

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
 ООП Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Автоматизация системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти

УДК 622.276.8

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Вахонин Евгений Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ИШИБ	Сечин Андрей Александрович	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман Алена Владимировна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н., доцент		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах).
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.
<b>УК(У)-9</b>	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи.
<b>УК(У)-10</b>	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.
<b>УК(У)-11</b>	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.
<b>ОПК(У)-2</b>	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
<b>ОПК(У)-3</b>	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.
<b>ОПК(У)-4</b>	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
<b>ОПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с

Код компетенции	Наименование компетенции
	профессиональной деятельностью.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.
<b>ПК(У)-2</b>	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.
<b>ПК(У)-3</b>	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств.
<b>ПК(У)-4</b>	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.
<b>ПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
<b>ПК(У)-6</b>	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.
<b>ПК(У)-7</b>	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем.

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>ПК(У)-8</b>	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.
<b>ПК(У)-9</b>	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления.
<b>ПК(У)-10</b>	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления.
<b>ПК(У)-11</b>	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования.
<b>ПК(У)-18</b>	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.
<b>ПК(У)-19</b>	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.
<b>ПК(У)-20</b>	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.
<b>ПК(У)-21</b>	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
	автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством.
<b>ПК(У)-22</b>	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.



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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/ Воронин А.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-8Т81	Вахонину Евгению Олеговичу

Тема работы:

Автоматизация системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№101-29/с от 11.04.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2023
--	------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – подогреватель сырой нефти. Режим работы – непрерывный. Вид сырья – нефтяная эмульсия. АС должна обеспечивать следующее: местный визуальный контроль основных параметров технологического процесса; автоматическое поддержание заданного технологического режима работы установки; плановую автоматическую остановку установки; аварийную автоматическую остановку и блокировку программы пуска установки с подачей звуковой и световой сигнализации при отклонении от установленных значений основных технологических параметров.</p>

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></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"> <li>1 Описание технологического процесса;</li> <li>2 Разработка структурной схемы АСУ;</li> <li>3 Разработка функциональной схемы автоматизации;</li> <li>4 Разработка схемы информационных потоков АСУ;</li> <li>5 Подбор оборудования АСУ;</li> <li>6 Разработка схемы соединения внешних проводок;</li> <li>7 Разработка алгоритмов управления АСУ;</li> <li>8 Разработка экранной формы АСУ;</li> <li>9 Моделирование работы системы регулирования.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Функциональная схема автоматизации;</li> <li>2 Схема соединения внешних проводок;</li> <li>3 Перечень входных/выходных сигналов технологического процесса;</li> <li>4 SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Верховская Марина Витальевна, доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович, доцент ООД ИШИБ

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	03.02.2023
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		03.02.2023

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Вахонин Евгений Олегович		03.02.2023

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Уровень образования – Бакалавриат  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники  
 Период выполнения – Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т81	Вахонину Евгению Олеговичу

Тема работы:

Автоматизация системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти
--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2023 г.	Основная часть ВКР	60
30.05.2023 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2023 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич			

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

Обучающийся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Т81	Вахонину Евгению Олеговичу		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 82 страницы, 13 рисунков, 23 таблицы, 23 использованных источника, 5 приложений.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, подогреватель сырой нефти, программируемый логический контроллер, SCADA.

Объектом исследования является подогреватель сырой нефти.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти с использованием программируемого логического контроллера (ПЛК) и выбранной SCADA – системы.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы разработаны: функциональные схемы автоматизации, схема подключения внешних проводок, перечень оборудования, схема информационных потоков.

Благодаря, разработанной автоматизированной системы планируется сократить число аварий, увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений параметров печи подогрева сырой нефти.

Эффективность разработанной автоматизированной системы управления технологическим процессом подогревателем сырой нефти заключается в снижении возможных ошибочных действий обслуживающего персонала и получении надежной системы.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью текстового редактора Microsoft Visio 2016, Trace Mode IDE 6, Matlab Simulink 2020b, Microsoft Word 2016.

Область применения: нефтегазовая промышленность.

## Обозначения и сокращения

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

АС – автоматизированная система;

СППО – специальное прикладное программное обеспечение;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПИД – пропорционально-интегрально-дифференциальный;

САПР – система автоматизированного проектирования;

HART (Highway Addressable Remote Transducer) - магистральный адресуемый удалённый преобразователь; IP – степень защиты;

КИС – корпоративная информационная система;

ЭВМ –электронно-вычислительная машина;

ССБТ–система стандартов безопасности труда;

ПДК –предельно допустимая концентрация.

## Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система (АС) – Комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

интерфейс (RS – 232, RS – 422, RS – 485, CAN) – Совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.

протокол ( CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet) – Набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включенными в соединение программируемыми устройствами.

технологический процесс (ТП) – Последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – Диспетчерское управление и сбор данных) – инструментальная программа для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных.

программируемый логический контроллер (ПЛК) – Специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов.

автоматизированное рабочее место (АРМ) – Программнотехнический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.

пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор – Устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

## Содержание

Реферат .....	9
Обозначения и сокращения.....	10
Определения .....	11
Введение.....	15
1 Технические требования разрабатываемой автоматизированной системы.....	16
1.1 Назначение и цели создания АСУ ТП .....	16
1.2 Требования к техническому обеспечению .....	17
1.3 Требования к метрологическому обеспечению .....	18
1.4 Требования к программному обеспечению.....	18
1.5 Требования к математическому обеспечению.....	20
1.6 Требования к информационному обеспечению.....	20
2 Технические решения разрабатываемой автоматизированной системы .....	21
2.1 Описание технологического процесса.....	21
2.2 Разработка структурной схемы АС.....	23
2.3 Функциональная схема автоматизации .....	24
2.4 Схема информационных потоков.....	25
2.5 Выбор средств реализации.....	26
2.5.1 Выбор контроллерного оборудования.....	26
2.5.2 Выбор оборудования передачи данных.....	27
2.5.3 Выбор датчика давления .....	28
2.5.4 Выбор датчика температуры.....	30
2.5.5 Выбор сигнализатора уровня.....	31
2.5.6 Выбор расходомера.....	33
2.5.7 Выбор датчик контроля пламени .....	34
2.6 Выбор исполнительных механизмов .....	36

2.7	Разработка схемы внешних проводок .....	37
2.8	Разработка алгоритмов управления АС .....	38
2.8.1	Алгоритм сбора данных измерений .....	38
2.8.2	Алгоритм автоматического управления технологическим процессом ...	38
2.9	SCADA-экран для диспетчерского управления подогревателем.....	42
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	43
3.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	44
3.2	Технология QuaD .....	44
3.3	SWOT-анализ.....	45
3.4	Структура работ в рамках научного исследования .....	47
3.5	Определение трудоемкости выполнения работ .....	48
3.6	Расчет материальных затрат НТИ .....	52
3.6.1	Расчет амортизации оборудования .....	53
3.6.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ .....	54
3.7	Основная заработная плата исполнителей .....	54
3.7.1	Дополнительная заработная плата исполнителей .....	56
3.7.3	Накладные расходы .....	58
3.8	Определение ресурсоэффективности исследования .....	59
3.8.1	Интегральный показатель ресурсоэффективности .....	60
4	Социальная ответственность .....	63
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	65
4.1.1	Правовые нормы трудового законодательства .....	65
4.1.2	Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны .....	66
4.2	Производственная безопасность .....	66

4.2.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте .....	68
4.2.2 Электромагнитные и ионизирующие излучения.....	69
4.2.3 Недостаточное освещенность рабочего места.....	69
4.2.4 Электробезопасность.....	70
4.2.5 Нервно-психические перегрузки.....	71
4.3 Экологическая безопасность.....	71
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	72
4.4.1 Перечень возможных чрезвычайных ситуаций.....	72
4.4.2 Пожарная безопасность.....	73
Заключение .....	74
Список используемых источников.....	76
Приложение А (обязательное) Структурная схема автоматизации .....	78
Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации .....	79
Приложение В (обязательное) Схема информационных потоков .....	80
Приложение Г (обязательное) Схема внешних проводок .....	81
Приложение Д (обязательное) Алгоритм сбора данных.....	82

## Введение

В последние годы автоматизация в обрабатывающих производствах стала чрезвычайно важной. В странах с развитой промышленностью автоматизация процессов позволяет повысить качество продукции, расширить ассортимент выпускаемой продукции, обеспечить безопасность процессов и готовность оборудования к эксплуатации, а также эффективно использовать ресурсы и снизить выбросы. Особое распространение автоматизированные процессы получили в энергетической, нефтегазовой и химической промышленности.

Автоматизация – это использование комплекса инструментов, которые позволяют осуществлять производственные процессы без прямого участия человека, но при его контроле. Внедрение автоматизации в производственные процессы приводит к повышению производительности, снижению затрат и улучшению качества продукции. Она также способствует сокращению числа обслуживающего персонала, увеличению надежности и долговечности оборудования, экономии материалов, а также улучшению условий труда и обеспечению безопасности.

Автоматизация освобождает человека от необходимости непосредственного управления механизмами. В автоматизированном процессе производства роль человека сводится к настройке, регулировке, обслуживанию средств автоматизации и наблюдению за их работой. Эксплуатация автоматизированных систем требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

Цель данного исследования заключается в разработке автоматизированной системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти.

Практическая значимость этого исследования состоит в применении его результатов в нефтегазовой отрасли.

# **1 Технические требования разрабатываемой автоматизированной системы**

## **1.1 Назначение и цели создания АСУ ТП**

Основной задачей ВКР является разработка автоматизированной системы управления подогревателем сырой нефти. Разрабатываемая система предназначена для автоматизации следующих функций:

- реализация удалённого контроля состояния технологического оборудования и средств КИПиА;
- выполнения автоматического, дистанционного управления исполнительными устройствами;
- настройки параметров функционирования объекта;
- ведения архива технологической информации;

Разрабатываемая АСУ ТП должна реализовывать следующие задачи:

- централизованный контроль и управление технологическими процессами подогрева сырой нефти;
- обеспечение надёжной работы оборудования и предотвращения аварийных ситуаций;
- повышение эффективности технологических процессов печи подогрева сырой нефти;
- передача текущей информации в центральный диспетчерский пункт (ЦДП).

Целями создания АСУ ТП являются:

- обеспечение надёжной и безаварийной работы производства;
- стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и параметров технологического процесса;
- увеличение производительности и выхода товарной продукции;
- сокращение материальных и энергетических затрат;

- уменьшение непроизводительных потерь ресурсов, включая человеческие, материально-технические и топливно-энергетические, а также снижение эксплуатационных расходов;

- автоматическая и автоматизированная диагностика оборудования.

АСУ ТП [2].

## **1.2 Требования к техническому обеспечению**

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, должно быть устойчивым к экстремальным температурам от минус 50 до 50 °С и влажности не менее 80 % при температуре 35 °С.

Все части оборудования, находящиеся под напряжением, должны быть защищены от случайных прикосновений, а само оборудование должно быть заземлено [2].

Все датчики должны иметь унифицированный сигнал тока на выходе из диапазона (4 – 20) мА.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности.

При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, контактирующие с агрессивной средой, должны быть изготовлены из материалов, устойчивых к коррозии. Технические средства должны иметь степень защиты от пыли и влаги не ниже IP56.

Показатели надежности датчиков общепромышленного назначения рекомендуется выбирать исходя из следующих показателей:

- срок эксплуатации не меньше десяти лет;
- технический параметр «время наработки на отказ» должен быть не меньше 100 000 час.

Программно-технический комплекс АС должен обеспечивать возможность модернизации и расширения системы.

### **1.3 Требования к метрологическому обеспечению**

В составе системы должны использоваться измерительные приборы, которые внесены в государственный реестр средств и допущены к применению в соответствии с установленным порядком.

Требования к точности измерительных приборов в АСУТП должны соответствовать следующим критериям:

- обеспечивать надежную и безопасную работу функционального технологического объекта.
- обеспечивать безопасные условия труда эксплуатационного персонала на технологическом месте.
- соответствовать требованиям охраны окружающей среды.

Для обработки входящих сигналов от измерительных приборов и управления заданными параметрами подсистемы управления, должны быть включены следующие модули:

- ввода дискретных сигналов и вывода аналоговых токовых сигналов;
- ввода сигналов в диапазоне от 4 до 20 мА с встроенными барьерами искрозащиты (для размещения на взрывоопасных или пожароопасных участках);
- вывода дискретных управляющих сигналов;
- ввода через интерфейс Ethernet от периферийных микропроцессорных устройств.

### **1.4 Требования к программному обеспечению**

При работе с техническими средствами системы, программное обеспечение автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) должно обладать следующими характеристиками:

- возможность модификации: программное обеспечение должно быть способно к изменениям, чтобы адаптироваться к различным требованиям и потребностям системы.

- восстанавливаемость: программное обеспечение должно иметь механизмы для восстановления после сбоев или ошибок, чтобы минимизировать простои системы.

- построение модульным типом: программное обеспечение должно быть организовано на основе модулей, которые могут быть разработаны и изменены независимо друг от друга.

- независимость: программное обеспечение должно быть независимым от конкретных технических средств системы, чтобы оно могло быть использовано с различным оборудованием.

Программное обеспечение системы АСУ ТП должно включать в себя следующие компоненты:

- системное программное обеспечение (операционные системы), которые обеспечивают работу и управление оборудованием и ресурсами системы.

- общее (базовое) прикладное программное обеспечение, которое предоставляет основные функции и возможности для работы с данными и управления технологическим процессом [1].

Специальное прикладное программное обеспечение, которое разрабатывается и настраивается в соответствии с конкретными требованиями и особенностями системы. Оно обеспечивает выполнение специфических функций, таких как измерение, сбор и обработка информации, управление и регулирование.

СППО должно обеспечивать гибкую и специальную конфигурацию, соответствующую уровням архитектуры автоматизированной системы. Оно включает алгоритмы и математические расчеты. Для создания СППО могут использоваться языки программирования, а также программное обеспечение для отладки и компиляции.

## **1.5 Требования к математическому обеспечению**

Математическое обеспечение АС представляет собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, которые используются при создании и эксплуатации АС. Оно позволяет реализовывать различные компоненты АС, используя единый математический аппарат.

При разработке математического обеспечения необходимо создать следующие элементы:

- алгоритмы функционального назначения, которые предназначены для решения задач обработки информации контроллерами;
- алгоритмы специального назначения, которые предназначены для решения математических задач на уровне SCADA (система управления и сбора данных).

## **1.6 Требования к информационному обеспечению**

По результатам проектирования должно быть составлено следующее информационное обеспечение:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки и передачи информации в АС;
- информация о визуальном представлении данных и результатов мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

## 2 Технические решения разрабатываемой автоматизированной системы

### 2.1 Описание технологического процесса

Подогреватель сырой нефти входит в состав установки подготовки нефти. Разберем, где технологической цепи находится подогреватель. На рисунке 1 представлена общая схема установки подготовки нефти.

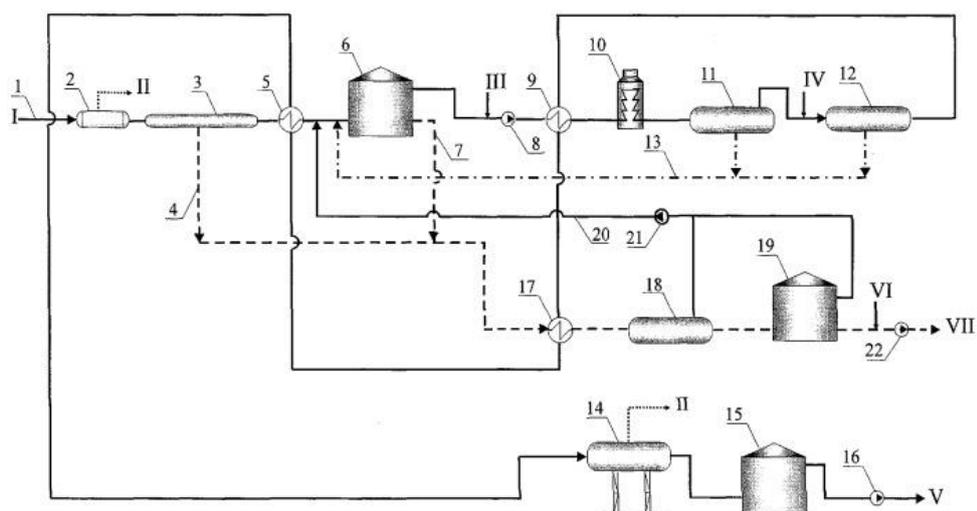


Рисунок 1 – Общая схема установки подготовки нефти

Установка включает нефтепровод 1, первую, вторую ступень подготовки нефти и очистные сооружения подготовки пластовой воды.

Первая ступень подготовки нефти содержит сепаратор 2, концевым делителем фаз (КДФ) 3, трубопровод 4 сброса воды из КДФ 3, второй теплообменник 5, резервуар предварительного сброса воды 6, трубопровод 7 сброса воды из резервуара предварительного сброса воды 6.

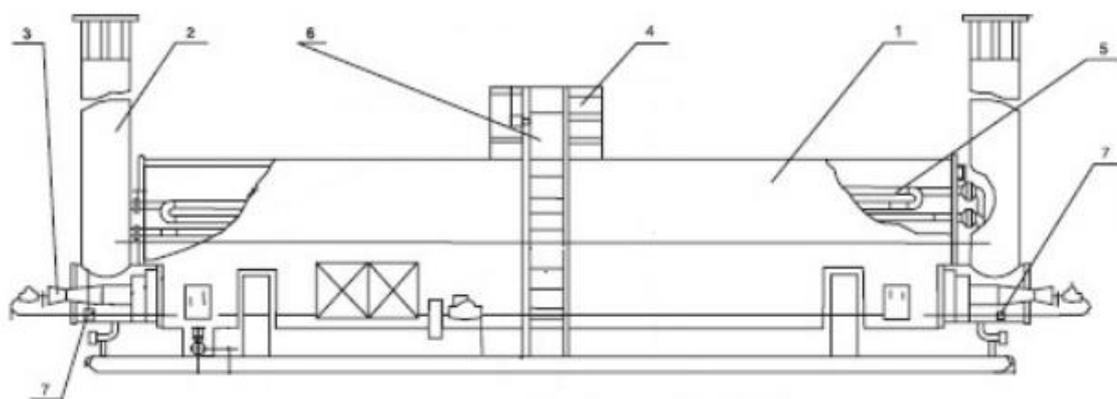
Вторая ступень подготовки нефти содержит сырьевой насос 8, теплообменник 9, путевой нагреватель 10, отстойник обезвоживания нефти 11, электродегидратор 12, трубопровод вывода слабоминерализованной подтоварной воды 13, концевой сепаратор 14, резервуар товарной нефти 15, насос откачки товарной нефти 16 и предусматривает подачу реагента-деэмульгатора III на прием сырьевого насоса 8 и подачу пресной воды IV на входе электродегидратора 12.

Очистные сооружения подготовки пластовой воды содержат первый теплообменник 17, отстойник очистки пластовой воды 18, резервуар подготовки пластовой воды 19, трубопровод вывода уловленной нефти 20, насос откачки уловленной нефти 21, насос откачки пластовой воды 22 и предусматривают подачу реагента VI на прием насоса откачки пластовой воды 22.

В установке подготовки нефти путевой подогреватель выполняет следующую задачу:

В сепаратор первой ступени полностью разрушить эмульсию и отделить воду от нефти невозможно, часть этой воды вместе с нефтью в виде эмульсии поступают в путевой подогреватель, в котором она предварительно нагревается до температуры 50 – 60 °С за счет сжигания газа в топке, в результате чего выделяются из нефти углеводородные газы.

Горячая нефтегазоводяная смесь направляется в сепаратор второй ступени со сбросом воды, где происходит окончательная дегазация и отделение нефти от воды. Схема путевого подогревателя представлена на рисунке 2.



- 1 – сосуд; 2 – труба дымовая; 3 – горелка; 4 – площадка; 5 – змеевик;  
6 – расширительный бачок; 7 – продувка.

Рисунок 2 – Схема путевого подогревателя

Технологический процесс нагрева нефти осуществляется за счет передачи тепла от продуктов сгорания нагреваемому продукту.

После входной ступени сепарации, частично обезвоженная нефть с температурой (25 – 43) °С по общему коллектору поступает на блок

подогревателей сырой нефти с промежуточным теплоносителем, где проходит по змеевикам подогревателя, нагреваясь от промежуточного теплоносителя до 60 °С.

В качестве промежуточного теплоносителя предусмотрена подготовленная пресная вода. Топливо сжигается в топке подогревателя, отдавая тепло промежуточному теплоносителю, а охлажденные продукты сгорания при помощи дымовой трубы выводятся из топки подогревателя в атмосферу.

Температура нагрева поддерживается на требуемом уровне регулированием подачи топлива на горелки. Далее нагретая нефть направляется на ступень глубокого обезвоживания в сепараторы [3].

## **2.2 Разработка структурной схемы АС**

Объектом управления является подогреватель сырой нефти. В соответствии с техническим заданием разработаем систему автоматизированного управления.

Вся информация, связанная с измерением и контролем параметров системы, поступает в систему SCADA. Она отвечает за обеспечение автоматического дистанционного наблюдения и дискретного управления, включая функции распределенных устройств.

В подогревателе для нагрева сырой нефти осуществляется измерение температуры, давления и уровня, а также в трубопроводах контролируются давление, температура и расход.

Исполнительными устройствами являются задвижки и клапана с электроприводами.

Выберем трехуровневую архитектуру АС. Каждый уровень будет осуществлять непосредственное управление технологическими процессами.

Нижний уровень (полевой) состоит из первичных датчиков (измерительных преобразователей), которые собирают информацию о состоянии технологического процесса, исполнительных устройствах, осуществляющих регулирующие и управляющие воздействия.

Средний уровень (контроллерный) состоит из контроллеров и других устройств аналого-цифрового, цифро-аналогового, дискретного, импульсного преобразования, а также устройств для связи с верхним уровнем (шлюзов).

Верхний уровень (информационно-вычислительный) состоит из компьютеров, объединенных в локальную сеть Ethernet с использованием медной витой пары или оптоволокну (при больших расстояниях) в качестве передающей среды.

Взаимодействие данных осуществляется следующим образом: датчики на полевом уровне передают информацию контроллерам.

Контроллеры обеспечивают реализацию следующих функций:

- обмен данными с пунктами управления;
- анализ функционирования программного обеспечения и состояние контроллера;
- выполнение команды с пункта управления;
- собирать информацию, осуществлять ее первичную обработку и сохранение.

В приложении А представлена спроектированная трехуровневая структура АС.

### **2.3 Функциональная схема автоматизации**

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для наглядного представления основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов. В таких системах объектом управления является комплексное оборудование, состоящее из основных и вспомогательных элементов, включая встроенные запорные и регулирующие устройства.

ФСА является важным техническим документом, который определяет функционально-блочную структуру отдельных компонентов системы автоматического контроля, управления и регулирования технологического

процесса, а также оснащение объекта управления необходимыми приборами и средствами автоматизации.

На функциональной схеме представлены различные системы, включая автоматический контроль, регулирование, дистанционное управление, сигнализацию, защиту и блокировку.

Функциональная схема автоматического контроля и управления представляет собой упрощенное изображение технологической схемы процесса автоматизации.

Функциональная схема автоматизации управления подогревателем сырой нефти выполнена согласно требованиям, ГОСТ 21.208–2013 [10] и приведена в приложении Б.

#### **2.4 Схема информационных потоков**

Схема информационных потоков включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

- нижний уровень (уровень сбора и обработки);
- средний уровень (уровень текущего хранения);
- верхний уровень (уровень архивного и КИС хранения).

На нижнем уровне, представлена информация о физических устройствах ввода/вывода. Эта информация включает в себя как аналоговые, так и дискретные сигналы, а также данные о вычислениях и преобразованиях.

На среднем уровне информационные потоки маршрутизируются от систем автоматики к графическим интерфейсам приложений автоматизированного рабочего места (АРМ), ПЛК формирует пакеты информации на основе полученных данных.

Верхний уровень – уровень хранения корпоративной, архивной информации. Информация представляется в виде экранных форм/мнемосхем (SCADA). В автоматическом режиме на АРМ формируются различные отчеты, графики трендов.

Разработанная схема информационных потоков представлена в приложении В.

## 2.5 Выбор средств реализации

### 2.5.1 Выбор контроллерного оборудования

Программируемый логический контроллер (ПЛК) представляет основное средство реализации среднего уровня в структуре автоматизированной системы управления технологическим процессом.

ПЛК выполняет функции приема и обработки данных от полевых устройств, управления, логического контроля и алгоритмов защиты, а также выдачи управляющих сигналов. Он поддерживает стандартные протоколы для обмена данными между контроллерами и верхним уровнем системы управления процессом.

Для реализации АСУ ТП подогревателем сырой нефти были рассмотрены такие контроллеры как: Siemens S7- 1200, ОВЕН ПЛК-210, Omron CJ2.

Сравнение параметров и характеристик ПЛК приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение параметров и характеристик ПЛК

Техническая характеристика	ПЛК		
	ОВЕН ПЛК-210	Siemens S7- 1200	Omron CJ2
Потребляемая мощность, Вт	16	12	35
Время цикла ПЛК, мс	3	2	3
Языки программирования	LD, FBD, IL, ST, SFC	LD, FBD, IL, ST, SFC	LAD, FBD, SFC, CFC
Аналоговые каналы ввода/вывода	4/0	2/2	12/0
Дискретные каналы ввода/вывода	12/12	14/10	20/10
Интерфейсы связи	Ethernet, RS-485, RS-232, USB-device	Ethernet, RS485, ASCII, USS, RS-232, PROFINET	RS-485, ASCII, Ethernet, USB
Протоколы связи	Modbus RTU Modbus ASCII ОВЕН (Master)	Modbus RTU, TCP/IP, ISOна-TCP, S7	TCP/IP, IP, Modbus
Степень защиты панели	IP20	IP20	IP20
Срок службы, лет	8	10	8
Цена, руб	64 620	229 871	184 145

В результате сравнения соответствующим требованиям и подходящим является контроллер ОВЕН ПЛК-210, внешний вид которого представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид ПЛК ОВЕН200

ОВЕН ПЛК210 представляет собой специальную серию моноблочных программируемых логических контроллеров с расширенными коммуникационными возможностями. Он обладает возможностью установки модулей расширения для входных и выходных сигналов, а также дополнительными функциями надежности.

Контроллер оснащен двумя портами Ethernet и межсетевым экраном, что позволяет его использовать в качестве шлюза между промышленной сетью и сетью предприятия. Для программирования применяется среда разработки Codesys V3.5. Контроллер поддерживает все языки программирования стандарта МЭК 61131-3, полностью соответствуя требованиям. Он также предлагает широкий спектр возможных подключаемых сигналов [7].

### **2.5.2 Выбор оборудования передачи данных**

Для передачи информации от ПЛК на верхний уровень был выбран коммутатор ОВЕН СН210-5.

СН210-5 – надежный простой 5-портовый промышленный коммутатор, предназначен для соединения узлов в пределах одного или нескольких сегментов сети [7]. Технические характеристики коммутатора ОВЕН СН210-5 приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики коммутатора ОВЕН СН210-5

Техническая характеристика	Значение
Потребляемая мощность, Вт	4
Общее количество портов	5
Уровень коммутатора	L2
Порты и поддерживаемые интерфейсы	Ethernet 5 × 10/100Base-T/TX
Стандарт	IEEE 802.3i/802.3u
Срок службы, лет	8 лет

Внешний вид коммутатора ОВЕН СН210-5 представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид коммутатора ОВЕН СН210-5

### 2.5.3 Выбор датчика давления

В качестве датчиков давления был выбор из следующих вариантов: САПФИР-22ЕМ, ОВЕН ПД200-ДИ, Метран-150. В таблице 3 приведено сравнение технических характеристик датчиков давления.

Таблица 3 – Технические характеристики датчиков давления

Техническая характеристика	Датчик давления		
	САПФИР-22ЕМ	ОВЕН ПД200-ДИ	Метран-150
Диапазон измерения давления	от 0,16 кПа до 60 МПа;	от 0, 63кПа до 6,0 МПа	до 68,947МПа
Измеряемые среды	жидкости, в т.ч. нефтепродукты, газ, газовые смеси	воздух, пар, различные жидкости в т.ч. нефтепродукты	жидкости, в т.ч. нефтепродукты; пар, газ, газовые смеси
Тип выходного сигнала	(4-20) мА, (0-5) мА	(4-20) мА/ HART	(4-20) / HART, (0-5) мА
Погрешности измерения, %	0,25	0,25	0,075
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 30 до 50 °С	от минус 40 до 100 °С	от минус 40 до 70 °С
Температура измеряемой среды	от минус 50 до 300°С	от минус 40 до 100 °С	от минус 50 до 500 °С
Степень пылевлагозащиты	IP65	IP65	IP68
Исполнение по взрывозащите	Exia, Exd	Exd	Exia, Exd
Средняя наработка на отказ, ч	100 000	500 000	150 000
Цена, руб	35100	50400	35000

В результате сравнения по соотношению цена и технических характеристик был выбран Метран-150, внешний вид которого представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Внешний вид Метран-150

Датчики давления Метран-150 предназначены для применения в системах автоматизированного контроля, регулирования и управления технологическими процессами. Они выполняют непрерывное преобразование измеряемых величин давления, таких как избыточное давление, абсолютное давление, разрежение, давление-разрежение и гидростатическое давление в нейтральных и агрессивных средах.

Датчики обеспечивают унифицированный выходной сигнал в виде тока для передачи на расстояние, а также цифровой сигнал на основе HART-протокола и цифровой сигнал на основе интерфейса с протоколами ICP [4].

#### 2.5.4 Выбор датчика температуры

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: Метран-286, Rosemount 0185 и ЭЛЕМЕР ТПУ-205. В таблице 4 отображены характеристики датчиков температуры.

Таблица 4 – Технические характеристики датчиков температуры

Техническая характеристика	Датчик давления		
	ЭЛЕМЕР ТПУ-205	Rosemount 0185	Метран-286
Диапазон измерения температуры	от минус 50 до 500 °С	от минус 50 до 450 °С	от минус 50 до 500 °С
Измеряемые среды	жидкость, нефть	жидкость, нефть	жидкость, нефть
Тип выходного сигнала	(4 – 20) мА /HART	(4 – 20) мА; HART; беспроводной HART-протокол	(4 – 20) мА /HART
Пределы основной погрешности измерения, %	0,25	0,08	0,3
Первичные преобразователи	ТСП (Pt100)	ТСП (Pt100)	ТСП (Pt100)
Степень пылевлагозащиты	IP65	IP65	IP65
Исполнение по взрывозащите	Exia, Exd	Exia, Exd	Exia, Exd
Средняя наработка на отказ, ч	50 000	50 000	50 000
Цена, руб	23000	42000	17300

В результате анализа выбран датчик Метран-286. Внешний вид датчика температуры Метран-286 представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Внешний вид датчика температуры Метран-286

Преобразователи температуры Метран-280 предназначены для высокоточного измерения температуры в различных условиях. Они предоставляют возможность использования как в нейтральных, так и в агрессивных средах, при условии, что материал защитной арматуры обладает стойкостью к коррозии. Эти преобразователи обеспечивают высокую точность измерений температуры [4].

### **2.6.5 Выбор сигнализатора уровня**

Для подбора уровнемеров произведем сравнение трех датчиков разных производителей: Сапфир-22МП-ДУ 2620, Rosemount 2120, ОВЕН ПДУ-RS-EXD. Сравнение технических характеристик датчиков уровня приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнение технических характеристик датчиков уровня

Техническая характеристика	Датчик давления		
	Сапфир-22МП-ДУ	Rosemount 2120	ОВЕН ПДУ-RS-EXD
Диапазон измеряемых уровней, м	от 0 до 10	от 0,1 до 10	От 0,25 до 4
Измеряемые среды	различные жидкости, в т.ч. нефтепродукты	различные жидкости, в т.ч. нефтепродукты	различные жидкости, в т.ч. нефтепродукты
Тип выходного сигнала	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА /HART	(4 – 20) мА/HART, RS-485
Пределы основной погрешности измерения, %	0,25	0,25	0,1
Степень пылевлагозащиты	IP54	IP68	IP65
Исполнение по взрывозащите	Exia, Exd	Exd	Exd
Средняя наработка на отказ, ч	100000	100000	50000
Цена, руб	от 30500	от 50 000	24 300

В результате анализа был выбран сигнализатор уровня жидкости Rosemount 2120. Внешний вид сигнализатора уровня жидкости Rosemount 2120 приведен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Внешний вид Rosemount 2120

Сигнализатор уровня Rosemount 2120 обладает универсальностью и надежностью работы, что позволяет его использование практически в любых жидкостях благодаря особому принципу работы.

Он предлагает широкий выбор технологических соединений и материалов корпуса для обеспечения оптимального соответствия требованиям.

Сигнализаторы Rosemount 2120 способны работать стабильно при температурах до 150 °С и давлении до 10 МПа, что обеспечивает их способность удовлетворить практически любые требования [5].

### 2.5.6 Выбор расходомера

Расходомеры в системе используются для контроля выходного количества нефти, пластовой воды и попутного газа. Для выбора средства измерения рассмотрены варианты: Метран-370, Rosemount 8700, Turbo ЭМИС-ВИХРЬ 200. Сравнение технических характеристик расходомеров приведено в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнение технических характеристик расходомеров

Техническая характеристика	Датчик давления		
	Метран-370	Rosemount 8700	ЭМИС- ВИХРЬ 200
Измеряемый объемный расход, м3/ч	От 0,18 до 2000	От 0 до 2000	От 0 до 2000
Измеряемые среды	жидкость, пар, газ	жидкость, пар, газ	жидкость, пар, газ
Тип выходного сигнала	(4 – 20) мА / HART	(4 – 20) мА / HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA	(4 – 20) мА / HART, RS-485
Пределы основной погрешности измерения, %	0,5	0,25	1,0
Степень пылевлагозащиты	IP68	IP67	IP65
Средняя наработка на отказ, ч	100 000	100 000	70 000
Цена, руб	От 30280	301500	34770

В результате анализа и сравнения был выбран расходомер Метран-370, внешний вид приведен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Внешний вид Метран-370

Метран-370 является экономически выгодным решением, полностью удовлетворяющим всем установленным требованиям. Он обеспечивает безопасную работу с агрессивными средами и выполнен во взрывобезопасном исполнении. Расходомер состоит из двух основных компонентов: датчика и преобразователя.

Датчик включает в себя трубу из нержавеющей стали с футеровкой, фланцы для фланцевых датчиков, а также электроды и катушки, размещенные в кожухе из углеродистой стали. Датчик имеет клеммы для подключения к преобразователю [4].

#### **2.5.7 Выбор датчик контроля пламени**

Выбор датчика контроля пламени проходил из следующих вариантов приборов: фотосигнализатор пламени ФСП1, устройство контроля пламени Siemens QRA2 (фотодатчик), датчик контроля пламени СЛ-90-1/24.

В таблице 7 отображены сравнение характеристик датчиков контроля пламени.

Таблица 7 – Сравнение характеристик датчиков контроля пламени.

Техническая характеристика	Датчик давления		
	ФСП1	СЛ-90-1/24Е-ВХ	Siemens QRA2
Эксплуатация при температурах, °С	от минус 5 до 50	от минус 40 до плюс 100	от минус 20 до плюс 200
Время срабатывания,с	от 0.3 до 1	2	2
Выходной сигнал	Группа контактов реле	две группы контактов реле	Группа контактов реле
Цена, руб	14000	19200	17 820

В результате анализа, по соотношению цена и качество, был выбран датчик контроля пламени СЛ-90-1/24, внешний вид приведен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Внешний вид СЛ-90-1/24

Датчики-реле контроля пламени СЛ-90-1/24Е-ВХ представляют собой передовое решение, основанное на микропроцессорной оптической технологии. Они разработаны для надежного обнаружения присутствия или отсутствия пламени в горелках и передачи соответствующего сигнала в систему автоматизации промышленного оборудования. Работа этих датчиков основана на измерении частоты и амплитуды пульсаций пламени в заданном диапазоне с помощью фиксированной полосы пропускания и настраиваемого порога чувствительности [6].

## 2.6 Выбор исполнительных механизмов

Для достижения стабилизации и регулирования процесса путем воздействия на регулируемый параметр необходимо выбрать соответствующий регулирующий орган и исполнительный механизм.

Воздействие на процесс осуществляется в соответствии с получаемыми командами. В данной задаче изменяемой величиной является пропускная способность трубопроводов на входе путевого подогревателя.

В качестве исполнительного механизма был выбран электропривод клапана запорного Аванград 15с918п Ду100с. Данный электропривод применяется для управления задвижками, запорными клапанами и другими многооборотными и однооборотными арматурами [8].

Внешний вид электропривода Аванград 15с918п Ду100 приведен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Внешний вид электропривода Аванград 15с918п Ду100

Технические характеристики электропривода Аванград 15с918п Ду100 приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики электропривода Аванград 15с918п.

Техническая характеристика	Электропривод
	Аванград 15с918п Ду100
Диапазон крутящего момента, Нм	от 100 до 300
Скорость вращения вала, об/мин	От 6 до 50
Мощность двигателя, кВт	От 0,6 до 1,7
Диаметр условного прохода, мм	от 25 до 300
Цена, руб	От 75000

## 2.7 Разработка схемы внешних проводок

Для прокладки коммуникационных кабелей используются металлические конструкции, которые имеют заземление. В системе присутствуют различные приборы, такие как термопреобразователи Метран-286, датчики давления Метран-150, датчики расхода Метран-370, а также датчик наличия пламени СЛ-90-1/24 в газовой горелке. Эти датчики подключаются к щиту КИПиА с использованием выходов универсального интерфейса токового сигнала 4-20 мА через контрольные кабели с медной жилой, изоляцией из ПВХ и защитным покровом (КВВГнг).

Кабель КВВГнг предназначен для неподвижного подключения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам с номинальным переменным напряжением до 660 В и частотой до 100 Гц, или с постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от минус 50 до плюс 50°С. В местах с повышенной механической опасностью кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

Подключение проводящих экранов и оболочек происходит только в одной точке с заземлителем, обычно на конце цепи, вне взрывоопасной зоны.

Это требование обеспечивает исключение возможности протекания искроопасного уравнительного тока через экраны из-за разницы местных земных потенциалов между концами цепи. Заземление полевых приборов осуществляется на месте установки, а на щите используется отдельная заземляющая шина.

Полученные схемы соединения внешних проводок путевого подогревателя приведены в приложении Г.

## **2.8 Разработка алгоритмов управления АС**

### **2.8.1 Алгоритм сбора данных измерений**

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных измерений, блок-схема которого представлена в приложении Д.

Суть данного алгоритма в формировании сигналов, передача их на местный щит управления в контроллер, выработка управляющих сигналов в случае превышения уставок и передача их на исполнительные механизмы, передача сигнала измерения в SCADA, где происходит мониторинг оператором, ее запись в архив и построение трендов по полученной информации.

### **2.8.2 Алгоритм автоматического управления технологическим процессом**

В ходе проектирования необходимо разработать алгоритм автоматической регулировки технологического параметра, а именно - температуры нефти в путевом подогревателе.

Алгоритм работы представлен следующим образом:

ПИД-регулятор принимает заданное значение температуры и сигнал от датчика температуры на выходе из подогревателя. Контроллер использует разницу между этими сигналами, чтобы выработать управляющий сигнал, который поступает на вход частотного преобразователя в виде токового сигнала (4-20) мА.

Частотный преобразователь, используя информацию от контроллера, генерирует сигнал на электропривод. Путем изменения частоты напряжения, поступающего на электропривод, ЧП контролирует скорость его вращения.

Электропривод оказывает непосредственное механическое воздействие на клапан, который регулирует подачу газа в горелки путевого подогревателя.

На рисунке 9 приведена разработанная структурная схема системы автоматического регулирования температуры нефти в путевом подогревателе.

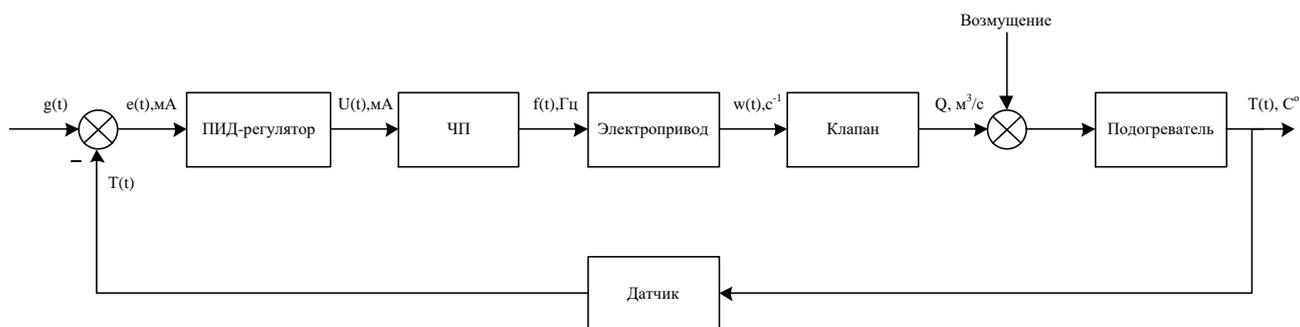


Рисунок 9 – Структурная схема системы автоматического регулирования температуры нефти в путевом подогревателе

Частотный преобразователь описывается апериодическим звеном первого порядка:

$$W_{\text{ПЧ}}(s) = \frac{K_{\text{ПЧ}}}{T_{\text{ПЧ}}s + 1} = \frac{2.5}{0.1s + 1} \quad (1)$$

С постоянной времени 0,1 и коэффициентом передачи  $K_{\text{чп}}$ , который рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ПЧ}} = \frac{f}{I} = \frac{50}{20} = 2.5 \frac{\text{Гц}}{\text{мА}} \quad (2)$$

где  $f$  – частота управляющего сигнала, от 0 до 50 Гц;

$I$  – управляющий токовый сигнал (4-20) мА.

Передаточная функция клапана представляет собой интегратор с нелинейным звеном, ограничивающим процент открытия клапана от 0 до 100 процентов:

$$W_{\text{КЛ}}(s) = \frac{K_{\text{КЛ}}}{s} \quad (3)$$

Для расчета коэффициента передачи примем, что при номинальной скорости вращения выходного вала электропривода – 40 об/мин (0,6 об /сек), затвор клапана перемещается вверх на 0,01 м.

Тогда коэффициент передачи:

$$K_{\text{кЛ}} = \frac{0,01}{0,6} = 0,016 \frac{\text{м}}{\text{об/с}}$$

Поэтому передаточная функция клапан с электроприводом определяется как:

$$W_{\text{кЛ}}(s) = \frac{0,016}{s}$$

Передаточная функция электропривода может быть представлена в виде апериодического звена первого порядка:

$$W_{\text{дв}}(s) = \frac{K_{\text{дв}}}{T_{\text{пч}}s + 1} = \frac{2,5}{1,5s + 1} \quad (4)$$

В качестве объекта управления путевой подогреватель, передаточная функция которого представлена формулой:

$$W_{\text{дв}}(s) = \frac{K_p}{(Ts + 1)^2} = \frac{8,3 \cdot 10^3}{1,5s + 1}, \quad (5)$$

Где  $K_p = 8,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кал}}{\text{м}^2\text{с}}$  - теплонапряженность поверхности нагрева, то есть количество тепла, переданное  $1\text{м}^2$  поверхности нагрева в час.

$T$ -время нагрева, с

Время нагрева:

$$T = \frac{L}{\omega_M} = \frac{7}{4} = 1,75, \quad (6)$$

где  $L = 7$  – рабочая длина радиантных труб, м;

$\omega_M = 4$  – скорость продукта на входе печи, м/с.

Моделирование процесса было выполнено в среде моделирования Simulink программного обеспечения Matlab, полученная операторно-структурная схема представлена на рисунке 10.

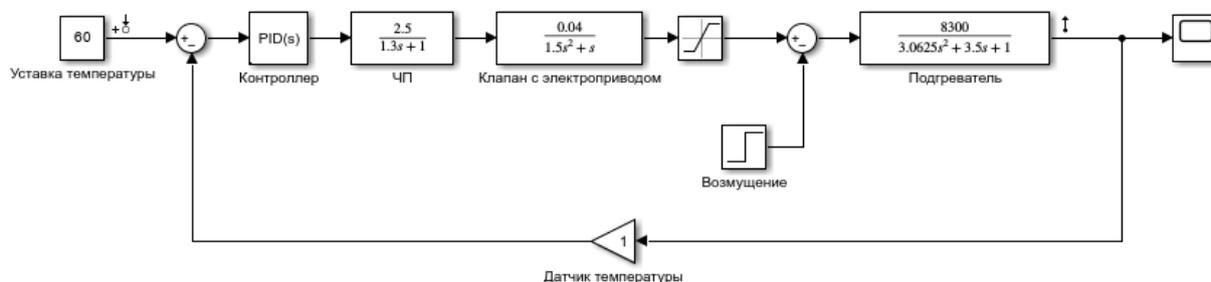


Рисунок 10 – Операторно-структурная схема представлена

На рисунке 11 представлен переходный процесс изменения значение температуры на выходе системы управления печью. В качестве задающего воздействия был задана температура 60 °С. В качестве регулятора методом автоматической настройки были определены параметры ПИД-регулятора.

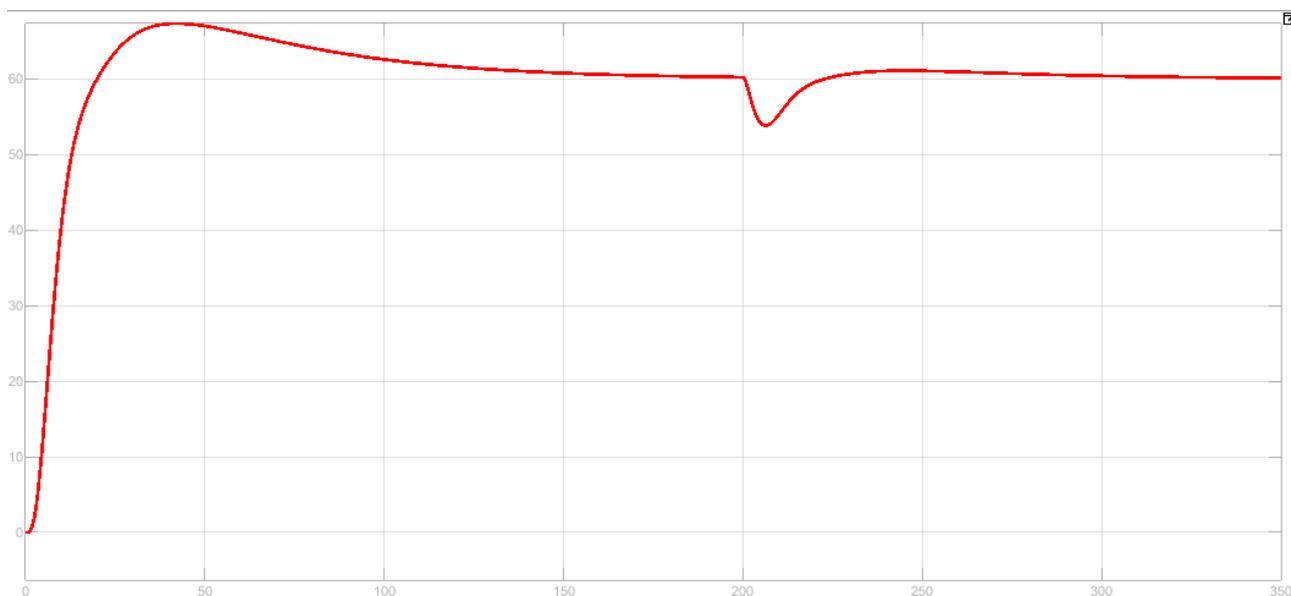


Рисунок 11 – График переходного процесса контура регулирования температуры

Необходимым является проверка разработанной системы на стабильную работу при возникновении возмущающих факторов.

На 200 секунде в систему вводится возмущающее воздействие в виде моментального падения температуры нефти на 5 °С. Система справляется за примерно 70 секунд.

Перерегулирование при данных настройках составляет около 20 процентов, а время переходного процесса составляет порядка 103 секунд.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что система выходит на установившееся значение 60 градусов с незначительным отклонением от заданных параметров, что говорит об её работоспособности и устойчивости.

### 2.9 SCADA-экран для диспетчерского управления подогревателем

Для создания SCADA была использована программа TRACE MODE 6. Данная программа использовалась для автоматизации технологического процесса подогрева нефти. SCADA-экран представлен на рисунке 12.

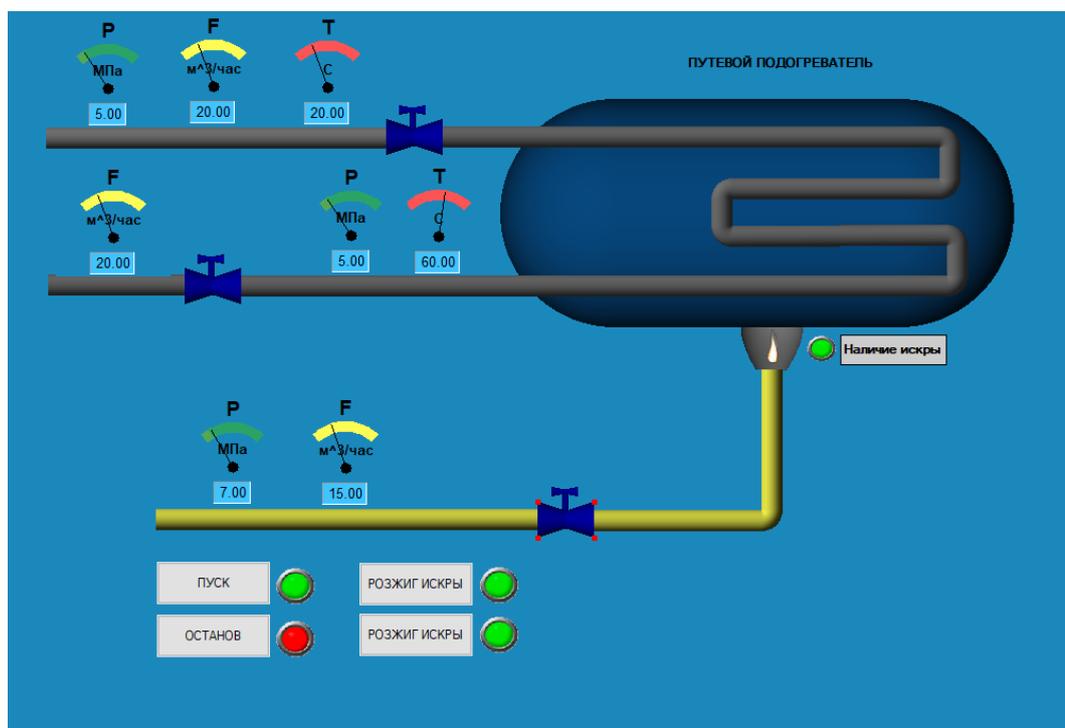


Рисунок 12 – SCADA-экран автоматизации технологического процесса подогревателя нефти

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-8Т81	Вахонину Евгению Олеговичу

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и роботизации
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Тариф на электроэнергию – 5,748 руб. за 1 кВт·ч. Оклад руководителя – 33664 руб Оклад инженера – 21760 руб
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Накладные расходы – 16%. Районный коэффициент – 1,3
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	–коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30 %.

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет инновационного потенциала НТИ	– SWOT-анализ; – оценка научного уровня исследования; – анализ конкурентных решений.
2. Планирование научно – исследовательских работ	– Структура работ в рамках научного исследования; – Определение трудоемкости выполнения работ. – Разработка графика проведения научного исследования
3. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	– расчет материальных затрат; – расчет основной и дополнительной заработной платы; – расчет отчислений во внебюджетные фонды; – расчет бюджета проекта.

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. График проведения НТИ
3. График проведения и бюджет НТИ

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику** 22.02.2023

**Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н, доцент		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Вахонин Евгений Олегович		

### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

#### **3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Потенциальными потребителями результатов исследования являются организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия.

Разработанная автоматизированная система управления подогревателем сырой нефти должна обеспечивать автоматизированный и дистанционный контроль в реальном времени технологическим процессом нагрева нефтяной эмульсии, нефти, газа, газового конденсата, воды.

#### **3.2 Технология QuaD**

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке. Оценка проведения процедуры QuaD представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
Точность	0,1	90	100	0,9	9
Надежность	0,2	100	100	1	20
Быстрота проведения контроля	0,2	100	100	1	20
Безопасность	0,1	90	100	0,9	9
Экологичность	0,15	100	100	1	15
Простота эксплуатации	0,05	80	100	0,8	4
Компактность	0,1	80	100	0,8	8
Простота конструкции и ремонтпригодность	0,1	80	100	0,8	8
Итого	1	720	800	7,3	93

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1. Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{cp} = \sum B_i \cdot Б_i, \quad (7)$$

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

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$Б_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $П_{cp}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $П_{cp}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 59 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам проведенного анализа видим, что разрабатываемая методика является перспективной и на рынке контроллерного оборудование автоматизированных систем.

### **3.3 SWOT-анализ**

SWOT-анализ позволяет выделить четыре аспекта разработки и проекта: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы). Результаты анализа представлены в таблице 10.

Таблица 10 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Простота настройки и эксплуатации системы.</p> <p>С2. Возможность передачи информации на большие расстояния</p> <p>С3. Универсальность.</p> <p>С4. Возможность модернизации.</p> <p>С5. Использование SCADA-систем.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа проекта.</p> <p>Сл2. Отсутствие необходимого оборудования.</p> <p>Сл3. Большой срок поставок используемого оборудования</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Модернизация процесса управления подогревателем сырой нефти</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p>В3. Использование существующего программного обеспечения.</p> <p>В4. Увеличивается рост роли автоматизации технологических систем в промышленности</p>	<p>В1С4. Позволит компании легко модифицировать систему. В1С1С2. Позволит достичь одну из лучших технических и временных показателей системы. В4С3С5. Увеличение функциональных и технических возможностей работы системы управления подогревателем сырой нефти</p>	<p>В1Сл1. Проведение испытаний на предприятии, которое заинтересовано в модернизации.</p> <p>В3Сл3. Продолжительное ожидание поставок, риск замедления производства</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У2. Повышение цен.</p> <p>У3. Ограничения на экспорт</p>	<p>У2С4. Модификация производства, что позволит снизить стоимость себестоимости нефти</p> <p>У1С1С2С3С4С5. Продвигать продукцию опираясь на её преимущества.</p>	<p>У1Сл1. Провести испытания системы и показать её успешность.</p>

### 3.4 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- планирование комплекса предполагаемых работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика поведения научных исследований.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – научный руководитель и инженер. Перечень этапов, работ и исполнителей приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Анализ предметной области	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, инженер
Разработка системы	4	Описание технологического процесса	Инженер
	5	Разработка структурной схемы автоматизированной системы	Инженер
	6	Разработка функциональной схемы автоматизированной системы	Инженер
	7	Разработка схемы информационных потоков	Инженер
	8	Подбор оборудования автоматизированной системы	Инженер
	9	Разработка схемы внешних проводок	Инженер

Продолжение таблицы 11 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка системы	10	Разработка алгоритмов управления автоматизированной системы	Инженер
	11	Разработка экранной формы автоматизированной системы	Инженер
	12	Моделирование работы системы регулирования	Инженер
Оформление отчета по работе	13	Составление пояснительной записки	Научный руководитель, инженер
	14	Подведение итогов, оформление работы	Научный руководитель, инженер

### 3.5 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ож\ i}$  используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (8)$$

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

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

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i}, \quad (9)$$

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

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

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

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (10)$$

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (11)$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  необходимо округлить до целого числа.

В году 365 дней из них 118 выходных и праздничных дней. Коэффициент календарности равен:

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

Все значения, полученные при расчетах по вышеприведенным формулам, были сведены в таблице 12.

Таблица 12 – Временные показатели проведенного 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		$t_{ож\ i}$ , чел-дни					
	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР
Составление и утверждение технического задания	–	1	–	2	–	1,4	–	1,4	–	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	1	4	3	2,8	1,8	1,4	0,9	2	1
Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
Описание технологического процесса	2	–	3	–	2,4	–	2,4	–	3	–
Разработка структурной схемы автоматизированной системы	2	–	3	–	2,4	–	2,4	–	3	–
Разработка функциональной схемы автоматизированной системы	4	–	6	–	4,8	–	4,8	–	6	–
Разработка схемы информационных потоков	6	–	9	–	7,2	–	7,2	–	9	–
Подбор оборудования автоматизированной системы	6	–	12	–	8,4	–	8,4	–	10	–

Продолжение таблицы 12 – Временные показатели проведенного 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					
					И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР
Разработка схемы внешних проводок					6	–	9	–	7,2	–	7,2	–	9	–
Разработка алгоритмов управления автоматизированной системы					6	–	9	–	7,2	–	7,2	–	9	–
Разработка экранной формы автоматизированной системы					10	–	15	–	12	–	12	–	15	–
Моделирование работы системы регулирования					6	–	10	–	7,6	–	7,6	–	9	–
Составление пояснительной записки		6	2	10	5	7,6	3,2	3,8	1,6	5	2			
Подведение итогов, оформление работы		1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1			

На основе таблицы 12 строим календарный план-график. Календарный план-график представлен на рисунке 13.

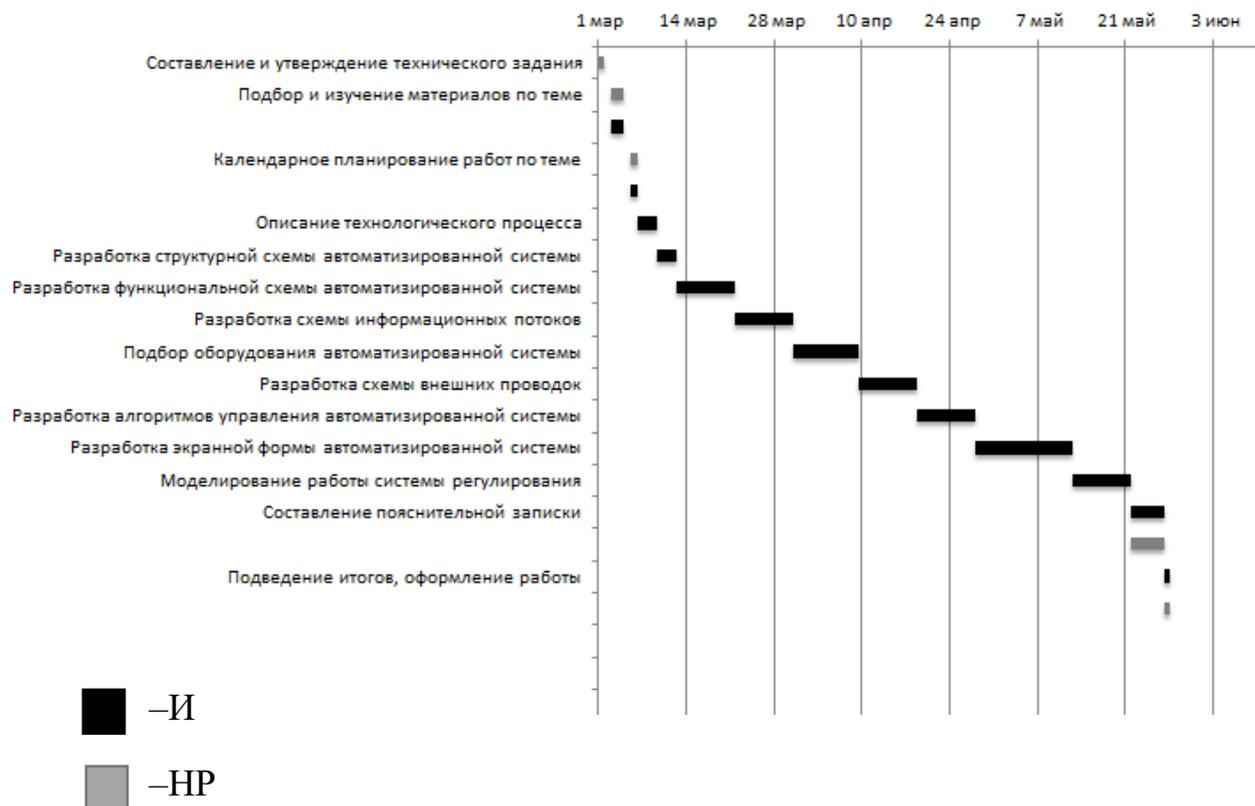


Рисунок 13 – Календарный план-график

### 3.6 Расчет материальных затрат НТИ

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} , \quad (12)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м,  $m^2$  и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ $m^2$  и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Ноутбук	шт.	1	50000	50000
Итого мат.затрат				50000

### 3.6.1 Расчет амортизации оборудования

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (13)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{251} \cdot T_{\text{об}}, \quad (14)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;

$T_{\text{об}}$  – время использования оборудования, дни.

Разработка системы автоматизации ведётся с использованием ноутбука стоимостью 50 000 рублей в течение 90 дней, срок полезного использования, которого – 5 лет

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2.$$

Находим общую сумму амортизационных отчислений. Для ноутбука, использованного в течение 90 дней:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{251} \cdot T_{\text{об}} = \frac{0,2 \cdot 50000}{251} \cdot 90 = 3585,65 \text{ руб.}$$

### 3.6.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Результаты расчетов по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование	Количество единиц оборудования	Цена за ед., руб.	Затраты спецоборудования, руб.
AutoCAD 2022	1	16690	16690
Microsoft Office	1	11990	11990
MATLAB	1	6700	6700
TRACE MODE IDE6 (base)	1	6970	6970
Итого мат.затрат			42350

### 3.7 Основная заработная плата исполнителей

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 сводится в таблице 10.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, и дополнительную заработную плату:

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

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

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

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 4);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Баланс рабочего времени приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	67	120
Потери рабочего времени на отпуск	56	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	242	221

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{окл}} \cdot k_p, \quad (18)$$

где  $Z_{\text{окл}}$  – оклад, руб.;

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

Научный руководитель имеет должность доцента и степень кандидата технических наук оклад на весну 2019 год составлял 33664 руб., затем осенью был проиндексирован на 4,3% и составил 35111,5 руб.

Оклад инженера на весну 2019 года составил 21760 руб., затем осенью был проиндексирован на 4,3% и составил 22695,68 руб. Расчёт основной заработной платы приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$k_T$	$Z_{окл.}$ руб.	$k_p$	$Z_M,$ руб	$Z_{дн.},$ руб.	$T_p,$ раб. дн.	$Z_{осн.},$ руб.
Научный руководитель	–	–	35111,5	1,3	45644,95	1923,87	7	13467,1
Инженер	–	–	22695,68		29504,5	1495,24	91	136066,84
Итого $Z_{осн}$								149533,84

По результатам расчётов видно, что основная заработная плата за реализацию проекта составит 13467,1 рублей руководителю и 136066,84 рублей инженеру.

### 3.7.1 Дополнительная заработная плата исполнителей

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Дополнительная заработная плата представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$	$Z_{\text{доп}}$
Научный руководитель	0,12	13467,1	1616,1
Инженер		136066,84	16328,01
Итого			17944,12

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (20)$$

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

Размер страховых взносов равен 30% от заработной платы. Сюда включены взносы на пенсионное страхование – 22%, на медицинское страхование – 5,1%, а также на соцстрахование – 2,9%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены ниже в таблице 18.

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Инженер
Основная заработная плата, руб.	13467,1	136066,84
Дополнительная заработная плата, руб.	1616,1	16328,01
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Сумма отчислений	4087,5	41299
Итого	45386,5	

### 3.7.3 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (21)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

$$Z_{\text{накл}} = (1222266 + 149533,84 + 17944,12 + 45386,5) \cdot 0,16 = 305214,34$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ по форме, приведенной в таблице 9.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИ	50000
2. Затраты на специальное оборудование для НИ	42350
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	149533,84
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17944,12
5. Отчисления во внебюджетные фонды	45386,5
6. Накладные расходы	305214,34
7. Бюджет затрат НИ	610428,7

### 3.8 Определение ресурсоэффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (22)$$

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

$\Phi_{ri}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$\Phi_{\text{max}}$  зависит от сложности проекта, который разрабатывается для компании заказчика. На сложность проекта влияет огромное количество факторов, поэтому достоверно оценить величину  $\Phi_{\text{max}}$  невозможно.

Примем, что стоимость выполнения проекта автоматизации системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти в компании «ЭлеСи» равняется 850000 руб., а в компании «Энертон» – 870000 руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{разраб}} = \frac{\Phi_1}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{610428,7}{870000} = 0,7$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{21}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{850000}{870000} = 0,97$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_1}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{870000}{870000} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат

разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

### 3.8.1 Интегральный показатель ресурсоэффективности

В данном разделе необходимо произвести оценку ресурсоэффективности проекта, определяемую посредством расчета интегрального критерия, по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (23)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в форме таблицы 20.

Таблица 20 – Оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Студент с НР и И	Исп.2	Исп.3
Точность	0,1	4	5	5
Надежность	0,2	4	4	5
Быстрота проведения контроля	0,2	4	4	4
Безопасность	0,1	5	4	4
Экологичность	0,15	5	5	4
Простота эксплуатации	0,05	4	5	4
Компактность	0,1	5	5	4
Простота конструкции и ремонтпригодность	0,1	4	4	4
ИТОГО	1	35	36	34

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 = 4,35$$

$$I_{p2} = 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,05 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 = 4,4$$

$$I_{p3} = 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 \cdot 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 = 3,9$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.1}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр}} \quad (24)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблицу 21) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (25)$$

Таблица 21 – Эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,7	0,97	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективной разработки	4,35	4,4	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	6,21	4,53	3,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,7	0,62

Выводы по разделу Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

1. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера.

2. Были определены: общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 91 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 7.

3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 610428,7 руб.

4. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

– Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,7, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами.

– Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,35, по сравнению с 3,9 и 4,4.

– Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 6,21, по сравнению с 4,53 и 3,6, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в НИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т81	Вахонину Евгению Олеговичу

<b>Школа</b>	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Отделение автоматизации и робототехники
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p>Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p><i>Объект исследования:</i> системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти</p> <p><i>Область применения:</i> автоматизация: производство, занимающееся добычей, подготовкой и транспортировкой нефти</p> <p><i>Рабочая зона:</i> диспетчерская, за персональным компьютером</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 10*5 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> панель управления, персональные компьютеры.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> контроль параметров и исправности системы управления подогревателем сырой нефти УПН дистанционно, переключение оборудования.</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ .</li> <li>2.ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»</li> <li>3.ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности</li> </ol>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <p>2.1 Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонения показателей микроклимата;</li> <li>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>3. Повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>4. Электромагнитное излучение.</li> <li>5. Электрический ток (источником является ПК, пульт управления).</li> <li>6.Нервно-психологические нагрузки.</li> <li>7. Повышенная загазованность</li> </ol>

<b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b>	<p>Воздействие на атмосферу: выбросы загрязняющих веществ (углеводородов) в концентрациях, превышающие нормативы качества атмосферного воздуха.</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение водоемов промышленными стоками.</p> <p>Воздействие на литосферу: истощение ресурсов Земли</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	<p>Возможные ЧС: производственные аварии, пожары и возгорания, взрыв.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: возникновение пожара.</p>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
	<b>20.02.2023</b>

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ИШИБ	Сечин Андрей Александрович	к.т.н, доцент		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Вахонин Евгений Олегович		

## **4 Социальная ответственность**

Предметом исследования является устройство для подогрева нефти - путевой подогреватель. Разрабатываемая автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) является унифицированной и может применяться для различных типов путевых подогревателей. Основная цель данной работы - создание эффективной автоматизированной системы управления технологическим процессом путевого подогревателя, которая будет использоваться предприятиями нефтегазового комплекса. Конечными пользователями АСУТП для данного устройства будут операторы технологической установки.

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

#### **4.1.1 Правовые нормы трудового законодательства**

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Ведение сменной работы в организации должно быть предусмотрено коллективным договором или правилами внутреннего трудового распорядка (ст. 100 ТК РФ) [1].

Любой из упомянутых документов при этом должен содержать указания на принятую в организации продолжительность рабочей недели (без выходных, пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику), продолжительность ежедневной работы (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе, число смен в сутки (две, три, четыре), чередование рабочих и нерабочих дней [11].

#### **4.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны**

При организации рабочего места необходимо выполнять требования эргономики, то есть учитывать все факторы, влияющие на эффективность действий человека при обеспечении безопасных приемов его работы.

Рабочие места проектируются с учетом антропометрических данных человека усредненных размеров человеческого организма, так как если размещение органов управления не соответствуют возможностям оператора, то выполняемая работа будет тяжелой и утомительной. Комфортной рабочей средой рабочего места называется такое состояние внешней среды, которое обеспечивает оптимальную динамику работоспособности оператора, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья.

Параметры рабочего места приведены таблице 22 [12].

Таблица 22 – Параметры рабочего места

Параметр	Допустимые значения	Действительные значения
Высота сидения	от 400 до 500 мм	420 мм
Высота клавиатуры	от 600 до 750 мм	750 мм
Удалённость клавиатуры	до 80 мм	80 мм
Высота от стола до клавиатуры	20 мм	20 мм
Удалённость экрана	от 500 до 700 мм	550 мм
Высота рабочей поверхности	до 600 мм	740 мм

#### **4.2 Производственная безопасность**

Любая производственная деятельность сопряжена с воздействием на работающих вредных и опасных производственных факторов.

Под условиями труда подразумевается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и производительность. [13].

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

Перечень опасных и вредных факторов, действующих на оператора ТУ, регламентируемый ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация. Перечень опасных и вредных факторов, приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Перечень опасных и вредных факторов

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Эксплуатация	Нормативные документы
Повышенный уровень шума на рабочем месте;	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [14].
Электромагнитные и ионизирующее излучения.	+	ГОСТ 12.1.002-84 «ССБТ. «Электрические поля промышленной частоты». [15].
Поражение электрическим током.	+	ГОСТ Р 12.1.019-2017 «ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».[18]
Нервно-психические нагрузки	+	ГОСТ 21889-76 Система «человек-машина». Кресло человекаоператора. Общие эргономические требования» [19]. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».[16]
Недостаточное освещенность рабочей зоны	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [17].

#### **4.2.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте**

Шум представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Он может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне.

Сильный шум вызывает трудности в распознавании цветовых сигналов, снижает быстроту восприятия цвета, остроту зрения, зрительную адаптацию, нарушает восприятие визуальной информации, снижает способность быстро и точно выполнять координированные движения.

Согласно документу СН 2.2.4/2.1.8.562-96 при выполнении основной работы на ЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА [14].

Неблагоприятное действие шума на человека зависит не только от уровня звукового давления, но и от частотного диапазона шума, а также от равномерности воздействия в течение рабочего времени.

Методы и средства коллективной защиты в зависимости от способа реализации подразделяются на строительно-акустические, архитектурно-планировочные и организационно-технические и включают в себя: изменение направленности излучения шума, рациональную планировку производственных помещений, применение звукоизоляции.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. СИЗ включают в себя противозумные вкладыши (беруши), наушники, шлемы и каски, специальные костюмы.

#### **4.2.2 Электромагнитные и ионизирующие излучения**

Источниками электромагнитных полей являются любые электрические приборы. Большая часть электромагнитного излучения ЭВМ происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока.

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжений электрического и магнитного полей, потока энергии, диапазона частот, продолжительности облучения, характера излучения, режима облучения, размера облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма [15].

При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечнососудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови. Нормы электромагнитного излучения радиочастотного диапазона устанавливают предельно допустимые уровни воздействия на людей электромагнитных излучений в диапазоне частот от 30 кГц до 300 ГГц.

Способы защиты от ЭМП на путях распространения [16]:

- применение поглотителей мощности;
- увеличение расстояния от источника излучения;
- уменьшение времени пребывания под воздействием излучения;
- блокировочные излучения;
- экранирование излучений.

#### **4.2.3 Недостаточное освещение рабочего места**

Недостаточное освещение рабочего места и помещения является вредным фактором для здоровья человека, вызывающим ухудшение зрения.

Неправильная эксплуатация и ошибки, допущенные при проектировании и устройстве осветительных установок, могут привести к пожару, несчастным случаям. При таком освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых ошибок.

Ввиду недостаточности естественного освещения в рабочем помещении используется комбинированное освещение, при котором в светлое время суток используется одновременно естественный и искусственный свет. Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением.

Нормы освещенности приведены в СП 52.13330.2016 освещенность рабочего места оператора ТУ должна составлять от 300 до 500 Лк при общем освещении [17].

#### **4.2.4 Электробезопасность**

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05 А – безопасен до 1000 В.

С целью предупреждения поражений электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности. В соответствии с правилами электробезопасности в служебном помещении должен осуществляться постоянный контроль состояния электропроводки, предохранительных щитов, шнуров, с помощью которых включаются в электросеть электроприборы.

При работе с ЭВМ и принтером существует опасность поражения электрическим током:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ЭВМ).

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Все помещения делят на помещения с повышенной опасностью; особо опасные и помещения без повышенной опасности.

Помещение операторной относится к помещению без повышенной опасности, так как в нем отсутствуют следующие условия: повышенная влажность, высокая температура.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами, корпус устройства должен быть заземлен [18].

#### **4.2.5 Нервно-психические перегрузки**

Опасные психофизиологические и вредные производственные факторы, согласно ССБТ, делятся на физические перегрузки (статические, динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

На протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы.

Продолжительность непрерывной работы с ЭВМ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов [19].

В помещениях, оборудованных ЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы.

Мероприятия по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков:

- аттестация рабочих мест по условиям труда, оценка уровней профессиональных рисков;
- обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда средствами индивидуальной защиты;
- обучение, инструктаж, проверка знаний по охране труда работников.

#### **4.3 Экологическая безопасность**

При нормальной работе технологического оборудования возможны постоянные небольшие утечки загрязняющих веществ в атмосферу.

При работе технологического оборудования возможны периодические непродолжительные по времени (залповые) выбросы, превышающие по

мощности постоянные. Это технически неизбежные выбросы, обусловленные технологическим регламентом производства [20].

Основными загрязнителями атмосферы при работе с сырой нефтью являются углеводороды, оксиды азота, оксид углерода, химреагенты и т.д.

В гигиенических нормативах ГН 2.2.5.3532-18 [21] приведены ПДК для предельных алифатических углеводородов в воздухе рабочей зоны, которые составляют 300 мг/м<sup>3</sup> – среднесменная, 900 мг/м<sup>3</sup> – максимальная разовая (ПДК метана - 7000 мг/м<sup>3</sup>).

Мероприятия по охране окружающей природы:

- благоустройство, озеленение и санитарная очистка территории;
- проверка точек забора питьевой воды;
- защита участка от подтоплений, проливов опасных жидкостей и загрязнений отходами;
- увеличение площади зеленых насаждений;
- организация площадок раздельного сбора и хранения мусора.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

##### **4.4.1 Перечень возможных чрезвычайных ситуаций**

На основе анализа статистических данных об авариях на площадках нефтегазового комплекса прогнозируются следующие чрезвычайные ситуации: отключение электроэнергии, взрыв газозвдушной смеси или пожар в технологических установках и помещениях.

Наиболее опасной для производства и жизни людей чрезвычайной ситуацией является взрыв, а наиболее частой ситуацией является пожар.

Поскольку технологические установки и помещения нефтегазового комплекса относятся к категории взрывоопасных, то предусмотрена автоматическая защита при повышенной загазованности и при пожаре.

Выбранный современный комплекс технических средств обеспечивает надежность срабатывания защит, а также безопасность производства [22].

#### **4.4.2 Пожарная безопасность**

Пожар представляет особую опасность, так как он грозит уничтожением аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних помещениях. А также может представлять серьезную угрозу жизни и здоровью персонала [22].

Источниками зажигания на площадке могут быть электронные схемы от электрооборудования, электродвигатели, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов. Для данной площадки установлена категория пожарной опасности В – пожароопасные [23].

В случае обнаружения пожара или признаков горения немедленно сообщить об этом в пожарную охрану.

Оценивая свои возможности приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, в случае явной угрозы причинения вреда жизни и здоровью прекратить самостоятельное тушение пожара и покинуть опасную зону.

Соблюдая спокойствие определить в какой части здания возник пожар и проводить эвакуацию по наиболее безопасному маршруту. Принять меры по организации эвакуации сотрудников и эвакуации материальных ценностей. По завершении эвакуации проверить наличие сотрудников, удостовериться, что здание покинули все работники. Организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара.

По прибытии пожарного подразделения по возможности проинформировать руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количестве и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ и материалов.

## Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы было выполнено проектирование автоматизированной системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти.

Также был изучен технологический процесс подогрева сырой нефти с использованием путевого подогревателя нефти. Были выбраны современные аппаратные средства, отличающиеся высокой надежностью и точностью измерений. Разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации для определения состава оборудования и количества каналов передачи данных и сигналов.

Были созданы схемы внешних проводок для понимания системы передачи данных от полевых устройств на АРМ оператора, а также для успешного устранения возможных неисправностей.

Для управления техническим процессом и сбора данных были разработаны алгоритмы сбора данных и управления. Также была разработана мнемосхема АСУТП подогревателя, которая отображается на АРМ оператора.

Разработанная автоматизированная система управления подогревателем сырой нефти обладает высокой гибкостью благодаря использованию модульного ПЛК с высокой производительностью. Точные измерения параметров обеспечиваются современным техническим оборудованием, а система управления и мониторинга надежно функционирует благодаря разработанной SCADA-системе с удобным пользовательским интерфейсом.

При планировании был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей.

В процессе планирования был разработан подробный график выполнения этапов работ, который позволил руководителю и инженеру оценить и оптимально спланировать рабочее время исполнителей.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было уделено внимание вопросам обеспечения прав работников на рабочем месте,

соблюдения требований по безопасности и гигиене труда, а также промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. Были проработаны проектные решения, нацеленные на предотвращение возникновения несчастных случаев на производстве, снижение воздействия опасных и вредных факторов на работников, а также уменьшение негативного воздействия на окружающую среду.

## Список используемых источников

1 Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справ. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.

2 Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009. – 156 с.

3 Новоселова Л.П., Смородова О.В. Оптимизация эксплуатации системы ППН// Трубопроводный транспорт-2009: материалы V Международной учебнонаучно-практической конференции, Уфа, 2009. С.261-262.

4 Каталог продукции промышленной группы «Метран». Каталог продукции Метран [Электронный ресурс]. URL: <https://www.metran.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 25.05.2023 г.

5 Каталог продукции промышленной группы «Emmerson». Сигнализатор уровня [Электронный ресурс]. URL: <http://www2.emersonprocess.com/ru-ru/brands/rosemount/catalog.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 25.05.2023 г.

6 Каталог продукции. Датчик контроля пламени СЛ-90-1/24. [Электронный ресурс]. URL: <https://obsemash.pro-solution.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 28.04.2023 г.

7 Каталог продукции промышленной группы «ОВЕН». Каталог продукции «ОВЕН» [Электронный ресурс]. URL: <https://owen.ru/catalog>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 25.05.2023 г.

8 Каталог продукции фирмы САЗ «Авангард» Электропривод. [Электронный ресурс]. URL: <https://dn.ru/klapan/klapanzapornyi/2hod/stalnoi/elektgorprivod/saz/15s918p/du100>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 28.04.2023 г.

9 Кабель.РФ – Режим доступа URL: [https://cable.ru/cable/groupkvvg\\_hl\\_description.php](https://cable.ru/cable/groupkvvg_hl_description.php) – Дата обращения: 22.04.2023.

10 ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. М.: Стандартинформ, 2014.– 30с.

11 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.

12 ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».

13ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы».

14 ГОСТ 12.1.003-2014. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда ШУМ».

15 ГОСТ 12.1.002-84 «ССБТ. «Электрические поля промышленной частоты».

16 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

17 СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95».

18 ГОСТ Р 12.1.019-2017 «ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

19 ГОСТ 21889-76 Система «человек-машина». Кресло человекаоператора. Общие эргономические требования».

20 СН 3086-84 «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

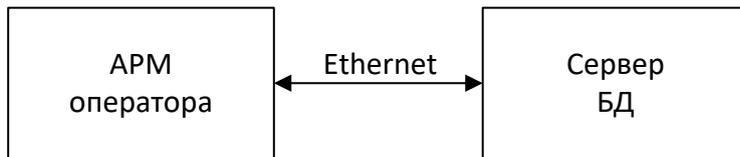
21 ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации вредных (ПДК) веществ в воздухе рабочей зоны»

22 ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

23 НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

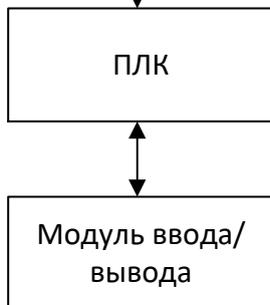
**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Структурная схема автоматизации**

Верхний уровень  
(информационно-  
вычислительный)



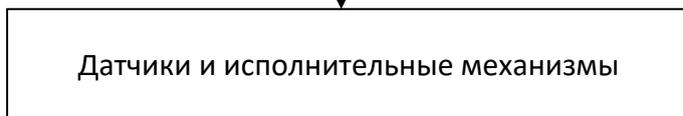
----- Ethernet -----

Средний уровень  
(контроллерный)



----- 4-20mA -----

Нижний уровень  
(полевой)




Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.


Автоматизация системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти

Структурная схема автоматизации

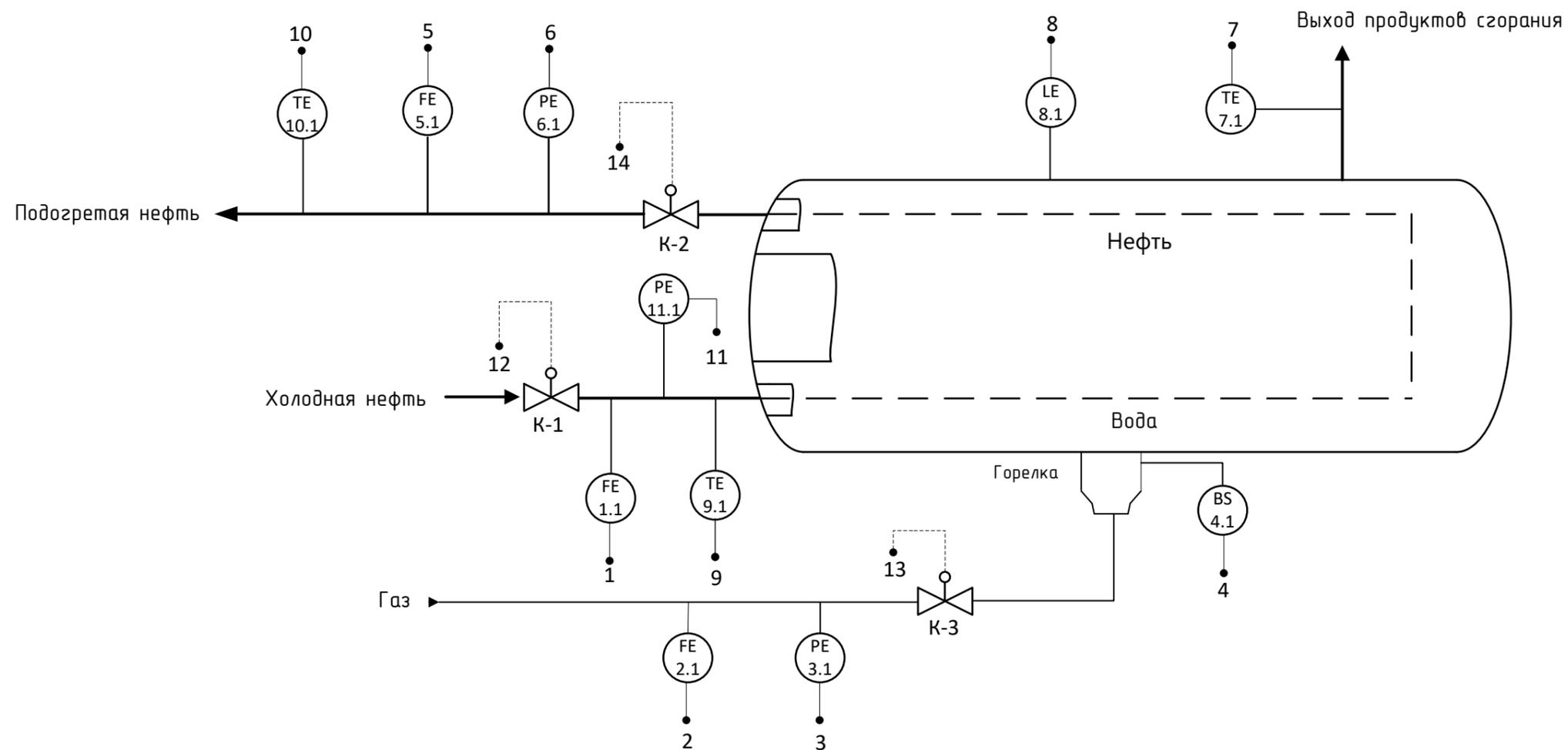
Стадия	Лист	Листов

ТПУ ИШИТР 3-8Т81

## **Приложение Б**

**(обязательное)**

**Функциональная схема автоматизации**



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Приборы по месту		FT 1.2	FT 2.2	PT 3.2	BR 4.2	FT 5.2	PT 6.2	TT 7.2	LT 8.2	TT 9.2	TT 10.2	PT 11.2	NS 11.1	NS 12.1	NS 13.1
	М³С	М³С	МПа		М³С	МПа	С°	м	С°	С°	МПа				
Шкаф управления	ПЛК	AI	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		DI													
		AO											○	○	○
		DO													
		Ethernet													
SCADA	Мониторинг												○		
	Управление												○		
	Сигнализация												○		
	Регистрация												○		

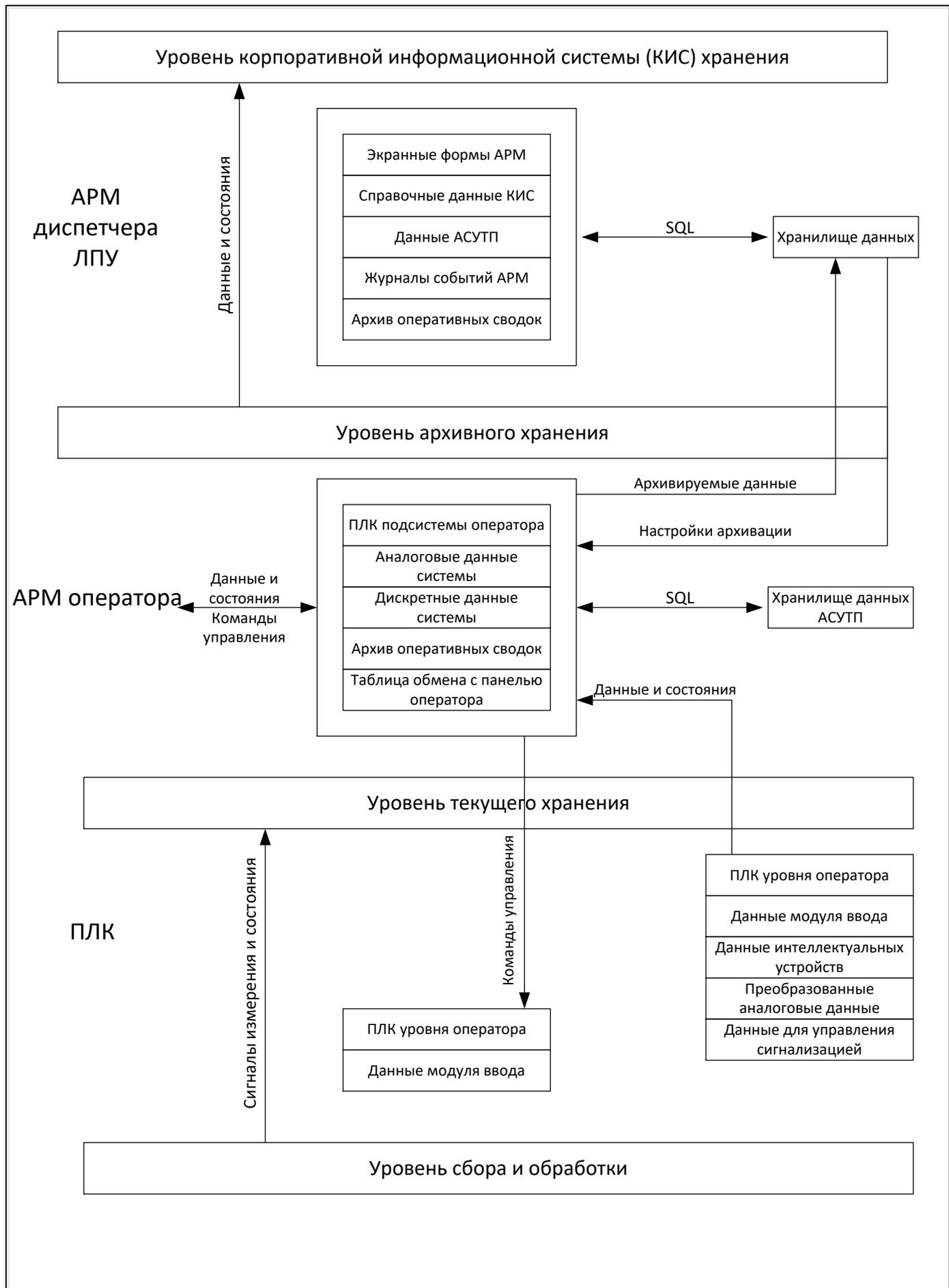
Изм.	Корр.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Вахонин Е.О.				Автоматизация системы управления подогревателем сырой нефти установки подготовки нефти		
Пров.		Воронин А.В.						
Функциональная схема автоматизации						Стадия	Лист	Листов
						ТПУ ИШИТР 3-8Т81		

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №

## **Приложение В**

**(обязательное)**

### **Схема информационных потоков**



**Приложение Г**  
**(обязательное)**

**Схема соединения внешних проводок**



**Приложение Д**

**(обязательное)**

**Алгоритм сбора данных измерений**

