулирования и регистрации температуры и других неэлектрических величин (частоты, давления, расхода, уровня и др.), преобразованных в электрические сигналы силы, напряжения постоянного тока и активное сопротивление постоянному току. Запись и хранение данных производится с применением внутреннего носителя информации, в то время как передача происходит с использованием внешнего запоминающего устройства, выполненного по технологии Flash, либо через протоколы Modbus, включающих интерфейсы RS-232 и Ethernet

Визуализация данных реализована с применением графических средств отображения информации. Для вывода изображения служит TFT-дисплей с диагональю 8 дюймов.

Видеографические регистраторы применяются в широком диапазоне областей, включающих в себя производство электрической энергии, обработку металлов, машиностроение и в других отраслях промышленности.

Основные характеристики:

- 1) количество каналов (с гальванической развязкой):
 - 1.1) аналоговых входов – 12;
 - 1.2) дискретных входов – 8;
- 2) математическая обработка данных;
- 3) хранение информации во внутреннем накопителе вместимостью 2 ГБ;
- 4) интерфейсы – Ethernet, RS-485;
- 5) протоколы – Modbus TCP; Modbus RTU [8].

4.6 Выбор регулирующего органа

Регулирующим органом разрабатываемой системе регулирования температуры мазута служит регулирующий клапан. Изменение сечения потока, проходящего через проход подъемный клапан, и соответственно, включение электропривода в работу, происходит только в том случае, если температуры жидкого топлива отклоняется от заранее заданного значения.



Рисунок 3 – Клапан регулирующий подъемный

Регулирующие подъемные клапаны предназначены для регулирования расхода жидкости и газа.

Основным критерием выбора клапана является диаметр проходного сечения.

Определим необходимый диаметр клапана по заранее известному расходу:

$$Q_m = \rho \cdot S \cdot V$$

При заданных значениях расхода воды 1,03 кг/с и скорости потока 2,6 м/с, диаметр проходного сечения составит 70 мм [4].

Принимая во внимание ценовые и технические показатели, выберем подъемный клапан серии GF с проходным сечением 70 мм производителя «НТ Вэлв».

4.7 Выбор исполнительного механизма

Исполнительный механизм – это устройство, преобразующее выходной сигнал регулятора в перемещение регулирующего органа. Обычно исполнительные механизмы состоят из трех основных частей: привод, прибор для управления приводом и регулирующей орган – задвижки. Привод обеспечивает изменение положения задвижки, а задвижка корректирует величину переменной процесса.

За счет подвода энергии извне исполнительный механизм развивает усилие и мощность, достаточные для перемещения регулирующего органа в положение, соответствующее командному сигналу. Например,

исполнительный механизм может использоваться, чтобы изменить степень открытия клапана для увеличения или уменьшения загрузки, или изменить положение заслонки или жалюзи.

Выбор типа ИМ (однооборотный – МЭО, однооборотный фланцевый – МЭОФ, прямоходный постоянной скорости – МЭП, прямоходный кривошипный переменной скорости – МЭПК) определяется типом трубопроводной арматуры. В данной работе предполагается использование запорно-регулирующего крана, который позволяет управлять интенсивностью потока воды на смешивание либо надежно перекрывать его. Значит, тип ИМ – МЭО.

Исполнительный механизм выбирается не только из вида регулирующего органа, но и от крутящего момента.

Максимальный крутящий момент МЭО вычисляется по формуле:

$$M_{\max} = 6,89 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot D_y - 338 \text{ Н} \cdot \text{м} = (6,89 \cdot 70) \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 338 \text{ Н} \cdot \text{м} = 144,3 \text{ Н} \cdot \text{м} ,$$

где D_y – условный диаметр трубопровода, мм.

При выборе ИМ типа МЭО должно выполняться условие $M_H > M_{\max}$, поэтому по каталогу завода-изготовителя «Томская электронная компания» выбираем механизм электроисполнительный прямоходный с номинальным значением момента на выходном валу 360 Н·м, номинальное значение времени полного хода 25 с, в составе с индуктивным блоком сигнализации положения выходного вала. Тип РэмТЭК.Л.

Изделие предназначено для дистанционного и местного управления запорной и запорно-регулирующей трубопроводной арматурой DN от 25 до 1200 мм и PN от 1,6 до 25 МПа в химической, нефтяной, газовой, энергетической и других отраслях промышленности, на объектах морского транспорта, плавучих буровых установках, в прибрежных зонах.

РэмТЭК имеет уровень взрывозащиты "взрывобезопасное электрооборудование" и предназначен для установки в зонах класса 1 и 2 по ГОСТ 30852.9-2002 (МЭК 60079-10:1995), в которых возможно образование

паро- и газоздушных взрывоопасных смесей категорий ПА и ПВ групп Т1, Т2, Т3, Т4 по классификации ГОСТ 30852.11-2002 (МЭК 60079-12:1978), ГОСТ 30852.5-2002 (МЭК 60079-4:1975).

Основные функции включают:

- 1) открытие/закрытие и регулирование проходного сечения;
- 2) настройка перемещения арматуры - в режиме постоянной скорости с плавным разгоном и точным остановом, в режиме движения за время, заданное оператором или в режиме регулирования технологического параметра;
- 3) управление движением арматуры: местно – с поста управления (ручками или пультом дистанционного управления) или ручным дублером и дистанционно - по командам с контролера АСР ТП по дискретным, цифровым или аналоговым цепям дистанционного управления;
- 4) контроль положения запирающего элемента арматуры при отсутствии электропитания;
- 5) указание положения запирающего элемента арматуры в процессе работы на индикаторе поста местного управления [20].

5 Разработка схемы соединений щита управления

Полный состав приборов и средств автоматизации, используемые в составе системы контроля температуры топлива отражает принципиальная электрическая схема.

Схема соединений определяет конструктивное выполнение электрических соединений элементов в изделии. На схеме изображаются все устройства и элементы, входящие в схему, а также соединения между ними. Устройства изображаются в виде прямоугольников, элементы – в виде условных графических изображений, установленных в ЕСКД. Около условных графических обозначений устройств и элементов указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме. На схеме необходимо указывать обозначения выводов (контактов) элементов, нанесенные на изделие или установленные в документации изделия. Проводам, жгутам, кабелям на схеме присваиваются порядковые номера.

Схема соединений представлена на ФЮРА.421000.011 Э4.

6 Разработка перечня элементов шкафа управления

Совместно с разработкой чертежей принципиальной электрической схемы системы автоматизации в общем случае должны составляться перечни элементов.

Шкаф автоматизации питается от двухфазной цепи переменного тока с напряжением 220 В. Для обеспечения электробезопасной работы оборудования в щит устанавливаются автоматические выключатели (QF1, QF2). Блок бесперебойного питания EF UPS 1AC/24 DC-8 (G1) служит для конвертации переменного напряжения (220 В) в необходимое для питания оборудования постоянное напряжение (24 В). Контроллер (A1) и вторичные измерительные разделительные преобразователи Мх (MB110-24), расположенные в шкафу, питаются через блоки бесперебойного питания 24 В. В шкафу установлена розетка (XS1) на ~220 В для удобства обслуживания оборудования.

Перечень элементов системы регулирования температуры приведен на ФЮРА.421000.011 ПЭ4.

7 Разработка общего вида шкафа управления

Чертеж общего вида шкафа управления поясняет принцип его работы, показывает его конструкцию и как взаимодействуют его части. Общий вид шкафа представлен на листе с шифром ФЮРА.42100.011 ВО.

В шкафах систем автоматизации размещают средства контроля и управления технологическим процессом, контрольно-измерительные приборы, сигнальные устройства, аппаратуру управления, автоматического регулирования, защиты и блокировки линий связи между ними. Шкафы систем автоматизации устанавливают в производственных и специализированных помещениях: операторских, диспетчерских, аппаратных и т.д. Общие виды шкафов должны быть выполнены в объеме, позволяющем изготовить оборудование на специализированных заводах со всеми вырезами 23 и креплениями, необходимыми для установки приборов, средств автоматизации и вводов проводок. Исходные материалы для проектирования общих видов:

- 1) функциональные схемы систем автоматизации;
- 2) принципиальные схемы электрические, пневматические автоматического регулирования, управления и сигнализации.

8 Разработка программной части АСР температуры топлива

В данном проекте программный код автоматической системы регулирования выполняется с использованием ПО для программирования логических контроллеров CODESYS.

CoDeSys – это современный инструмент для программирования контроллеров (CoDeSys образуется от слов Controllers Development System).

Интегрированная среда разработки, входящая в состав программного обеспечения CoDeSys, включает в себя современные языки программирования, в том числе языки программирования международной электротехнической комиссии (IEC). Широкие возможности отладки предоставляют возможность симулировать выполнение программ, не используя физическое оборудование. Поддержка современных промышленных протоколов передачи информации позволяет разрабатывать автоматические системы с применением микропроцессорной техники различных производителей.

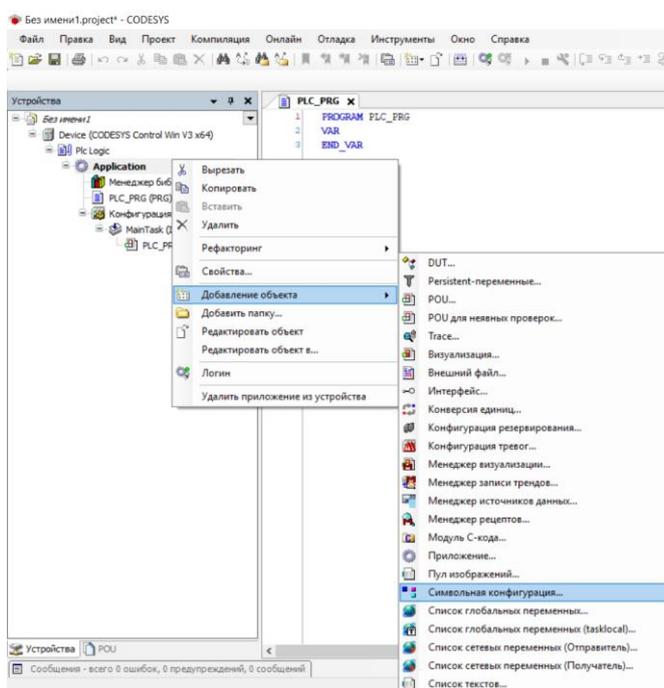


Рисунок 4 – Интерфейс редактора CODESYS

Для осуществления процесса регулирования была разработана программа, включающая ПИД-регулятор. Программа была запущена с помощью виртуального симулятора ПЛК, который входит в состав ПО CODESYS. В целях демонстрации работы регулятора, в программу был добавлен блок, синтезирующий гармонический сигнал. Каждый цикл выполнения программы текущая температура топлива суммируется с значением гармонического сигнала возмущение в данный момент времени. Таким образом регулятор должен изменять температуру разогретого мазута так, чтобы она стремилась к значению уставки. Листинг программы приведен в приложении Б.

В целях обеспечения контроля в удобной для оператора форме, была разработана мнемосхема автоматической системы. Визуализация программы проводилась с использованием ПО Masrescada.

MasterSCADA – одна из ведущих российских SCADA-систем для АСУТП. Предназначена для задач учета и диспетчеризации объектов промышленности, ЖКХ и зданий. Использование системы позволяет осуществлять как автоматизацию, так и диспетчеризацию процессов [22]

MasterSCADA является вертикально-интегрированной системой, что даёт возможность осуществлять разработку проекта и программирование контроллеров из единой среды разработчика. Такой подход к проектированию предоставляет возможность:

- 1) устранить проблему совместимости разнородного оборудования системы;
- 2) не используя дополнительных средств, изменять расположение информационных сигналов, их алгоритмов передачи между различными;
- 3) проводить разработку программ контроля отдельно для каждой единицы технологического оборудования;
- 4) возможность использования удаленного доступа для извлечения данных из подключённой системы

Разработанная мнемосхема представлена на рисунке 5.

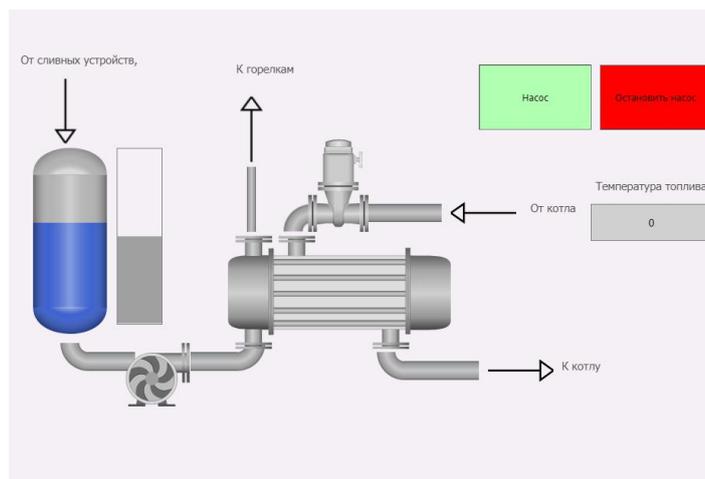


Рисунок 5 – Внешний вид мнемосхемы

Согласно логике программы, регулирование температуры топлива начинается нажатием кнопки «Насос». Отключение подачи топлива осуществляется путем нажатия кнопки «Остановить насос». Для визуального контроля температуры мазута предусмотрен цифровой индикатор, отображающий текущую температуру в градусах Цельсия.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5Б5В	Ступникову Андрею Сергеевичу

Школа	ИШЭ	НОЦ	И.Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	Объектом исследования является автоматическая система регулирования температуры жидкого топлива водогрейного котла, которая предназначена для предотвращения застывания мазута. Данная система поддерживает постоянную температуру топлива до 140 °С.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	Анализ выявленных вредных и опасных факторов, которые может создавать объект исследования; Анализ выявленных вредных и опасных, которые могут возникнуть при проведении исследования
2. Экологическая безопасность:	Анализ возможного воздействия объекта на окружающую среду; Обоснование применения средств различной защиты.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований; Разработка превентивных методов по предотвращению ЧС.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сотникова Анна Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5В	Ступников Андрей Сергеевич		

9 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В данной работе рассматривается автоматизированная система регулирования температуры жидкого топлива водогрейного котла. АСУ температуры топлива предназначена для обеспечения оптимального режима горения путем подогрева мазута перед подачей к горелочным устройствам, а также для предотвращения процессов остывания мазута и дальнейшего перехода в твердую фазу. Областью применения системы можно считать малые котельные, служащие для подогрева сетевой воды, либо водогрейные установки, удовлетворяющие собственные нужды предприятия.

Социальная направленность работы заключается в создании проекта технологического объекта, удовлетворяющим современным требованиям в области охраны труда.

Основная цель охраны труда – организация производства таким образом, чтобы исключались или сводились к минимуму травматизм и профессиональные заболевания работников, создание на рабочих местах соответствующих условий труда.

9.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность - система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

Таблица 8 – Опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Повышенное электромагнитное излучение	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340 - 03
Превышение ПДК вредных веществ в воздухе		+		ППБ 101 - 89 «Правила пожарной безопасности для общеобразовательных школ, профессионально технических училищ, школ интернатов, детских домов, дошкольных, внешкольных и других учебно- воспитательных учреждений»
Работа с использованием искусственного освещения			+	СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»

9.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Пожарная безопасность. Пожар - это неконтролируемое горение во времени и пространстве: пожар наносит материальный ущерб и создает угрозу жизни и здоровью человека.

Причины возникновения пожара в компьютерной аудитории могут быть:

- 1) неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов);
- 2) неправильное устройство и неисправность вентиляционной системы;
- 3) самовоспламенение и возгорание веществ;
- 4) короткое замыкание; - статические электричество.

Работа с ЭВМ. Электромагнитное поле (ЭМП) создается магнитными катушками отклоняющей системы, находящимися около цокольной части электроннолучевой трубки монитора. ЭМП обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм человека.

Микропроцессы, протекающие в организме под действием излучений, за ориентации их параллельно электрическим силовым линиям, что может приводить к изменению свойств молекул; особенно для человеческого организма важна поляризация молекул воды. Таким образом, степень воздействия ЭМП на организм человека зависит от интенсивности облучения, длительности воздействия и диапазона частот.

Длительное и систематическое воздействие на человека полей вызывает:

- 1) повышенную утомляемость;
- 2) головную боль;
- 3) сонливость и т.д.

Искусственное освещение. По СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» для лабораторий научно-исследовательских учреждений норма освещенности составляет 400 люкс (лк) [3].

Выбор источников света зависит от характера работы, условий среды, размеров помещения.

Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Удобство в эксплуатации, т. е. включение в сеть без дополнительных устройств, отсутствие периода разгорания и простота изготовления ламп в широком диапазоне мощностей делает эти лампы пока ещё очень распространёнными. Эти источники света рекомендуется применять в помещениях, где производятся относительно грубые работы (нормированная освещённость до 50 лк).

Люминесцентные лампы используются при необходимости создания особо благоприятных условий для зрительной работы (при выполнении точных работ, в учебных заведениях, при работах, требующих различения цветовых оттенков).

Микроклимат помещения

Микроклимат помещений для легкой категории работ включает определенную температуру и влажность. Нормы метеорологических условий учитывают время года и характер производственного помещения. В таблице 7 приведены нормы метеоусловий для категорий работ по тяжести Ia в соответствии с СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Метеорологические условия для рабочей зоны производственных помещений регламентируются ГОСТ 12.1.005 – 88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548 -96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

9.3 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Пожар. В современных ЭВМ очень высока плотность размещения электронных схем. В непосредственной близости друг друга располагаются соединительные провода, коммуникационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов от 80 до 100°С. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое искрением, которое ведет к недопустимой перегрузки элементов электронных схем. Они, перегреваясь, сгорают, разбрызгивая искры.

Следовательно, допускается работа только на исправных установках и приборах. К работе могут допускаться лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Согласно нормам первичных средств пожаротушения ППБ 101 - 89 «Правила пожарной безопасности для общеобразовательных школ, профессионально технических училищ, школ интернатов, детских домов, дошкольных, внешкольных и других учебно- воспитательных учреждений» с учетом наличия электроустановок напряжением до 1000 В, на 100 м² должны быть: один углекислотный огнетушитель типа ОУ - 2, ОУ - 5 или 60 ОУ - 8. Категория по пожарной опасности - В - 4 так как имеются твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыль и волокна), способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть.

Сотрудники аудитории должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной клетки.

Работа на ЭВМ. На территории Российской Федерации действуют СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования персональным электронно-

вычислительным машинам организации работы», который устанавливает санитарно-эпидемиологические требования к персональным электронно-вычислительным машинам (ПЭВМ) и условиям труда [2].

Меры безопасности при работе на рабочем месте:

1) экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

2) работа на ЭВМ не более 6 часов в день с перерывами через 1 час.

Освещение

Одним из элементов, влияющих на комфортные условия работающих, является освещение. К нему предъявляются следующие требования:

1) соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой работы;

2) достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях в окружающем пространстве;

3) отсутствие резких теней, прямой и отраженной блеклости;

4) постоянство освещенности по времени;

5) оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;

6) долговечность, экономичность, электро- и пожаробезопасности, эстетичность, удобство и простота в эксплуатации.

Искусственное освещение. При использовании люминесцентного освещения вследствие пульсации светового потока восприятие движущегося объекта может искажаться. Это проявляется в том, что движущийся объект кажется неподвижным или множественным, состоящим из ряда мнимых изображений. Это явление получило название стробоскопического эффекта. Стробоскопический эффект представляет определённую опасность и может явиться причиной несчастного случая. Для устранения этого эффекта необходимо использовать светильники с несколькими люминесцентными

лампами, включёнными в разные фазы трёхфазной сети, либо использовать схемы с искусственным смещением фазы.

В рассматриваемом помещении к установке приняты люминесцентные лампы.

Микроклимат помещения

Рассматривая вопросы охраны труда людей, работающих в лаборатории, нельзя обойтись без рассмотрения вопроса вентиляции помещения. Вентиляция предназначена для создания на рабочем месте

нормальных метеорологических и гигиенических условий за счет организации правильного воздухообмена.

Проанализировав имеющуюся в помещении вентиляцию можно сказать, что:

- 1) по способу перемещения воздуха она является естественной неорганизованной;
- 2) по назначению она осуществляет удаление (вытяжку) воздуха из помещения;
- 3) по месту действия она является общеобменной.

Количество приточного воздуха при естественном проветривании должно быть не менее 30 м³/ч на одного человека, при объеме помещения приходящегося на него менее 20 м³, что не выполняется. Следовательно, следует либо применить другой тип вентиляции, например, принудительную, либо устанавливать кондиционеры.

Кроме того, допустимые нормы по запыленности должны соответствовать санитарным нормам для ПДК веществ 4-ого класса опасности, и поддерживаются созданием соответствующих устройств вентиляции и влажной ежедневной двухразовой уборкой пола помещения определяется ГН 2.2.5.1313 – 03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

9.4 Экологическая безопасность

Загрязнение окружающей среды - изменение естественного состава элементов окружающей среды (воздуха, воды, земель и лесов) в результате деятельности человека. Оно приводит к ухудшению условий жизни населения, существования животного и растительного мира.

Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду

Выбросы загрязняющих веществ химических промышленных предприятий, обусловленные процессами производства синтетических веществ, являются одним из основных источников загрязнения атмосферы. Объемы вредных выбросов связаны с качеством и количеством продукции.

Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Негативное влияние вредных компонентов, выбрасываемых в атмосферу химическим промышленным предприятием, на здоровье населения, флору и фауну, объекты и сооружения не ограничивается территорией, прилегающей к источникам выбросов, а распространяется на сотни и тысячи километров. Поэтому в настоящее время загрязнение окружающей среды приобретает глобальный характер, а расходы на ее охрану стали соизмеримы с величиной экологического ущерба.

Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Для снижения количество вредных выбросов в атмосферу необходимо контролировать предельно допустимую концентрацию вредных веществ в производственных помещениях промышленного объекта.

Таким образом, для снижения выбросов токсических веществ и повышения экологической эффективности промышленных предприятий реализуются несколько направлений, среди которых можно выделить выполнение природоохранных мероприятий; использование мероприятий по энергосбережению; внедрение экологического мониторинга; стимулирование развития научных исследований и практического применения новейших научных достижений и научно-технических разработок.

9.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В данном разделе проведем краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при эксплуатации проектируемого решения.

С наибольшей вероятностью в мазутной котельной может возникнуть ЧС, причинами возникновения которой могут быть взрывы, а также сопровождающее их неконтролируемое воспламенение близлежащих территорий.

Наиболее вероятным источником такого рода ЧС является большое скопление производных нефти, складированных в больших емкостях. Часть нефтепродуктов, переходя в газообразную фазу и перемешиваясь с воздухом, образуют крайне легко воспламеняемую смесь газов.

Источники возникновения подобных ЧС представляют собой нарушения техники безопасности. В качестве таких нарушений могут выступать следующие действия: курение в взрывоопасной зоне, разжигание открытого огня. Не менее редки случаи возникновения пожара, вызванных искрами [1]. Источниками искр могут служить работающие электрических устройств, столкновение стального оборудования, статический поверхностный заряд на поверхностях металлических конструкций, свободно образующийся в результате движения жидкого топлива вдоль их стенок.

Поэтому основная часть мероприятий по охране труда здесь направлена на предупреждение пожаров и взрывов, и связанных с ними человеческих жертв, гибели или порчи имущества, оборудования.

На всех производственных, складских и вспомогательных помещениях, а также у наружных сооружений вывешивают таблички с указанием: категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности; класса взрывоопасных или пожароопасных зон по правилам устройства электроустановок. Все объекты нефтехозяйства оборудуют молниезащитой от прямых ударов молнии, вторичных проявлений в виде наведенной электромагнитной

индукции и от заноса высоких потенциалов по наземным и подземным коммуникациям, а также заземляют все металлическое оборудование.

На территории нельзя пользоваться открытым огнем и курить, ее содержат в чистоте, траву скашивают и в зеленом виде удаляют.

Резервуары для хранения нефтепродуктов (бывают надземного и подземного типов) размещают группами. На них наносят надписи, предупреждающие о виде хранимого топлива: надземные — на корпусах резервуаров, подземные — у муфт для подсоединения напорно-всасывающих рукавов автоцистерн.

Наружные резервуары устанавливают вертикально или горизонтально (в зависимости от их конструкции и вместимости) на фундаментах согласно проекту размещения, разработанному проектной организацией.

По периметру каждой группы наземных резервуаров выполняют или замкнутую земляную обваловку шириной по верху не менее 0,5 м, или ограждающую стенку из негорючих материалов, способную выдержать гидростатическое давление разлившихся нефтепродуктов. Высоту обваловки или стенки принимают для группы резервуаров вместимостью до 4000 м³ (соответствует нефтебазам сельскохозяйственных предприятий) — 0,8 м для вертикальных резервуаров и 0,5 м — горизонтальных. Для входа на территорию резервуаров через обваловку или стенки устанавливают лестницы-переходы с перилами, пандусы.

Каждый резервуар снабжают дыхательными, предохранительными клапанами, огневыми предохранителями (их состояние проверяют не реже двух раз в месяц при плюсовой температуре окружающего воздуха и не реже одного раза в 10 дней — при отрицательной), приемо-раздаточными патрубками и хлопушками, сифонным водоспускным краном, люком-лазом, люком-замерным, вентиляционными патрубками (все это проверяют каждый раз при пользовании, но не реже одного раза в месяц).

Все технологическое оборудование хранения и выдачи нефтепродуктов должно быть герметичным. При наличии утечек эксплуатировать его нельзя, течь следует немедленно устранить.

Резервуары наполняют топливом закрытым способом, падающей струей — нельзя (большое парогазообразование и усиленное накопление статического электричества). Сливные рукава должны быть маслобензостойкими и токопроводящими или иметь устройство для отвода статического электричества.

Заполняют резервуары не более чем на 95% их емкости, а топливо из них расходуют только до сохранения остатка мазута не менее 5% от нормы заполнения (за исключением случаев, когда проводят полное опорожнение для очистки стенок резервуаров, контроля состояния внутренних поверхностей, ремонта, изменения вида хранимого топлива).

Автоцистерну (отдельно каждую цистерну автопоезда) во время слива топлива присоединяют гибким металлическим проводником с помощью струбцины или болтом к заземляющему устройству (места соединений должны быть очищены от краски).

Автоцистерны для перевозки топлива, прицепные цистерны оборудуют устройствами для отвода статического электричества (металлическая цепь, касающаяся земли концом до 200 мм) и средствами пожаротушения. Выпускную трубу автомобиля с искрогасителем выводят под радиатор и закрепляют так, чтобы отработавшие газы направлялись к земле под углом 45°.

Для сбора использованных обтирочных материалов на территории устанавливают металлические ящики с плотно закрывающимися и искронеобразующими крышками.

В полевых условиях нефтепродукты следует хранить на специальных площадках, очищенных от сухой травы и горючего мусора, на расстоянии не менее 100 м от токов, стогов сена и соломы, хлебных массивов и 50 м – от любых строений. Площадку опахивают полосой шириной не менее 4 м.

Случайно пролитые на землю нефтепродукты засыпают землей, пропитанный нефтепродуктами песок и промасленные обтирочные материалы собирают в металлические ящики с плотно закрывающимися крышками в

искробезопасном исполнении и по окончании рабочего дня вывозят с территории.

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Б5В	Ступникову Андрею Сергеевичу

Школа		Отделение школы (НОЦ)	И.Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Месячный оклад инженера – 7 864,11 р. Месячный оклад научного руководителя – 24 960,00 р.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизации – 50 %</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления в социальные фонды 30 % от фонда заработной платы</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Планирование работ и оценка их исполнения</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Смета затрат на проект</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Выполнить</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5В	Ступников Андрей Сергеевич		

10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основная задача раздела заключается в описании разработанного проекта, достаточно подробно, чтобы в дальнейшем, на его основе, произвести детальный анализ финансовых и экономических показателей проделанных работ. Обязательным условием описания является расчет совокупных расходов, пришедших на научные изыскания разработки, к тому же произвести расчет, чтобы с некоторой точностью спрогнозировать эффект от её реализации. Данный подход подразумевает использование устоявшихся способов оценки окупаемости вложений в целях финансового анализа процесса разработки.

Темой данной выпускной работы является разработка автоматизированной системы регулирования температуры жидкого топлива водогрейного котла. Система подогрева мазута входит в состав котельной, на которой происходит разогрев воды. Источником энергии для такого процесса является теплота, полученная в результате сгорания топлива. Регулирование температуры тяжелых нефтепродуктов призвано поддерживать определенную вязкость, чтобы доставка мазута до камеры сгорания по трубопроводу оставалась возможной. Назначение выпускной работы состоит в том, чтобы представить проект системы, принцип работы которой приведен выше.

Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его

построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу типа приведенной ниже

Таблица 9 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Стадии проектирования	№	Этапы разработки	Должность исполнителя
Формирование технического задания	1	Определение области научных изысканий	Инженер
	2	Формирование технического задания	Научный руководитель Инженер
	3	Утверждение графика работ	Инженер
	4	Изучение доступных источников	Инженер
Изучение области исследования	5	Обзор собранных источников	Научный руководитель Инженер
Проектирование АСР	6	Описание объекта автоматизации	Инженер
	7	Разработка структурной схемы	Инженер
	8	Разработка функциональной схемы автоматизации	Инженер
	9	Выбор технических средств автоматизации	Инженер
	10	Разработка схемы соединений внешних проводок	Инженер
	11	Разработка чертежа общего вида шкафа управления	Инженер
	12	Проверка и нормоконтроль документации	Научный руководитель

Экспертный способ используется при отсутствии информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}$$

Таблица 10 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Определение области научных изысканий	И	5	7	5,8		6,96		8,39
Формирование технического задания	НР 50%, И 50%	3	6	4,2	2,52	2,52	3,04	3,04
Утверждение графика работ	И	2	4	2,8	–	3,36	–	4,05
Изучение доступных источников	И	16	19	17,2	–	20,64	–	24,87
Обзор собранных источников	НР 50%, И 50%	6	13	8,8	5,28	5,28	6,36	6,36
Описание объекта автоматизации	И	3	5	3,8	–	4,56	–	5,49
Разработка структурной схемы	И	6	8	6,8	–	8,16	–	9,83
Разработка функциональной схемы автоматизации	И	5	9	6,6	–	7,92	–	9,54
Выбор технических средств автоматизации	И	2	8	4,4	–	5,28	–	6,36
Разработка схемы соединений внешних проводов	И	6	10	7,6	–	9,12	–	10,99
Разработка чертежа общего вида шкафа управления	И	2	5	3,2	–	3,84	–	4,63
Проверка и нормоконтроль документации	НР	8	12	9,6	11,52	–	13,88	–
Итого:				80,8	19,32	77,63	23,28	93,55

Таблица 11 – Линейный график работ

Этап	Март			Апрель			Май		
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	■								
2		■							
3			■						
4			■	■	■				
5					■				
6						■			
7							■		
8								■	
9									■
10									■
11									■
12									■

10.1 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- 1) материалы и покупные изделия;
- 2) заработная плата;
- 3) социальный налог;
- 4) расходы на электроэнергию (без освещения);
- 5) амортизационные отчисления;
- 6) командировочные расходы;
- 7) оплата услуг связи;
- 8) арендная плата за пользование имуществом;
- 9) прочие услуги (сторонних организаций);
- 10) прочие (накладные расходы) расходы.

10.2 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приближенно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это от 5 до

20 %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 12 – Затраты на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Персональный компьютер	15000	1 шт.	15000
Бумага для принтера формата А4	400	1 уп.	400
Принтер	5000	1 шт.	5000
Итого:			20400

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны

$$C_{mat} = 20\,400 \cdot 1,05 = 21\,420 \text{ руб.}$$

10.3 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{25,083}$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе). Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ПР} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_p =$

1,3. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{и} = 1,62$.

$$ЗП_{\text{дн-м}}(НР) = \frac{МО}{25,083} = \frac{24\,960}{25,083} = 995,1$$

$$ЗП_{\text{дн-м}}(И) = \frac{МО}{25,083} = \frac{7\,864,11}{25,083} = 313,52$$

Таблица 13 – Расчет заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	24 960	995,1	20	1,699	33 216,44
И	7 864,11	313,52	78	1,62	39 616,83
Итого:					72 833,27

Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту. Итак, в нашем случае:

$$C_{\text{соц}} = 72\,833,27 \cdot 0,3 = 21\,849,981 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об.}} \cdot t_{\text{об.}} \cdot Ц_{\text{э}}$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ ЦЭ = 5,748 руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 5 для инженера (ТРД) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

Для компьютера

$$t_{об} (ПК) = T_{РД} \cdot K_t = 78 \text{ дн} \cdot 0,7 = 54,6 \text{ дн} = 436,8 \text{ ч}$$

Для принтера

$$t_{об} (П) = T_{РД} \cdot K_t = 78 \text{ дн} \cdot 0,003 = 0,234 \text{ дн} = 1,182 \text{ ч}$$

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

Для компьютера

$$P_{ОБ} (ПК) = P_{ном} \cdot K_C = 0,3 \text{ кВт} \cdot 1 = 0,3 \text{ кВт}$$

Для принтера

$$P_{ОБ} (П) = P_{ном} \cdot K_C = 0,1 \text{ кВт} \cdot 1 = 0,1 \text{ кВт}$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Для компьютера

$$C_{эл.об.} (ПК) = 0,3 \text{ кВт} \cdot 436,8 \text{ ч} \cdot 5,748 \frac{\text{руб}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}} = 753,22 \text{ руб}$$

Для принтера

$$C_{эл.об.} (П) = 0,1 \text{ кВт} \cdot 1,182 \text{ ч} \cdot 5,748 \frac{\text{руб}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}} = 0,68 \text{ руб}$$

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 7.

Таблица 14 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования t_{OB} , час	Потребляемая мощность P_{OB} , кВт	Затраты Δ_{OB} , руб.
Персональный компьютер	436,8	0,3	753,22
Принтер	1,182	0,1	0,68
Итого:			753,9

10.4 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot C_{OB} \cdot t_{pф} \cdot n}{F_D}$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

C_{OB} – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} .

$t_{pф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для компьютера

$$C_{AM}(ПК) = \frac{0,5 \cdot 15\,000 \text{ руб} \cdot 436,8 \text{ ч} \cdot 1}{2\,408} = 1\,360,46 \text{ руб}$$

Для принтера

$$C_{AM}(П) = \frac{0,5 \cdot 5\,000 \text{ руб} \cdot 1,182 \text{ ч} \cdot 1}{500} = 5,91 \text{ руб}$$

В сумме

$$C_{AM}(сум) = C_{AM}(ПК) + C_{AM}(П) = 1\,360,46 \text{ руб} + 5,91 \text{ руб} = 1\,366,37 \text{ руб}$$

Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч.} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{ам}) \cdot 0,1$$

$$C_{проч.} = (21\,420 + 103\,153,98 + 30\,946,194 + 753,9 + 1\,366,37) \cdot 0,1 = \\ = 15\,764 \text{ руб}$$

Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Макет демонстрационной модели принципов КТ».

Таблица 15 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{мат}$	21 420
Основная заработная плата	$C_{зп}$	72 833,27
Отчисления в социальные фонды	$C_{соц}$	21 849,981
Расходы на электроэнергию	$C_{эл.}$	753,9
Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	1 366,37
Прочие расходы	$C_{проч}$	15 764
Итого:		133 987,5

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 133\,987,5$ руб.

Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5 – 20 % от полной себестоимости проекта. В нашем примере:

$$П = 0,2 \cdot C_{\text{проект}} = 0,2 \cdot 133\,987,5 \text{ руб} = 26\,797,5 \text{ руб}$$

Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это:

$$\text{НДС} = (133\,987,5 \text{ руб} + 26\,797,5 \text{ руб}) \cdot 0,2 = 32\,157 \text{ руб}$$

Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР}}(КР) = 133\,987,5 \text{ руб} + 26\,797,5 \text{ руб} + 32\,157 \text{ руб} = 192\,942 \text{ руб}$$

Оценка экономической эффективности проекта

В виду отсутствия базы для сравнения для представленного проекта оценка экономической эффективности не возможна

Анализ полученных результатов

В ходе данной работы была дана оценка денежных расходов на разработку проекта системы подогрева топлива. Стоимость разработки составила 192 942 рубля. Не смотря на значительную стоимость представленная АСР является неотъемлемой частью комплекса котельной. Применение такой разработки позволит эксплуатировать водогрейный котел, использующий в качестве топлива тяжелые сорта мазута.

Заключение

В ходе данной выпускной квалификационной работы была разработана автоматическая система регулирования температуры жидкого топлива.

Разработанная система является двухуровневой: полевой уровень представлен измерительными датчиками, средствами визуального контроля, а также электроисполнительным механизмом; средний уровень включает в себя ПЛК.

В рамках дипломного проекта была разработана проектная документация, включающая схему структурную, схему функциональную, схема принципиальная электрическая, схема монтажная и общий вид щита управления.

Список использованных источников

1. Гумеров А.Г., Карамышев В.Г., Тогашева А.Р., Хазипов Р.Х. Применение деэмульгаторов в процессах подготовки нефти к транспорту // ТР. Интапроблем транспорта энергоресурсов. – 2006.– вып.66.– С.27-54
2. Мутугулли И.А., Зверева Э.Р., Зиннатуллина Р.В., Фахтиева З.Ф. Изучение влияния присадок на эксплуатационные свойства топочных мазутов // Вестник казанского технологического университета. – 2012.– вып.18.– С.229-232
3. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы. – Красноярск: Изд-во КГУ, 2005 г. – 292 с.
4. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: Методическое пособие. Книга 2. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2009 г. – 460 с.
5. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С.– Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Издательство МЭИ, 2005 г. – 944 с.
6. ТПУ 0304/М1 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elemer.ru/files/re/re_tpu_0304_m1_n.pdf свободный. – Загл. с экрана.
7. TR10-С Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.wika.ru/upload/OI_RTD_TC_en_de_fr_es_6307.pdf свободный. – Загл. с экрана.
8. ТС5008 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.manotom-tmz.ru/upload/iblock/53a/53a5d5aabfa508df5e430a78a63e73f6.pdf> свободный. – Загл. с экрана.

9. dTRANS p20 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jumo.ru/catalog/detail.php?ID=302> свободный. – Загл. с экрана.

10 EJA-E Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.yokogawa.ru/products/kip/pressure_measurement/datchiki-serii-eja-e-tablitsa-datchikov/ свободный. – Загл. с экрана.

11. Метран 75 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.emerson.ru/documents/automation/%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%B8-%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD-75-ru-4848790.pdf> свободный. – Загл. с экрана.

12. Хансуваров К.И., Цейтлин В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости газа и пара: Учебное пособие – М.: Издательство стандартов, 1990 г. – 287 с.

13. 244LD Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.schneider-electric.com/en/product-range/63508-level/?subNodeId=3448270354en_WW свободный. – Загл. с экрана.

14. LST300 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://new.abb.com/products/measurement-products/level/ultrasonic-level-transmitters-and-switches/lst300> свободный. – Загл. с экрана.

15. 5401 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.emerson.com/documents/automation/manuals-guides-%D1%80%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D0%BF%D0%BE-%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BB%D1%83%D0%B0%D1%82%>

D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8-
%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5-
%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D0%B5
%D1%80%D1%8B-rosemount-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-
%D0%B8c%D0%BFo%D0%BB%D0%B7o%D0%B2a%D0%BD%D0%B8%D1
%8F-%D0%BDa-h%D0%BF3-ru-89630.pdf свободный. – Загл. с экрана.

16. Гусев Н.В., Ляпушкин С.В., Коваленко М.В. Автоматизация технологических комплексов и систем в промышленности: Учебное пособие – М.: Издательство ТПУ, 2011 г. – 198 с.

17. 1769 CompactLogix Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab.rockwellautomation.com/Programmable-Controllers/CompactLogix-5370-Controllers#documentation> свободный. – Загл. с экрана.

18. ВМХР342000 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.se.com/ru/ru/product/BMXP342000/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80-340-20%2C-modbus/> свободный. – Загл. с экрана.

19. ПЛК100 Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.owen.ru/product/plk100> свободный. – Загл. с экрана.

20. РэмТЭК.Л Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.npptec.ru/734-1-tehnicheskajadokumentatsija.html> свободный. – Загл. с экрана.

21. CODESYS Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.owen.ru/product/codesys_v2 свободный. – Загл. с экрана.

22. MasterScada Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. –

Режим

доступа:

<https://insat.ru/upload/medialibrary/de9/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20MasterSCADA%203.X.pdf> свободный. –

Загл. с экрана.

Приложение А

Листинг программы

```
ROGRAM PLC_PRG

VAR

Go : BOOL :-FALSE; ('Команда запуска насоса')

STOP : BOOL : FALSE;

Level : INT :100; ('Уровень в емкости')

controller: PID; ('Добавление в проект ПИД-регулятора')

Actual : REAL :-10;

f: BOOL :-FALSE;

leap : REAL :-0; ('Текущая температура с учетом возмущений')

DesTemp : REAL ;-0; ('Уставка температуры')

AnotherTemp : REAL; ('Выходное значение ПИД-регулятора')

PID_KP : REAL :-1; ('коэффициент ПИД-регулятора')

PID_TN : REAL :-1; ('коэффициент ПИД-регулятора')

PID_TV : REAL :-1; ('коэффициент ПИД-регулятора')

PID_RESET : BOOL :-FALSE; ('Сброс выходного значения ПИД-регулятора')

GEN_0 : GEN; ('Добавление в проект генератора помех')

Func : GEN_MODE :-SXNE; ('Форма сигнала возмущения')

TrueBase : BOOL :-TRUE;

IntCycles : INT :-1000;
```

```

IntAxp : INT ;-5; ('Амплитуда сигнала возмущения')

BoolRes : BOOL :-FALSE;

PTiae : TIME :-TIME42S; ('Период сигнала возмущения*')

Роаепа : INT ;-0; ('Текущее значение сигнала возмущения')

ENDVAR

PROGRAM PLC_PRG 2 VAR

Go : BOOL : "FALSE; 'Команда запуска насоса'

IF STOP-TRUE ('Условие останова насоса насоса') 2 THEN

GO:-FALSE;

END_IF

4 IF Go-TRUE THEN

('Условие запуска')

BoolRes:-FALSE;

PID_RESET:-FALSE;

ELSE

BoolRes:-TRUE;

PID_RESET:-TRUE;

END_IF

('генератор _ помех')

GENT(MODE:-Func,

BASE:-TrueBase,

```

PERIOD:-PTUne,
CYCLES:-IntCycles,
AMPLITUDE :-IntAnp,
RESET:-BoolRes,
OUT->Рoaehа);
Temp: -Temp+Рoaehа;
(ПИД-регулятор')
controller(
ACTUAL:-leap,
SET_POINT:-DesTemp,
KP:-PID_KP,
TN:-PID_TN,
TV:-PID_TV.