



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»

ООП Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы

Система автоматизации установки комплексной подготовки газа

УДК 681.5:622.279.8

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Вачков Вячеслав Сергеевич		

у

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ, ИШНКБ	Воронин А.В.	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 М.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман А.В.	—		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОНОЦ, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ, ИШНКБ	Цавнин А.В.	к.т.н., доцент		

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<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 воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально–историческом, этическом и философском контекстах
<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 безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>УК(У)–9</b>	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно–технической идеи
<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 профессиональной деятельностью

## Профессиональные компетенции

<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
----------------	--

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
	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

<p><b>ПК(У)–4</b></p>	<p>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</p>
<p><b>ПК(У)–5</b></p>	<p>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</p>
<p><b>ПК(У)–6</b></p>	<p>Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа</p>
<p><b>ПК(У)–7</b></p>	<p>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</p>

<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>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<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)–12</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)–13</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)–14</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



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 В.А.

(Подпись) (Дата)  
(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-8Т81	Вачкову Вячеславу Сергеевичу

Тема работы:

<b>Система автоматизации установки комплексной подготовки газа</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№34-88/с от 03.02.2023 г.

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

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b> (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.).</p>	<p>Объект исследования – низкотемпературный сеператор установки комплексной подготовки газа. Режим работы – непрерывный. Вид сырья – пластовый газ. 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>  <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>	<p>Описание технологического процесса;  разработка структурной схемы АСУ;  разработка функциональной схемы автоматизации;  разработка схемы информационных потоков АСУ;  подбор оборудования АСУ;  разработка схемы соединения внешних проводок;  разработка алгоритмов управления АСУ;  разработка экранной формы АСУ;  моделирование работы системы регулирования.</p>
--	--

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Функциональная схема автоматизации; Схема соединения внешних проводок; Перечень входных/выходных сигналов технологического процесса; SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта.
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП Верховская Марина Витальевна
Социальная ответственность	Доцент ООД Сечин Андрей Александрович

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

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

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Вачков Вячеслав Сергеевич		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

Обучающийся:

Группа	ФИО
3–8Т81	Вачков Вячеслав Сергеевич

Тема работы:

Система установки комплексной подготовки газа
---

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2022 г.	Основная часть ВКР	60
30.05.2022 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2022 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин А.В.	к.т.н., ДОЦЕНТ		03.02.2023

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин А.В.	к.т.н.		03.02.2023

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 105 страниц машинного текста, 29 таблиц, 26 рисунков, 4 списка использованных источников из 30 наименований.

Объектом исследования является блок низкотемпературной сепарации газа.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления блока низкотемпературной сепарации газа с использованием ПЛК.

В выпускной квалификационной работе была разработана: функциональная схема автоматизации, структурная схема, схема информационных потоков, схема соединения внешних проводок.

Помимо этого в данной работе подобрано современное оборудование, которое имеет высокую точность измерения и способность работать с необходимыми технологическими параметрами.

Далее представлен перечень ключевых слов: низкотемпературная сепарация газа, автоматизированная система управления, датчики, функциональная схема, ПИД – регулятор, программируемый логический контроллер.

Для выполнения работы использовались программные продукты Microsoft Visio 2013, Matlab R2015a, Siemens TIA Portal V13.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 компании Microsoft.

## **Введение**

Автоматизация – направление научно–технического прогресса, применяющее саморегулирующие технические средства, систем управления и экономико–математических методов, которые освобождают человека от участия в процессах преобразования, получения, использования и передачи использования энергии, информации или материалов, уменьшающих степень этого участия или трудоёмкость операций.

Требуется дополнительное применение датчиков (сенсоров), управляющих и исполнительных устройств, устройств ввода, исполнительных устройств и устройств вывода, которые используют методы вычислений и электронную технику.

Автоматизация производства без непосредственного участия обслуживающего персонала позволяет осуществлять технологические процессы.

Изначально была осуществлена только частичная автоматизация отдельных операций. С течением времени сфера применения автоматизации обобщилась на основные и вспомогательные операции.

При использовании полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается только наблюдением за работой оборудования, наладкой и настройкой аппаратуры.

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

ШФЛУ – Широкая фракция лёгких углеводов;

**программируемый логический контроллер:** Специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов;

**автоматизированная система:** комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса;

**интерфейс:** совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой;

**технологический процесс:** последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ;

**архитектура автоматизированной системы:** набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых компонуется АС;

**SCADA:** инструментальная программа для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных.

## Содержание

Реферат .....	13
Введение.....	14
<b>Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки .....</b>	<b>15</b>
Содержание.....	16
<b>Обзор литературы .....</b>	<b>19</b>
<b>1 Требования к разрабатываемой системе.....</b>	<b>22</b>
1.1 Основные цели и задачи АСУ ТП.....	22
1.2 Характеристика объектов автоматизации.....	23
1.3 Требования к техническому обеспечению.....	23
1.4 Требования к программному и информационному обеспечению.....	26
1.5 Требования к метрологическому обеспечению.....	27
<b>2 Основная часть .....</b>	<b>28</b>
2.1 Описание технологического процесса .....	28
2.2 Выбор архитектуры автоматизированной системы.....	28
2.3 Разработка структурной АС .....	29
<b>3. Функциональная схема АС .....</b>	<b>31</b>
3.1 Выбор контроллерного оборудования .....	33
3.2 Выбор датчика температуры .....	36
3.3 Выбор уравнимера .....	39
3.4 Выбор сигнализаторов уровня .....	42
3.5 Выбор датчика давления.....	45
3.6 Выбор клапана .....	48
3.7 Выбор насоса.....	52
3.8 Выбор асинхронного двигателя .....	54
<b>4 Автоматическое регулирование технологическим режимом .....</b>	<b>58</b>
<b>5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....</b>	<b>69</b>
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	69
5.2. Технология QuaD .....	72
5.3 SWOT–анализ.....	73
5.4 Структура работ в рамках научного исследования.....	75
5.5 Определение трудоемкости выполнения работ.....	76
t.....	76
К .....	77
(19) .....	77
5.6 Разработка графика проведения научного исследования .....	80
5.7 Бюджет научно–технического исследования (НТИ) .....	82
5.8 Расчет материальных затрат НТИ.....	82
5.9 Основная заработная плата исполнителей темы .....	83
5.10 Дополнительная заработная плата.....	84
5.11 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	85
5.12 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта .....	86

5.13*	Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования.....	87
	ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА .....	89
<b>6</b>	<b>Социальная ответственность .....</b>	<b>92</b>
6.1	Введение .....	92
6.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	93
	<b>6.2.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....</b>	<b>93</b>
6.3	Производственная безопасность .....	94
6.3.1	Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	94
6.4	Анализ вредных производственных факторов .....	95
	<b>6.4.1 Повышенный уровень шума .....</b>	<b>95</b>
	<b>6.4.2 Повышенный уровень вибрации .....</b>	<b>95</b>
6.5	Анализ опасных производственных факторов .....	97
	<b>6.5.1 Электробезопасность .....</b>	<b>97</b>
	<b>6.5.2 Пожаробезопасность .....</b>	<b>97</b>
	<b>6.5.3 Экологическая безопасность .....</b>	<b>97</b>
	<b>6.5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....</b>	<b>98</b>
	<b>6.5.5 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований .....</b>	<b>98</b>
	<b>6.5.6 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....</b>	<b>100</b>
6.6	Вывод по разделу .....	100
	<b>Заключение .....</b>	<b>100</b>
	<b>Список используемой литературы .....</b>	<b>101</b>
	<b>Приложение А (обязательное) Функциональная схема автоматизации .....</b>	<b>104</b>
	<b>Приложение Б (обязательное) Структурная Схема Автоматизации .....</b>	<b>105</b>



## Обзор литературы

Установка низкотемпературной сепарации (НТС) обеспечивает разделение сырого газа на нестабильный конденсат и осушенный газ.

Принцип действия установки заключается в том, что газовый поток проходит последовательно три ступени сепарации, которые отличаются условиями разделения (температура, давление).

Установка комплексной подготовки газа (УКПГ) представляет собой систему технологического оборудования и различных вспомогательных устройств, которая обеспечивает сбор и обработку природного газа и конденсата в соответствии с требованиями российских отраслевых и государственных стандартов.

В качестве сырья для УКПГ служит природный газ, полученный из газоконденсатных и газовых месторождений. Основными принципами проектирования УКПГ являются: надежность, компактность, адаптация к погоднo–климатическим условиям и интеграция в существующую инфраструктуру.

Благодаря изученному материалу было принято решение произвести автоматизацию системы установки комплексной подготовки газа, с объектом исследования низкотемпературный сепаратор с подбором средств автоматизации различного типа, соблюдая все требования.

В ходе выполнения своей работы, мною использовались различные интернет–источники: Громаков Е. И [1] в данной статье анализируются продукты разработки ведущих отечественных и зарубежных производителей УКПГ.

В журнале Бекиров Т.М, Ланчаков Г.А. [2] подробно описаны технологические схемы установок подготовки газа к транспорту с применением процессов абсорбционной и адсорбционной осушки, низкотемпературной конденсации и абсорбции.

В источнике Джесси Рассел, Рональд Кон [3] Установка комплексной подготовки газа (УКПГ) представляет собой комплекс технологического

оборудования и вспомогательных систем, обеспечивающих сбор и обработку природного газа и газового конденсата.

Товарной продукцией УКПГ являются: сухой газ газовых месторождений, сухой отбензиненный газ газоконденсатных месторождений, газовый конденсат. В источнике А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. [4] Описана история применения нефти и газа, развитие и современное состояние нефтяной и газовой промышленности России, взгляды на происхождение нефти, приводятся сведения о крупнейших месторождениях и мировых запасах нефти и газа, даны начальные сведения о поиске и разведке нефтяных и газовых месторождений, бурении скважин, разработке залежей и переработке нефти и газа. ГОСТ 21.408–2013. [5] вводит правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов и ГОСТ 24.104 85. [6] показывает общие требования Автоматизированных систем управления. В источнике ANSI/ISA–5.1–2009. [7] приводятся функциональные схемы автоматизации. ГОСТ 21.208–2013 [8] показывает обозначения условных приборов и средств автоматизации в схемах. В источнике [9] широко раскрыты общие сведения об программируемом контроллере Siemens SIMATIC S7–1200. В источнике [10] приведены технические характеристики ПЛК ЭЛСИ ТМ.

В источниках [11–22] рассмотрел различные преобразователи температуры; датчики: уровня, давления; клапаны, электроприводы, электронасосы и их эксплуатацию.

В Комягин А. Ф. [23] изложены принципы построения и узловые схемы систем автоматизации, выполненные на различных элементах автоматики: релейно–контактных, бесконтактных полупроводниковых и пневматических. Дано описание систем автоматизации газо– и нефтеперекачивающих агрегатов и различных установок газонефтепроводов, некоторых специальных приборов, применяемых в указанных установках.

В источнике Попович Н. Г. [24] рассмотрены общие особенности автоматизации технологических процессов и установок, роль и место

автоматизированного электропривода в АСУ ТП, методы синтеза бесконтактных систем автоматики, основные вопросы, связанные с разработкой цифровых, микропроцессорных систем и систем с УВМ, приведены краткие сведения о роботах и манипуляторах, а также о надежности и технико-экономической эффективности систем автоматизации. В источник Ибрагимов Г.З. [25] представлены основные процессы добычи и подготовки нефти и газа. Подробно рассмотрены фильтрация пластовых жидкостей, режимы и системы разработки нефтяных месторождений, способы эксплуатации и исследования добывающих скважин, методы воздействия на призабойную зону пласта и на пласт в целом.

Освещены проблемы, связанные с осложнениями при добыче нефти. В источниках [26–30] А. С. Ключев, Б. В. Глазов, А. Х. Дубровский [и др.]; систематизированы сведения и нормативные материалы, необходимые для разработки проектов автоматизации технологических процессов; рассматриваются методы расчёта автоматических систем регулирования технологических процессов различных типов; описаны основные технологические процессы подготовки природного газа на газовых и газоконденсатных месторождениях России, определены главные направления совершенствования существующего и создания нового технологического оборудования подготовки газа, также приведены методы технологических и гидравлических расчетов современных процессов и аппаратов установок абсорбционной осушки газа и низкотемпературной сепарации, рассмотрены и описаны способы и методы контроля качества добываемой продукции и гликоля, представлены программы и методики приемочных испытаний различных видов промышленного оборудования; рассказано о НТС и путях ее развития; рассмотрены наиболее прогрессивные технологии сепарации газа на промыслах, обеспечивающие получение высокого качества нефти, газа и попутных вод при низких издержках производства.

# **1 Требования к разрабатываемой системе**

## **1.1 Основные цели и задачи АСУ ТП**

Система создается с целью:

1. обеспечение высоких технико–экономических показателей работы установки комплексной подготовки газа с помощью автоматизированного стабилизации наиболее оптимального режима работы технологического оборудования в определенных рамках заданных условий и технологических ограничений;
2. осуществление высокого уровня безопасности технологических процессов подготовки газа;
3. обеспечение передачи достоверной, точной и оперативной информации на верхний уровень;
4. уменьшение трудозатрат на персонал, с помощью функции автоматизации контроля и управления технологическими процессами и оборудованием;
5. с помощью автоматических систем управления и регулирования, предотвращения аварийных ситуаций, а также соблюдение технологического регламента работы установок.

Задачи автоматизированной системы управления следующие.

- 1) Контроль состояния основного и вспомогательного технологического оборудования подготовки газа.
- 2) Контроль и управление в автоматическом и ручном режиме технологическими объектами автоматизации, входящие в систему.
- 3) Обеспечение системы аварийной остановки для контроля технологического процесса и аварийных блокировок/отключений.
- 4) Сбор и обработка данных о состоянии контроля технологических процессов.
- 5) Управление и регулирование технологических процессов в соответствии с заданиями, которые устанавливают операторы АСУ.

б) Вывод информации о технологических процессах на мнемосхемах на дисплей оператора АСУ в реальном времени, отображение численных значений параметров.

## **1.2 Характеристика объектов автоматизации**

Установка комплексной подготовки газа (УКПГ) представляет собой систему технологического оборудования и различных вспомогательных устройств, которая обеспечивает сбор и обработку природного газа и конденсата в соответствии с требованиями российских отраслевых и государственных стандартов. В качестве сырья для УКПГ служит природный газ, полученный из газоконденсатных и газовых месторождений.

Установка низкотемпературной сепарации (НТС) обеспечивает разделение сырого газа на нестабильный конденсат и осушенный газ. Принцип действия установки заключается в том, что газовый поток проходит последовательно три ступени сепарации, которые отличаются условиями разделения (температура, давление).

Параметры разделения в каждой ступени должны обеспечивать выделение жидкой фазы определённого состава и максимальную конденсацию.

## **1.3 Требования к техническому обеспечению**

В дипломном проекте должны использоваться датчики и исполнительное оборудование, которое будет соответствовать условиям эксплуатации. При этом внешние части используемого оборудования, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайных прикосновений и иметь заземление.

К техническим средствам автоматизации в общем случае предъявляются следующие требования:

К техническим средствам автоматизации в общем случае предъявляются следующие требования:

1. Погрешность каналов измерения датчика не должна превышать 0.2%;
2. При выборе приборов первичного контроля необходимо;
3. Использовать датчики отечественных производителей;
4. Главное внимание уделяется показателям надежности, возможности замены приборов без отключения системы из технологического процесса, возможности управления процессом как по месту, так и дистанционно.

Выбор аппаратуры первичных средств автоматизации должен учитывать следующие факторы:

Наличие сертификата Госстандарта и Рос технадзора России; минимизация в выборе заводов–изготовителей и поставщиков оборудования КИПиА;

Использование приборов с унифицированными выходными сигналами;

Аналоговый выход – 4.20 мА;

Термопреобразователи и термопары с номинальными техническими характеристиками ТСП100 и ХА;

Вид взрывозащиты – взрывобезопасное исполнение;

Для сбора информации и управлением исполнительными механизмами используется промышленный контроллер;

Первичные средства, не имеющие собственного питания, запитываются от общей сети АСУ ТП с использованием их в составе

искрозащищенных барьеров;

Датчики и первичные преобразователи выбираются в климатическом исполнении от минус 45 до плюс 35°C.

## **1.4 Требования к программному и информационному обеспечению**

Программное обеспечение АСУ ТП должно быть достаточным для выполнения всех функций системы, которые имеют средства организации всех требуемых процессов обработки данных и реализуются с применением средств вычислительной техники и, которые позволяют своевременно выполнять все автоматизированные функции во всех режимах работы автоматической системы управления технологического процесса.

Программное обеспечение автоматизированной системы должно включать в себя:

1. системное программное обеспечение – операционные системы;
2. инструментальное программное обеспечение;
3. общее прикладное программное обеспечение;
4. специальное прикладное программное обеспечение.

Программное и информационное обеспечение должно обеспечивать следующие функции:

1. обработка и хранение текущих значений технологических переменных, которые поступают в систему в результате опроса датчиков и первичной переработки информации;
2. создание распределённой базы данных и возможность доступа;
3. отображение мнемосхем, которые являются графическим изображением средств КИПиА и основного технологического оборудования, и отображают их структуру, состояние, алгоритм управления и защиты;
4. обмена информацией в рамках распределённой системы посредством базы данных, которая обеспечивает доступ к данным с локальных элементов сети;
5. возможность изменения параметров технологического процесса; создание унифицированной электронной документации, отчетов (рапортов, протоколов).



## 1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Требования к метрологическому обеспечению работоспособности низкотемпературного сепаратора газа представляют собой комплекс обязательных и рекомендуемых к исполнению действий, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений, повышение эффективности и качества работоспособности системы.

Требуемые нормы погрешности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к погрешности измерительных каналов

№	Наименование параметра	измеряемого	Норма погрешности (не более)
1	Температура	о	$\pm 0,2\%$
2	Давление		$\pm 0.10\%$
3	Уровень		$\pm 0,15\%$

## **2 Основная часть**

### **2.1 Описание технологического процесса**

Функциональная схема низкотемпературной сепарации газа приведена в альбоме схем (Приложение А). Также представлена и упрощенная схема данного технологического процесса.

Установка комплексной подготовки газа предназначена для сбора и полной обработки газа до кондиции, соответствующей ОСТ 51.40–74 "Газы горючие природные, подаваемые в магистральный газопровод".

В результате получения товарного газа (осушки газа) на УКПГ получают нестабильный конденсат, который подается для стабилизации на установку деэтанзации и стабилизации конденсата (УДСК), которая предназначена для переработки газового конденсата и получение из нее углеводородных газов, состоящая из сжиженной широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) и стабильного конденсата. Подготовка газового конденсата – согласно ОСТ 51.6580 "Конденсат газовый стабильный. Технические условия".

Установка комплексной подготовки газа состоит из модулей – последовательных технологических автоматизированных линий обработки газа с законченным технологическим процессом.

### **2.2 Выбор архитектуры автоматизированной системы**

В главные разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС входит ее профиль. Под профилем понимаются стандарты, которые ориентированы на выполнение определённой задачи.

Основными целями применения профилей являются:

- снижение трудоемкости АС;
- повышение качества оборудования АС;
- возможность масштабирования разрабатываемой АС;
- функциональная интеграция АС.

Профили АС включают в себя следующие группы:

- профиль прикладного ПО;

профиль среды АС;  
профиль защиты;  
профиль инструментальных средств АС.

Для разработки автоматизированной системы управления будем использовать следующее: прикладное программное обеспечение: TIA Portal (SCADA система).

### **2.3 Разработка структурной АС**

Объектом управления в данной системе является блок низкотемпературной сепарации газа. В трехступенчатом сепараторе осуществляется замер уровня жидкости, давления, температуры, а в трубопроводах давление и температура на замерных нитках до теплообменников и после.

Исполнительным устройством являются клапаны с электроприводом и насос с приводом от асинхронного двигателя.

Спецификация каждой системы управления определяется используемой на каждом уровне с помощью программно–аппаратной платформой.

Структурная схема АС приведена в альбоме схем (Приложении Б).

Нижний уровень (полевой) состоит из первичных датчиков:

датчика температуры;  
датчика уровня;  
датчика давления с индикацией и регистрацией;  
датчика расхода;

Средний уровень (контроллерный) состоит из:

основной контроллер;  
резервный контроллер.

Верхний (информационно–вычислительный) уровень состоит:

коммутатора;  
компьютеров;  
серверов баз данных.

Они объединены в локальную сеть Ethernet. На компьютере диспетчера и оператора установлена ОС Windows 7 и программное обеспечение ТИА Portal.

С нижнего уровня полевые датчики передают информацию на контроллерный уровень программируемому логическому контроллеру (ПЛК), который в свою очередь, выполняет следующие задачи:

- собирает, обрабатывает и хранит всю информацию о состоянии технологического процесса и о состоянии параметров используемого оборудования;

- осуществляет автоматизированное управление технологическим процессом;

  - выполняет команды, которые поступают с пункта управления;

  - обменивается информацией с пунктом управления;

  - обрабатывает данные, при этом масштабируя их;

  - поддерживает единое время всей системы;

  - синхронизирует работу подсистем;

  - организует создание архивов по заданным параметрам;

Операторская состоит из нескольких станций управления, которыми являются компьютеры оператора АСУ. Также в операторской расположен сервер БД. На экранах оператора АСУ отображаются технологические процессы и оперативное управление.

Контроллеры среднего уровня и коммутатор верхнего уровня взаимодействуют посредством локальной сети Ethernet. Также используя локальные сети Ethernet взаимодействуют между собой концентратор верхнего уровня и компьютеры оператора АСУ.

### **3. Функциональная схема АС**

На функциональной схеме автоматизации представляют основные технические решения, которые применяются в процессе проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Объектом управления является основное и вспомогательное оборудование вместе с встроенными в него регулирующими и запорными органами.

Функциональная схема – это технический документ, определяющий функционально блочную структуру контуров управлениями технологическим процессом.

Также на функциональной схеме автоматизации отображаются приборы и средства автоматизации, с помощью которых оснащен объект управления.

Все элементы системы управления показаны как условные изображения, их объединяют в единую систему линиями функциональной связи.

Функциональная схема может включать в себя упрощенное изображение технологической системы автоматизируемого процесса. Оборудование на схемах показаны в виде условных изображений.

В процессе разработки функциональной схемы автоматизации решают данные задачи:

Получение первичной информации о состоянии оборудования и

технологического процесса;

Регистрация и контроль технологических параметров процессов и контроль состояния технологического оборудования;

Непосредственное воздействие на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса.

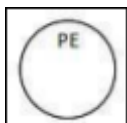
Функциональная схема автоматизации в данной работе разрабатывается по ГОСТ 21.208–2013 и ANSI/ISA–5.1–2009.

В альбоме схем Приложении А приведена функциональная схема автоматизации системы блока низкотемпературной сепарации газа, разработанная по ГОСТ 21.208–2013.

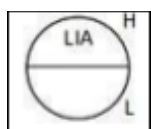
На функциональной схеме приведены следующие обозначения:



– первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту;



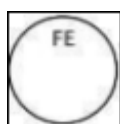
– первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения давления, установленный по месту;



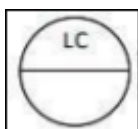
– прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный на щите;



– прибор для управления приводом задвижек, установленный по месту;

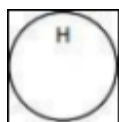


– первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту;



– оборудование для управления уровнем жидкости,

установленное удалённо;



— аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, установленная по месту.

### 3.1 Выбор контроллерного оборудования

В процессе выбора контроллерного оборудования были рассмотрены 2 вида ПЛК: Siemens SIMATIC S7–1200 и ЭЛСИ – ТМ.

В таблице 3 представлены технические характеристики двух ПЛК: Siemens SIMATIC S7–1200 и ЭЛСИ – ТМ.

Таблица 3 – Технические характеристики Siemens SIMATIC S7–1200, ЭЛСИ – ТМ.

Технические характеристики	Siemens SIMATIC S7–1200	ЭЛСИ – ТМ
Процессор	313С	Intel Industrial Celeron 2,3 GHZ
Память (RAM)	64 Кбайт	64 Кбайт
Количество каналов ввода – вывода	4096	1920
Время цикла	От 0,15 мс	0,2 мкс
Тип интерфейса	RS485, Profibus, Ethernet, MPI, Modbus	Ethernet, RS485, Profibus
Напряжение питания	24 В	24 В

Продолжение таблицы 3

Технические характеристики	Siemens SIMATIC S7-1200	ЭЛСИ – ТМ
Потребляемая мощность	6 Вт	110 Вт
Диапазон рабочей температуры	от минус 40. До плюс 70 °С	от минус 40. До плюс 60 °С
Степень защиты	IP65	IP20



Рисунок 1 – ЭЛСИ – ТМ



Рисунок 2 – Siemens SIMATIC S7-1200



В результате технико–экономического анализа был выбран ПЛК Siemens SIMATIC S7–1200.

Программируемый логический контроллер Siemens SIMATIC S7–1200 – необходим для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Возможность контроллера заключается в том, что у него есть возможность использования структур локального и распределенного вводавывода, обширные коммуникационные возможности, функции, поддерживаемые на уровне операционной системы, удобная эксплуатация и обслуживание дают возможность получения решений для построения систем автоматического управления технологическими процессами в разных областях промышленного производства.

Возможности контроллера:

быстродействие и поддержка математических операций для эффективной обработки данных;

удобная настройка параметров с инструментами для всех модулей контроллера;

постоянный мониторинг системы для обнаружения ошибок и отказов с использованием диагностических функций;

журнал диагностических сообщений с метками даты и времени; На рисунке 3 представлена конфигурация ПЛК.

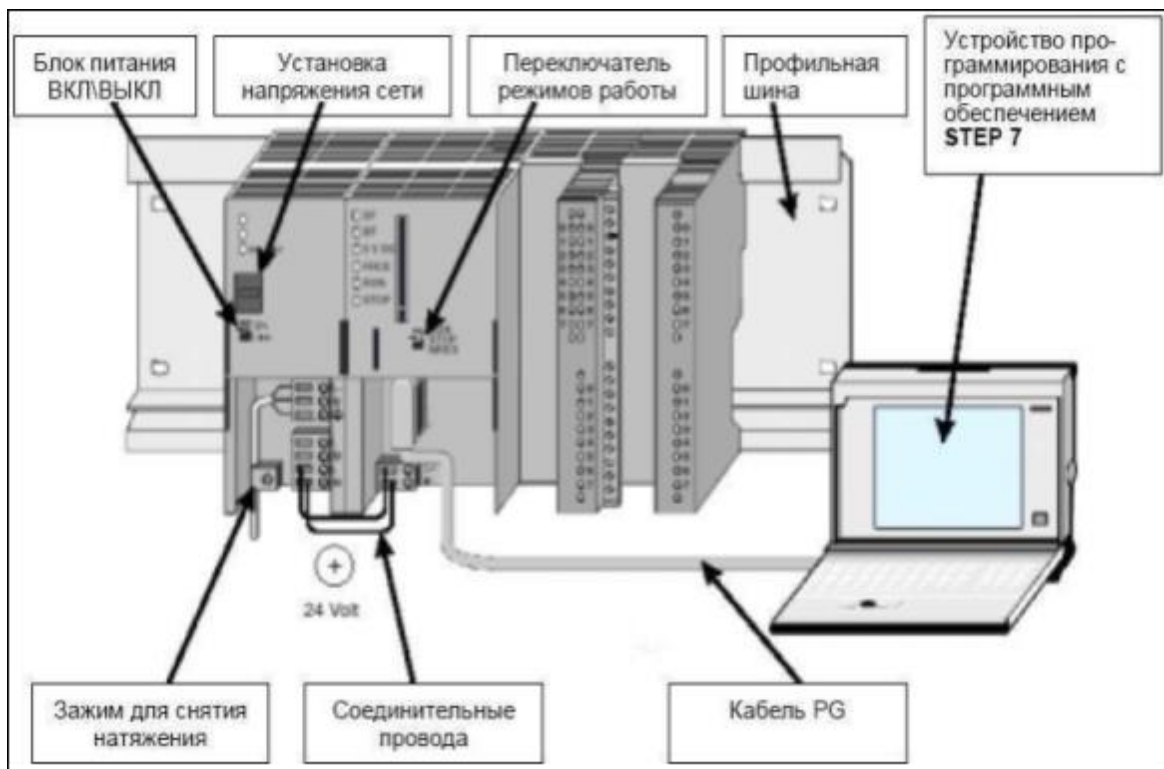


Рисунок 3 – Конфигурация ПЛК

Возможная схема подключения контроллера Siemens SIMATIC S7–1200 представлена на рисунке 4.

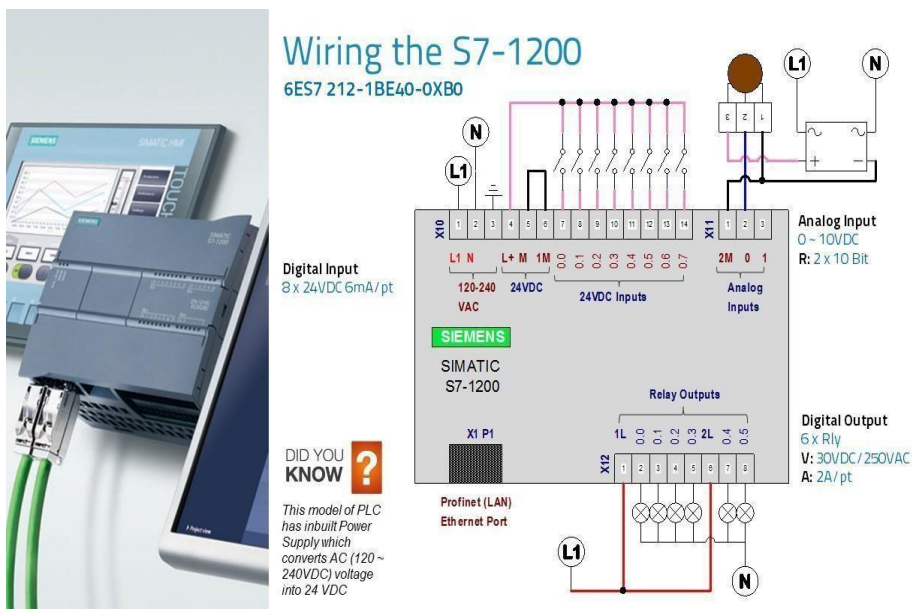


Рисунок 4 – Возможная схема подключения контроллера Siemens SIMATIC S7–1200

### 3.2 Выбор датчика температуры

В процессе выбора оборудования для измерения температуры низкотемпературной сепарации газа, были выделены два датчика температуры: МСТУ Метран–274, Метран–288.



Рисунок 5 – Датчик температуры Метран–288



Рисунок 6 – Датчик температуры TCMU Метран–274

Приведем технические характеристики выбранных датчиков (таблица

4).

Таблица 4 – Сравнение характеристик датчиков температуры.

Технические характеристики	Метран–288	ТСМУ Метран – 274
Измерение среды	Нейтральная агрессивная	Нейтральная и агрессивная
Диапазон измерения	от минус 50. до плюс 500°С	от минус 40 до плюс 500°С
Погрешность измерений	±0,2%	±0,25%
Выходной сигнал	(4–20) мА	(4–20) мА
Диапазон температур окружающей среды	от минус 50 до плюс 1200°С	от минус 40 до плюс 1000°С
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP65	IP65

Данные датчики очень близки по техническим параметрам, однако датчик ТСМУ Метран – 274 уступает конкуренту в таких показателях, как погрешность измерений и диапазон температур окружающей среды.

Габаритные и присоединительные размеры, а также схема подключения приведена на рисунках 7 и 8.

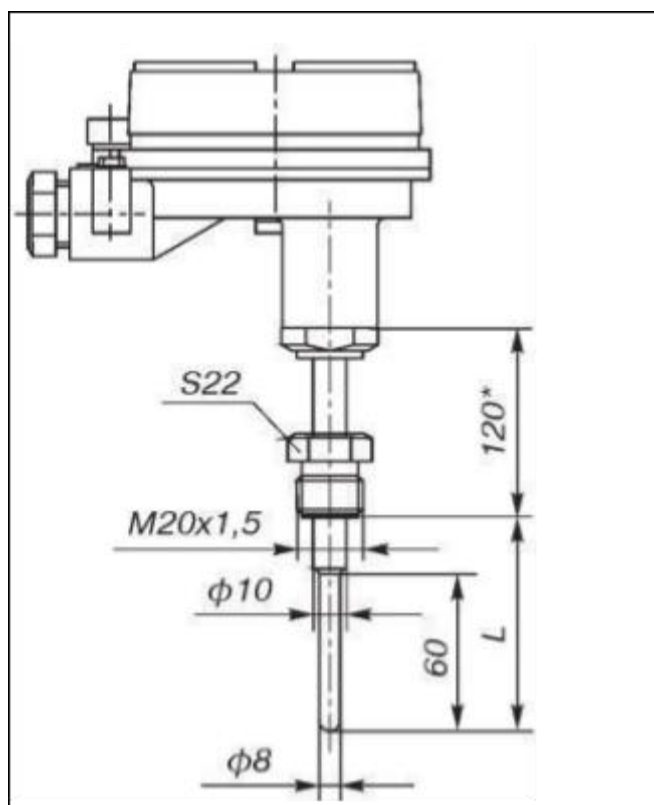


Рисунок 7 – Габаритные и присоединительные размеры Метран–288

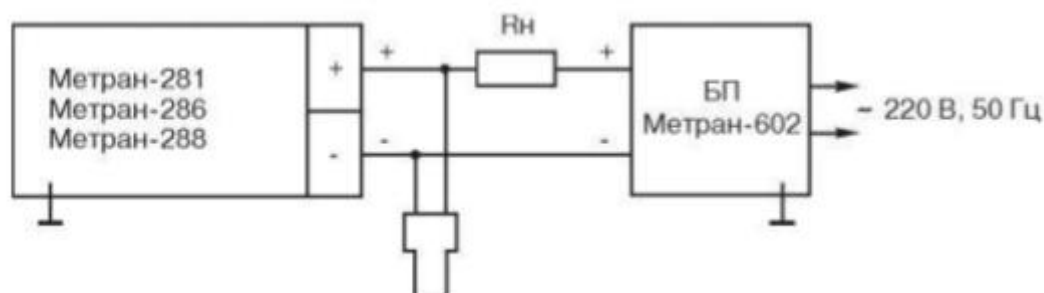


Рисунок 8 – Схема подключения датчика температуры Метран–288

Для подключения коммутационных проводов к датчику температуры с выходным сигналом (4–20) мА необходимо:

- открутить крышку датчика;
- снять нормирующий преобразователь.

К клеммам 3 и 4 подключить коммутационные провода. Провод подключенный к клемме 4 подключить ко входу «-» (минус) измерительного прибора, а к клемме 3 подключить к минусу источника питания, плюс источника питания подключить ко входу «+» измерительного прибора.

### 3.3 Выбор уравнемера

Важнейшим параметром, который должен находиться под

непрерывным контролем, является уровень конденсата в трехступенчатом сепараторе.

Существует много технологий измерения уровня жидкости в резервуарах. Для сравнения возьмем датчик Rosemount 3300, в котором применен волновод, и простой поплавковый датчик ОВЕН ПДУ И.



Рисунок 9 – Rosemount 3300



Рисунок 10 – ОВЕН ПДУ И

Основные черты ОВЕН ПДУ И – проверенные временем простота и надежность конструкции. В её основе лежит магнитный поплавок, который может перемещаться по измерительному стержню, внутри которого находятся герконы с шагом 10мм. С изменением измеряемого уровня, замыкаются разные герконы и, в зависимости от сопротивления цепи, формируется выходной сигнал.

Технология, примененная в Rosemount 3300, сложнее чем технология,

применяемая в ОВЕН ПДУ И. Она основана на различии диэлектрических постоянных двух граничащих сред. Импульсы, испускаемые по волноводу, отражаются от поверхности раздела сред, и в зависимости от времени и интенсивности отраженного импульса определяется уровень жидкости.

Сравнение характеристик датчиков уровня приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики датчиков уровня

	Rosenmount 3300	Овен ПДУ И
1	2	3
Техническая характеристика	Значение	
Диапазон измерений	от 230 до 5 000 мм	От 0 до 3000мм
Погрешность измерения уровня	$\pm 0,15\%$	$\pm(10+0,01L)$ мм
Зависимость погрешности от температуры	нет	да
Выходной сигнал	(4–20) мА/HART	(4–2)0мА
Диапазон рабочих температур измеряемой среды	От минус 60 до плюс 125 °С	От минус 60 до плюс 125 °С С
Диапазон температур окружающей среды	От минус 40 до плюс 85 °С	От минус 40 до плюс 85 °С

Минус технологии ОВЕН ПДУ И в том, что уровень жидкости измеряется дискретно и на точность измерения может повлиять температура измеряемой среды. Опираясь на данный факт, выбор был сделан в пользу Rosenmount 3300.

«Уровнемер 3300 разработан для надежного и эффективного измерения уровня в широком диапазоне применений. Волноводная технология с улучшенными характеристиками обработки сигнала и более высокой чувствительностью позволяет датчикам серии 3300 одновременно измерять уровень и уровень границы раздела сред. Двухпроводное подключение обеспечивает простоту и экономичность установки».

### 3.4 Выбор сигнализаторов уровня

Для контроля предельных значений уровня низкотемпературной сепарации газа, устанавливаются сигнализаторы предельного верхнего и нижнего уровня. Данные сигналы используются для автоматического включения и отключения дозирующих насосов.

В результате выбора для сигнализации уровня жидкости будет использоваться поплавковый магнитный датчик ОВЕН САУ–М6. Данный датчик хорошо функционирует в химических агрессивных средах, а также в технологических ёмкостях под избыточным давлением до 30 бар и с высокой температурой до +200°C.

Таблица 6 – Технические характеристики ОВЕН САУ–М6

Параметр	Значение
Материал датчика	Нержавеющая сталь
Максимальная мощность	6 Ватт
Напряжение	220 В, 50 Гц
Температура контролируемой среды	От минус 20 до плюс 120 °С
Установка	Вертикальная



На рисунке 11 представлен сигнализатор уровня ОВЕН САУ–М6

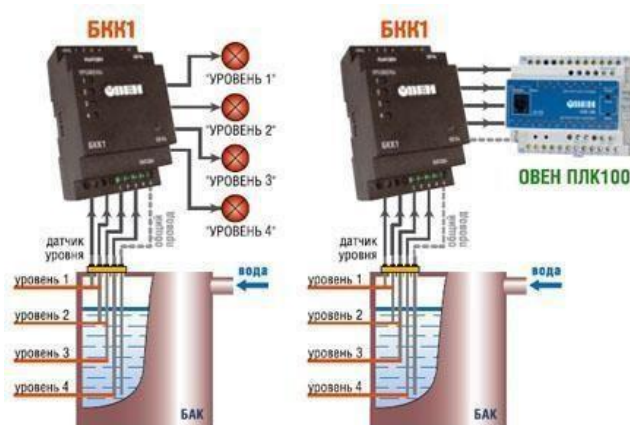


Рисунок 11 – Сигнализатор уровня ОВЕН САУ–М6 Контроль уровня низкотемпературной сепарации осуществляется при

помощи зондов, установленные показателем на определенных и заданных условиях технологического процесса. А для контроля уровня жидкости в системе есть светодиодные индикаторы на панели, которые помогают нам получить сигнал от датчика, от которого происходит засветка при получении сигнала от датчика.

Прибор имеет три встроенных реле для управления оборудованием, которое каждое связано с датчиком уровня и срабатывает при каждом случае, когда заполняется или осушается.

Принцип работы датчика заключается в том, что сигналы с датчиков уровней поступают на входы, в которых преобразуются в электрические параметры, которые помогают в дальнейшем задать оптимальные параметры для обработки.

Далее в ступенчатый коммутатор входит в состав канала. Он является регулятором канала контроля уровня к электропроводящим свойствам жидкостей. С помощью этого позволяет работать с различными жидкими средами, независимо от состава.

Для фиксирования достижения рабочей жидкостью кондуктометрических зондов, а именно заданных уровней, необходимы пороговые устройства. Такие устройства формируют сигналы,

предназначенные для управления выходными реле.

Чтобы управлять внешним оборудованием, используют выходные реле, которые обеспечивают выполнение технологического процесса, а также контроль уровня.

Функциональная схема и схема подключения прибора изображены на рисунках 12 и 13.

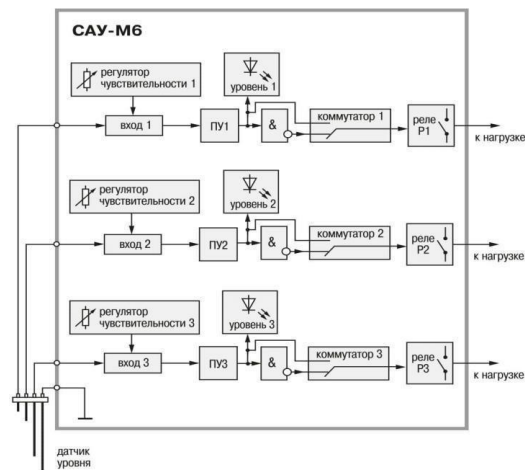


Рисунок 12 – Функциональная схема прибора ОВЕН САУ–М

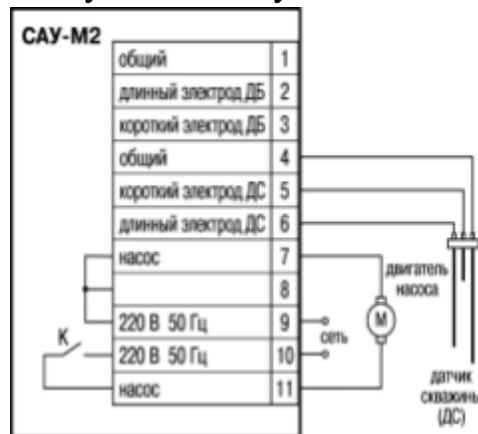


Рисунок 13 – Схема подключения прибора ОВЕН САУ–М

### 3.5 Выбор датчика давления

Одним из параметров, который необходимо контролировать на разных этапах технологического процесса, является давление газожидкостной смеси. Существует огромное количество датчиков давления, работающих на основе разных явлений, но среди них было выделено к рассмотрению два следующих: СДВ – SMART и Rosenmount 3051



Рисунок 14 – СДВ – SMART



Рисунок 15 – Rosenmount 3051

Приведем технические характеристики выбранных датчиков:

Таблица 7 – Сравнение характеристик датчиков давления

Измеряемые величины	Характеристики СДВ – SMART	Характеристик и Rosemount 3051
Измеряемые величины	Давление: абсолютное, гидростатическое, дифференциальное; разность давлений	Избыточное давление, абсолютное давление, разность давление
Рабочая среда	Жидкость, газ, пар, парогазовые и газожидкостные смеси	Жидкость, газ, пар, газожидкостные смеси
Основная приведенная погрешность	до $\pm 0,10\%$	$\pm 0,065\%$
Давление рабочей среды, МПа	от 0 до 68	от 0 до 68
Выходной сигнал	(4–20) мА, HART протокол; RS – 485	(4–20)мА, HART протокол, протокол Fieldbus, протокол Profibus;
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 61 до плюс 80	от минус 50 до плюс 80
Цена, руб.	от 30 000 руб.	от 48 000 руб.

Данные датчики очень близки по техническим характеристикам, но

отличаются по цене.

В результате выбора для измерения давления будет использоваться датчик избыточного давления СДВ – SMART, так как опережает своего конкурента по экономическим показателям.

Датчики серии СДВ – SMART состоят из первичного преобразователя давления и электронного блока обработки сигналов.

Каждый преобразователь имеет унифицированный электронный блок и отличие их осуществляется только в конструкции измерительного блока.

Датчики СДВ – SMART изготавливаются с самыми высокими и последними требованиями технологии к контрольно измерительным приборам. Данные датчики способны не только сохранять работоспособность при повышении кратковременных токов, напряжений, который установлены сверх установленной нормы, но и предусмотрена защита от переходных процессов. Также существует отдельная внешняя кнопка, которая способствует установки «нуля» и выбора диапазона измерений. Внутри такого датчика существует непрерывная самодиагностика, что способствует надежности и защищенности данного технологического процесса, а также долговременное использования.

### 3.6 Выбор клапана

В качестве исполнительных механизмов был выбран клапан с электроприводом и ручным управлением VFM2.



Рисунок 16 – Клапан VFM2

От исполнительного устройства должно осуществляться регулирующее воздействие для достижения поставленной задачи, которое должна изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи, а также для стабилизации регулируемой величины технологического процесса.

Технические характеристики клапана представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики клапана VFM2.

Техническая характеристика	Значение
Условный проход Ду, мм	100
Пропускная способность $K_v$ , м <sup>3</sup> /ч	630
Ход штока, мм	50
Динамический диапазон Регулирования	Более 100: 1
Характеристика регулирования	Логарифмическая
Коэффициент начала кавитации $Z$	0,3
Протечка через закрытый клапан, % от $K_v$ s	

Условное давление $P_u$ , МПа	10
Макс. перепад давления для закрытия клапана $\Delta P_{\text{макс.}}$ , Мпа	5

Продолжение таблицы 8

Температура регулируемой среды T, °C	От минус 40 до плюс 150
Присоединение	Фланцевое
Корпус клапана и крышка	Серый чугун
Седло, золотник и шток	Нержавеющая сталь
Уплотнение сальника	EPDM

При монтаже клапана необходимо убедиться, что направление регулируемой среды совпадает с направлением стрелки на его корпусе. Так же необходимо предусмотреть достаточное пространство вокруг клапана с электроприводом для их демонтажа и обслуживания. Устройство клапана приведено на рисунке 17.

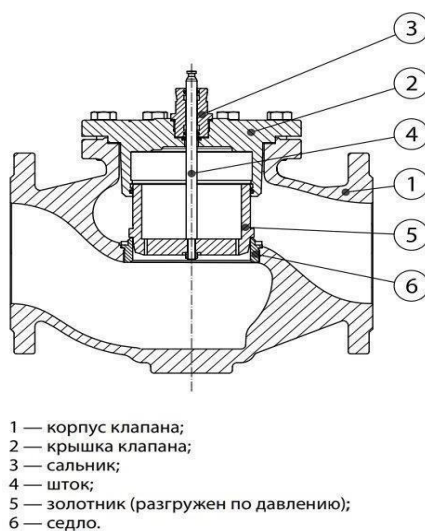


Рисунок 17 – Устройство клапана VFM2

Для управления клапана был выбран редукторный электропривод AMV 655 (рисунок 18).





Рисунок 18 – Редукторный электропривод AMV 655

Отличительные особенности:

Ручное управление либо механическое и/или электрическое;

Индикация положения;

Сигнальные светодиоды (LED);

Выбираемая скорость перемещения штока;

Импульсный выходной сигнал;

Термическая защита и защита от перегрузок; функция реверсивного движения штока;

Редукторные электроприводы серии AMV655 предназначены для управления регулирующими клапанами под воздействием аналогового или импульсного 3-х позиционного управляющего сигнала электронных регуляторов. Мощность данного электропривода составляет 16,1 Ватт.

Технические характеристики привода представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики электропривода AMV 655.

Технические характеристики	Значение
Сигнал управления	(4–20) мА
Класс защиты	IP54
Тип двигателя	Асинхронный
Температурный диапазон	от минус 40 до плюс 70°С
Сила тяги	90 Н

### 3.7 Выбор насоса

В процессе работы трехступенчатого сепаратора, в нём скапливается конденсат и капельная жидкость. При достижении определенного уровня данных жидкостей, их требуется откачивать в дренажную емкость. Для этого требуются насосы, которые пригодны для перекачивания, возможно, горючих веществ. Главным фактором при выборе насоса является его взрывобезопасное исполнение.

Насосов для перекачки горючих веществ очень много и они все имеют разную производительность. Анализируя все варианты, представлены два наиболее подходящих варианта: ХМ (АХМ) 80/20 К5 (11Вх3000) и КМ 100–80–170Е–м ХЛ2.

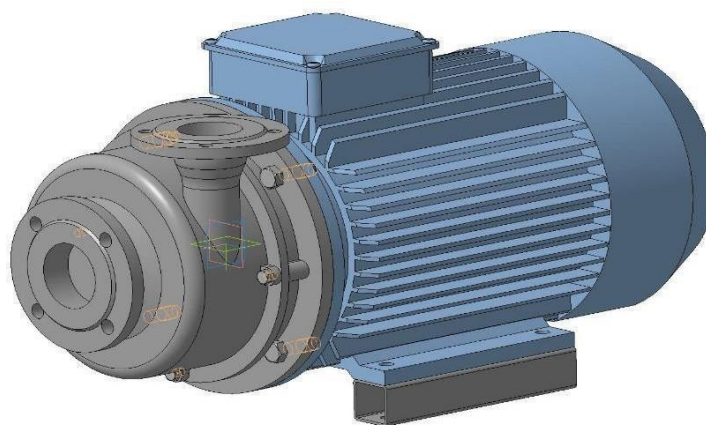


Рисунок 19 – ХМ (АХМ) 80/20 К5 (11Вх3000)



Рисунок 20 – КМ 100–80–170Е–м ХЛ2

Проведем сравнение выбранных насосов.

Таблица 10 – Технические характеристики насосов

	ХМ (АХМ) 80/20 К5 (11Вх3000)	КМ 100–80– 170Е–м ХЛ2
1	2	3
Техническая характеристика	Значение	
Подача, м3/час	100	100
Напор, м	32	25
Частота вращения, об/мин	2900	2900
Требуемая мощность электродвигателя, кВт	11	11
Вязкость перекачиваемой жидкости, сСт	До 500	До 100
Температура перекачиваемой жидкости, °С	До 135	До 120

Температура окружающей среды, °С	От минус 50 до плюс 70	От минус 40 до плюс 50
Взрывобезопасное исполнение	Да	Да

Анализируя показатели насосов, можно сказать, что явным лидером среди выбранных насосов является насос ХМ (АХМ) 80/20 К5 (11Вх3000). Он имеет повышенный запас по вязкости перекачиваемой среды, а также способен выдерживать более низкие температуры окружающей среды.

### 3.8 Выбор асинхронного двигателя

Далее для реализации проекта потребуется электродвигатель, который будет приводить во вращение насос. Одним из главных требований к электродвигателю является его взрывобезопасное исполнение, т.к. перекачиваемая насосом среда может быть горючей.

Выбранный ранее насос, установил ограничения на мощность двигателя и скорость его вращения.

Среди многообразия электродвигателей, были выбраны два следующих трехфазных асинхронных двигателя: АИР А132М2 и Siemens 1LA7163-2AA.



Рисунок 21 – АИР А132М2



Рисунок 22 – Siemens 1LA7163–2AA

Сравним технические характеристики электродвигателей АИР А132М2 и Siemens 1LA7163–2AA . Характеристики обоих двигателей представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристики электродвигателей

	АИР А132М2	Siemens 1LA7163–2AA
Характеристика:	Значение	
Мощность, кВт	11	11
Масса, кг	54	68,5
Частота вращения, об/мин	2890	2940
КПД, %	88	89,5
Коэфф. мощности	0,88	0.88
Ток при 380В, А	22	20
Отношение пускового тока к номинальному	7,5	6,5
Отношение пускового момента к номинальному	2,8	2,1
Отношение максимального момента к номинальному	3,5	2,9
Цена, руб	От 17000	От 54000

Данные электродвигатели очень близки по техническим характеристикам, однако очень отличаются в цене, поэтому выбор был сделан в пользу отечественного двигателя АИР А132М2. Благодаря возможности быстрой замены электродвигателя и герметичности насоса появляется возможность ремонта оборудования без простоя технологического процесса. Гарантийный срок службы этого двигателя достаточно большой, поэтому, если по какой-то причине двигатель вышел из строя, фирма изготовитель привозит на объект новый двигатель, а не работающий забирает на экспертизу и ремонт.

#### 4 Автоматическое регулирование технологическим режимом

В процессе работы трехступенчатого сепаратора в нём скапливается конденсат и мелкие механические примеси, которые должны отводиться из сепаратора насосом. В процессе перекачки данной среды, нужно поддерживать давление в линии нагнетания насоса, исходя из условий прочности трубопровода и установленного на нём оборудования.

Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем давление конденсата на линии нагнетания насоса.

В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

Схема регулирования состоит из следующих основных элементов:

1. Входное воздействие;
2. ПЛК с ПИД-регулятором;
3. Преобразователь частоты;
4. Асинхронный двигатель;
5. Насос;
6. Объект управления;
7. Датчик давления.

Функциональная схема системы поддержания давления в трубопроводе приведена на рисунке 23.

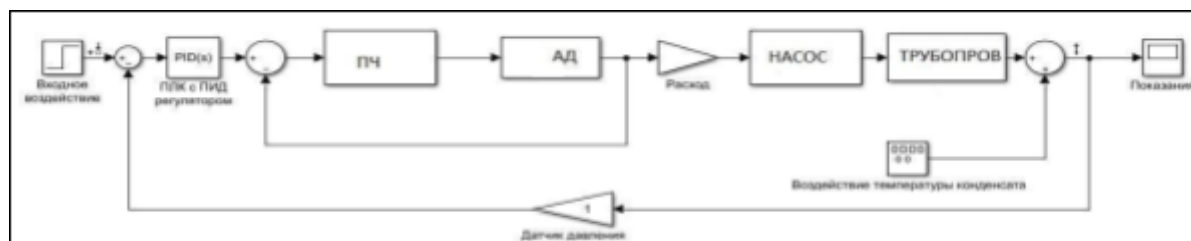


Рисунок 23 – Функциональная схема системы поддержания давления в трубопроводе

Объектом управления является участок трубопровода. С панели



оператора задается давление, которое нужно обеспечить в трубопроводе. В ПЛК подается значение с датчика давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на преобразователь, который напряжение питания асинхронного двигателя. Асинхронный двигатель с насосом преобразуют электрическую энергию в потенциальную энергию давления жидкости.

Линеаризованная модель системы управления описывается следующим набором передаточных функций:

Передаточная функция насосного агрегата;

Регулирующий насос представляет собой апериодическое звено, преобразующее скорость вращения вала  $\omega$  на входе в производительность насоса.

Исходя из технических характеристик насоса, рассчитаем коэффициент передачи и постоянную времени насоса.

Постоянную времени для насоса принимаем  $T_H = 0,2$  с.

Коэффициент передачи насоса определяется в статическом режиме как отношение номинальной производительности насоса  $Q_H$  к номинальной скорости электродвигателя насоса  $\omega_H$ . Номинальная производительность  $Q_H = 100$  м<sup>3</sup>/ч,

(0,0276 м<sup>3</sup>/с); номинальная скорость  $\omega_H = 2900$  об/мин, (303 рад/с).

$$k_H = \frac{Q_H}{\omega_H} = \frac{0,0276}{303} = 0,0000913;$$

(1)

$$W_H(s) = \frac{k_H}{T_H * s + 1} = \frac{0,0000913}{0,2 * s + 1}; \quad (2)$$

где  $Q_H$  – номинальная производительность;

$\omega_H$  – номинальная скорость;

$k_H$  – статический  
передаточный  
коэффициент насоса;  
 $T_H$  – постоянная  
времени насоса.

Асинхронный двигатель представляет собой апериодическое звено, преобразующее электрическую энергию в скорость вращения вала.

Исходя из технических характеристик АД (асинхронного двигателя), рассчитаем коэффициент передачи и постоянную времени АД.

Статический передаточный коэффициент двигателя определяется как отношение угловой скорости вращения двигателя  $\omega$  к частоте питающей сети

$f$ . Номинальная частота питания  $f_H = 50$  Гц. Постоянную времени двигателя примем равной  $T_{дв} = 0,87$ .

$$k_{дв} = \frac{\omega_{дв}}{f_H} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2900}{60 \cdot 50} = 6,06; \quad (3)$$

$$W_{дв}(s) = \frac{k_{дв}}{T_{дв} \cdot s + 1} = \frac{6,06}{0,87 \cdot s + 1} \quad (4)$$

где:  $k_{дв}$  – статический передаточный коэффициент асинхронного электродвигателя;

$T_{дв}$  – постоянная времени двигателя;  $\omega_{дв}$  – угловая скорость вращения двигателя.

Передаточная функция преобразователя частоты.

ПЧ представляет собой апериодическое звено, преобразующее электрическую энергию сети в электрическую энергию для управления насоса:

$$W_{пч}(s) = \frac{k_{пч}}{T_{пч} \cdot s + 1} \quad (5)$$

где  $k_{пч}$  – статический передаточный коэффициент преобразователя;

$T_{пч}$  – постоянная времени преобразователя.

Передаточный коэффициент преобразователя определяется в статическом режиме при номинальном значении выходного воздействия по формуле:

$$k_{пч} = \frac{f_H}{I_{вх}} \quad (6)$$

где  $f_H$  – частота на выходе преобразователя

ИВХ – управляющий ток на входе ПЧ, который обеспечивает номинальную частоту на выходе.

Поскольку управление ПЧ осуществляется током  $4\div 20$  мА, а частоту двигателя необходимо изменять в диапазоне  $0\div 50$  Гц, то номинальной частоте

двигателя ( $f_H = 50$  Гц) будет соответствовать входное напряжение управления ПЧ  $I_{BX.H} = 20$  мА.

$$k_{\text{ПЧ}} = \frac{f_H}{I_{BX.H}} = \frac{50}{20} = 2,5; \quad (7)$$

Постоянная времени преобразователя определяется по формуле

$$T_{\text{ПЧ}} = T_{\Phi} + \frac{1}{2 * m * f_H}; \quad (8)$$

где  $T_{\Phi}$  – постоянная времени цепи системы импульсно–фазового управления (СИФУ) ПЧ, включая фильтр;  $m$  – число фаз ТПЧ.

Значение постоянной времени цепи СИФУ преобразователей обычно составляет  $0,003 \div 0,005$  с, поэтому при моделировании принято принимать значение  $T_{\Phi}$  из данного диапазона. Так как ПЧ реализует управление трехфазным двигателем, то число фаз  $m = 3$ . Номинальное значение выходной частоты  $f_H$  составляет 50 Гц.

$$T_{\text{ПЧ}} = T_{\Phi} + \frac{1}{2 * m * f_H} = 0,003 + \frac{1}{2 * 3 * 50} = 0,0063; \quad (9)$$

Передаточная функция преобразователя:

$$W_{\text{ПЧ}}(s) = \frac{k_{\text{ПЧ}}}{T_{\text{ПЧ}} * s + 1} = \frac{2,5 * 0,063 * s + 1}{s + 0,0063}; \quad (8)$$

Объектом управления в данной системе является трубопровод, который расположен между точкой измерения давления и регулирующим органом.

Характеристики участка трубопровода представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристики участка трубопровода

Характеристика:	Значение
Рабочее давление в трубопроводе, не более, Мпа	5,5
Удельный вес газожидкостной смеси $\gamma$ , кг/с	650
Объемный расход жидкости, м3 /ч	1000
Объемный расход жидкости, м3 /с	0,277
Длина участка трубопровода, м	10
Диаметр трубы, м	0,1
Перепад давления на трубопроводе, кгс/м2	5098,581

$$f = \frac{pi*d^2}{4} = \frac{3,14*0,15^2}{4} = 0.018; \quad (10)$$

$$c = Q * \sqrt{\frac{650}{0,277}} = 1,241; \quad (11)$$

$p$

$$f = \frac{2*\Delta p*g}{0,018} = \frac{2*5098,581*9,8}{0,018}$$

$$T = \frac{2*L*f*c^2}{Q} = \frac{2*10*0,018*1,241^2}{0,277} = 2,002; \quad (12)$$

$$W(s) = \frac{1}{2,002*s+1} \quad (13)$$

Датчик давления имеет передаточную функцию пропорционального звена с коэффициентом, примерно равным единице:

$$W_{дд}(s) = 1; \quad (14)$$

Соберем данную систему в Simulink (рисунок 25):

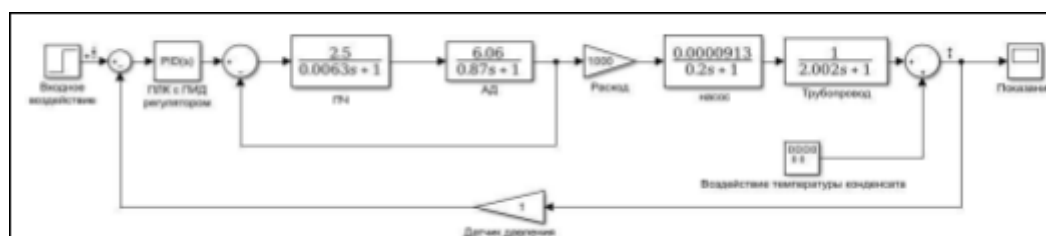


Рисунок 25 – Система регулирования, собранная в Simulink В результате эксперимента, получен переходный процесс, который

представлен на рисунке 26.

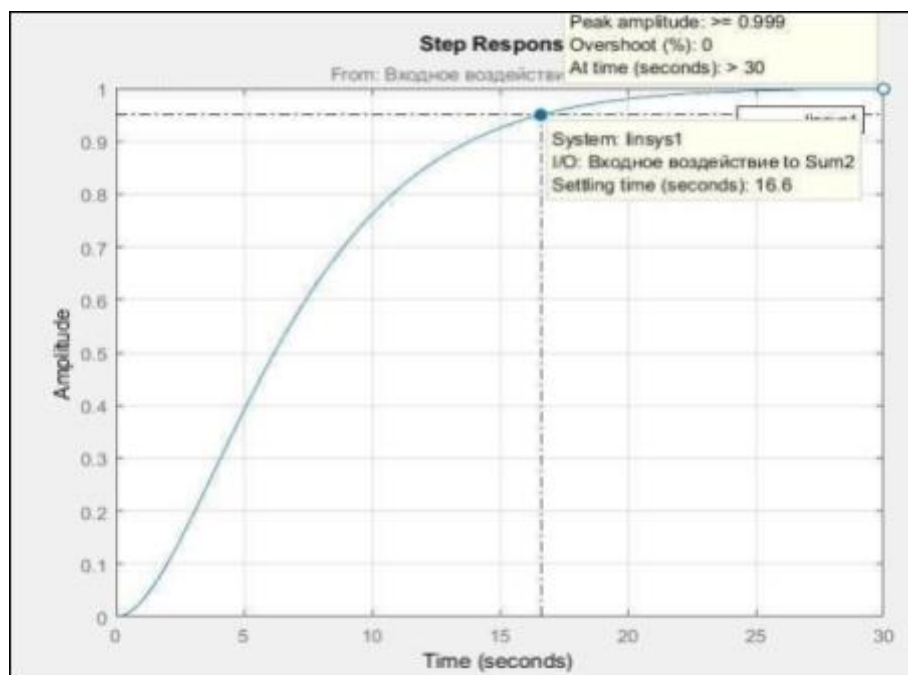


Рисунок 26 – График переходных процессов

Прямые показатели качества переходного процесса, такие, как время переходного процесса и перерегулирование составляют соответственно 16,6 сек. и 0%. Перерегулирование отсутствует, что предпочтительно для систем, так как увеличивается эксплуатационный период составляющих системы, то есть уменьшается износ оборудования.



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Обучающийся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3–8Т81	Вачков Вячеслав Сергеевич

<b>Школа</b>	Инженерной школы информационных технологий и робототехники	<b>Отделение (НОЦ)</b>	ОАР
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление / специальность</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально–технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Изучение информации, представленной в различных публикациях, нормативно–правовых документах, изданиях.
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа: выявление потенциальных клиентов, SWOT–анализ, определение возможных альтернатив проведения НИ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение трудоемкости работ для НИ, разработка графика проведения НИ, составление бюджета НИ

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

<i>Матрица SWOT</i> <i>График проведения НИ</i> Оценка конкурентоспособности технических решений Альтернативы проведения НИ Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.04.2023
--	------------

#### Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		20.02.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8T81	Вачков Вячеслав Сергеевич		15.05.2023

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

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

В данном разделе проведено технико–экономическое обоснование разработки проекта. Доказана экономическая эффективность данного проекта в сравнении с другими вариантами.

В данном дипломном проекте рассматривается модификация автоматизированного блока низкотемпературной сепарации установки комплексной подготовки газа (УКПГ).

УКПГ предназначена для промышленной подготовки газа. Данная подготовка заключается в доведении добытого газа до товарного состояния, в котором газ пригоден для транспортировки по трубопроводу. Блок низкотемпературной сепарации обеспечивает разделение сырого газа (газоконденсатной смеси) на осушенный газ и нестабильный конденсат.

Цель дипломной работы – повысить эффективность разделение сырого газа, а также разработать систему диспетчерского управления данной установки.

Потребителями продукции, разрабатываемой в данном проекте, являются крупные нефтегазовые компании, которые не пропадут с рынка ещё очень долгое время, поэтому разработка и усовершенствование данной установки являются целесообразными.

Разработав карту сегментирования, чтобы увидеть, какие ниши на рынке не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок.

Таблица 15 – Карта сегментирования рынка услуг

		Вид установки	
		УКПГ модернизированные	УКПГ без модификаций
Размер компании	Крупные	А	
	Средние	А	
	Мелкие		Б

Как видно из карты сегментирования, наибольший интерес представляют крупные и средние компании, поэтому именно на них и стоит ориентироваться.

В качестве конкурентных технических решений будем рассматривать сепараторы производства «Титан» и «ADCA».

Сепараторы типа «Титан» получили очень широкое распространение за счет достаточной надежности, и за счет своей относительно небольшой цены. Небольшая цена данной установки объясняется тем, что в установке используются отечественные материалы и датчики, цены на которые, по сравнению с импортными, конечно, ниже.

Главная особенность сепараторов «ADCA» они изготовлены частично из импортных материалов с применением более сложных технологий, что положительно сказывается на степени очистки газа.

Это отражается на стоимости установки, её долговечности и стоимости ее обслуживания.

Решение, предложенное в данной работе, обладает высокой степенью очистки газа (обусловлено заимствованием технологии очистки), высокой надежностью, простотой эксплуатации и ремонта, а так же разумным сочетанием отечественных материалов и импортных датчиков.

В таблице 16 представлен анализ конкурентных технических решений

с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты.

Таблица 16 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			курентоспособность		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Надежность	0,3	4,5	4	4,5	1,35	1,2	1,35
Простота эксплуатации	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
Повышение производительности очистки	0,2	4	4	4,5	0,8	0,8	0,9
Долговечность	0,15	4	3	4	0,6	0,45	0,6
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Цена	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
Обслуживание	0,15	5	4	4,5	0,75	0,6	0,675
Итого	1				4,3	3,95	4,125

где  $B_{\phi}$  – разработанная система;

$B_{к1}$  – Сепаратор типа «Титан»;  $B_{к2}$  – сепаратор типа «ADCA».

Анализ конкурентных технических решений рассчитаем по формуле:

$$K = \sum B_j * B_j, \quad (15)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Как видно из оценочной карты, разработанная система выигрывает по техническим критериям и по экономическим. По техническим критериям разность не так велика, однако из-за сочетания отечественных материалов и импортных датчиков, снижается стоимость системы в целом, а так же затраты на её обслуживание, что сказывается на экономических критериях.

## 5.2. Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений. Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенно снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов.

Таблица 17 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
Надежность	0,3	90	100	0,9	0,27
Простота эксплуатации	0,1	60	100	0,6	0,06

Продолжение таблицы 17

Долговечность	0,15	60	100	0,6	0,09
Цена	0,1	80	100	0,8	0,08
Обслуживание	0,15	70	100	0,7	0,105
Итого	1		100		0,745

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum P \cdot 100, \quad (16)$$

где  $P_{\text{ср}}$  – средневзвешенное значение показателей качества и перспективности научной разработки;

$P$  – средневзвешенное значение показателя.

Значение  $P_{\text{ср}}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $P_{\text{ср}}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

$$P_{\text{ср}} = \sum P \cdot 100 = 0,745 \cdot 100 = 74,5.$$

Вывод: По результатам оценки качества и перспективности разработка имеет перспективную оценку ( $P_{\text{ср}} = 74,5$ ).

### 5.3 SWOT–анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно–исследовательского проекта. SWOT–анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Составляем результирующую матрицу SWOT.

Таблица 18 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны:</b>	<b>Слабые стороны:</b>
	<p>С1. Цена обслуживания. С2. Простота. С3. Надежность.</p>	<p>Сл1. Более высокая цена, по сравнению с конкурентами. Сл2. Высокая стоимость пусконаладочных работ. Сл3. Сложности при пусконаладке.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Несоответствие большинства функционирующих блоков низкотемпературных сепараторов высокого давления текущим стандартам;</p> <p>В2. Договоры с крупными добывающими компаниями в России.</p>	<p>В1С1С3 – новое оборудование закупается на длительный срок, то цена обслуживания и надежность установок играют одну из решающих ролей;</p> <p>В2С1С3 – за счет работы с крупными предприятиями можно улучшить характеристики устройства.</p>	<p>В2Сл3 – сложности при пусконаладке исключаются квалифицированным персоналом, уже осуществлявшим подобные процедуры. Такой персонал обязательно есть в любой крупной фирме.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Нет производственных доказательств надежности функционирования.</p> <p>У2. Нежелание многих компаний на изменения.</p>	<p>У1С1С2С3 – нет доказательств надежности функционирования системы на реальных предприятиях.</p>	<p>У2Сл2Сл3 – нежелание к изменениям текущего, привычного персонала, оборудования усугубляется высокой стоимостью на этапе пусконаладки.</p>

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта.

Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT.



Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	–	+
	B2	+	–	+

#### 5.4 Структура работ в рамках научного исследования

Группа участников состоит из студента и руководителя.

Для выполнения научного исследования сформирован ряд работ, назначены должности исполнителя для каждого этапа работы.

Таблица 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

снoвные этапы	№ Раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1.	Выбор направления научного исследования	Студент
	2.	Составление и утверждение технического задания	Руководитель Студент
Анализ предметной области	3.	Календарное планирование работ по теме	Студент
	4.	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	5.	Анализ отобранного материала	Студент Руководитель
Разработка АСУ ТП	6.	Описание технологического процесса	Студент
	7.	Разработка функциональной схемы автоматизации	Студент
	8.	Разработка структурной схемы автоматизации	Студент
	9.	Разработка схемы информационных потоков	Студент

Продолжение таблицы 20

	10.	Подбор датчиков и ПЛК	Студент
	11.	Разработка схемы соединения внешних проводов	Студент
	12.	Разработка экранных форм	Студент
	13.	Разработка алгоритмов управления Системы	Студент
	14.	Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Студент
	15.	Написание раздела «социальной ответственности»	Студент
	16.	Проверка работы с руководителем	Студент Руководитель
Оформление отчета	17.	Составление пояснительной записки	Студент
	18.	Подготовка презентации Проекта дипломного	Студент

### 5.5 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудоемкости работ будем использовать такие показатели как ожидаемое значение трудоемкости, продолжительность каждой работы, продолжительность выполнения  $i$  – ой работы в календарных днях, коэффициент календарности.

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ применяется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (16)$$

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

$t_{\text{min}i}$  – 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 - ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определим продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (17)$$

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

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

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

Для построения диаграммы Ганта, переведем длительность каждого из этапов работ в календарные дни.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (18)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -ой работы в календарных днях (округляется до целого);

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (19)$$

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

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

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

Коэф календарности:  $K_k = 5 / (365 - 119) = 1,48$ .

Ниже представлены будут расчеты по трудоемкости выполнения работ.

Таблица 21 – Временные показатели проведения научного исследования

Название Работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		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					
		Преподаватель		Преподаватель		Преподаватель		Преподаватель	Одновременное выполнение работ	Одновременное выполнение работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Выбор направления научного исследования	8	0	12	0	9,6	0			9,6	14,208
Составление и утверждение технического задания	4	3	7	5	5,2	3,8			4,5	6,66
Календарное планирование работ по теме	2	0	4	0	2,8	0			2,8	4,144
Подбор и изучение материалов по теме	15	0	20	0	17	0			17	25,16
Анализ отобранного материала	6	3	12	6	8,4	4,2			7,4	10,952
Описание технологического процесса	4	0	6	0	4,8	0			2,8	4,144

Продолжение таблицы 21

Разработка функциональной схемы автоматизации	6	0	12	0	8,4	0			8,4	12,432
Разработка структурной схемы автоматизации	3	0	6	0	4,2	0			4,2	6,216
Разработка схемы информационных потоков	2	0	4	0	2,8	0			2,8	4,144
Подбор датчиков и ПЛК	5	0	10	0	7	0			7	10,36
Разработка схемы соединения внешней проводки	3	0	6	0	4,2	0			4,2	6,216
Разработка экранных форм	4	0	8	0	5,6	0			5,6	8,288
Разработка алгоритма управления системы	8	0	12	0	9,6	0			9,6	14,208
Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	4	0	8	0	5,6	0			5,6	8,288
Написание раздела «социальная ответственность»	6	0	12	0	8,4	0			8,4	12,432

Продолжение таблицы 21

Проверка работы руководителем	6	5	12	9	8,4	6,6			7,5	11,1
Составление пояснительной записки	12	0	16	0	13,6	0			13,6	20,128
Подготовка презентации дипломного проекта	2	0	4	0	2,8	0			2,8	4,144
Итого	100	11	171	20	128,4	14,6			123,8	183,224

## 5.6 Разработка графика проведения научного исследования

По данным из таблицы 21 «Временные показатели проведения научного исследования» создадим диаграмму Ганта, которая строилась при максимальном количестве дней при каждом процессе. Данная диаграмма представлена в таблице 8.

**Желтый цвет** – совместная работа студента и преподавателей,  
**синий** – индивидуальная работа студента.

Таблица 22 – Диаграмма Ганта

Название работы	Дек.		Янв.		Фев.		Март		Апр.		Май		Июнь	
	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-21
Выбор направления научного исследования														
Составление и утверждение ТЗ														
Календарное планирование работ по теме														
Подбор и изучение материалов по теме														

Продолжение таблицы 22

Анализ отобранного материала														
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Описание технологического процесса														
Разработка функциональной схемы														
Разработка структурной схемы														
Разработка схемы информационных потоков														
Выбор датчиков и ПЛК														
Разработка схемы внешних проводок														
Разработка экранных форм														
Разработка алгоритмов управления														
Раздел «Финансовый менеджмент»														
Раздел «Социальная ответственность»														
Проверка работы с руководителем														
Составление пояснительной записки														
Подготовка презентации														

## 5.7 Бюджет научно–технического исследования (НТИ)

Бюджет научно–технического исследования должен быть основан на достоверном отображении всех видов расходов, связанных выполнением проекта. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

1. Материальные затраты НТИ;
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата исполнителей темы;
4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

## 5.8 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}, \quad (20)$$

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

$N_{расх\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов;

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

Для разработки данного научного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: ноутбук, канцелярские товары, печатная бумага, принтер.



Таблица 23 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена (руб.)
Ноутбук	шт.	1	48000
Канцелярские товары (набор)	шт.	1	300
Пачка печатной бумаги	шт.	1	400
Принтер	шт.	1	3000
Дополнительный монитор	шт.	1	9000
Итого (руб.)	60700		

### 5.9 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИТ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$ЗЗП = З_{осн} + З_{доп}, \quad (21)$$

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

$З_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $З_{осн}$ ) руководителя предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_r, \quad (22)$$

где  $Т_r$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Таблица 24 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
Потери рабочего времени	45	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	202	175

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{\partial}) \cdot k_r,$$

(23) где  $З_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент;

$k_{\partial}$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_r$  – районный коэффициент.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{тс}$ , руб.	$k_r$	$З_m$ , руб.	$З_{дн}$ , руб.	$T_{р.раб.}$ дн.	$З_{осн.руб.}$
Руководитель	23000	1,3	47840	2652	22	58344
Студент	1692	1,3	2200	131	183	23973

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

### 5.10 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (24)$$

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

$k_{\text{доп}}$  равен 0,12. Результаты по расчетам дополнительной заработной платы сведены в таблицу 26.

Таблица 26. Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	Основная зарплата (руб.)	Коэффициент дополнительной заработной платы ( $k_{\text{доп}}$ )	Дополнительная зарплата (руб.)
Руководитель	58344	0,12	7001,28
Студент	23983	0,12	2877,96
Итого			9879,24

### 5.11 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы

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

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равный 30 %.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212–ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %. На основании пункта 1 ст.58 закона №212–ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году пониженная ставка – 27,1 %.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Отчисления во внебюджетные фонды

<b>Исполнитель</b>	<b>Основная заработная плата, руб.</b>	<b>Дополнительная заработная плата, руб.</b>
Руководитель проекта	58344	7001,28
Студент	23983	2877,96
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
<b>Итого</b>		
<b>Руководитель</b>	19603,59	
<b>Студент</b>	8058,29	

### 5.12 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет бюджета затрат НТИ

<b>Наименование статьи</b>	<b>Сумма, руб.</b>	
	<b>Руководитель</b>	<b>Студент</b>
Материальные затраты НТИ	0	60700
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	58344	23983
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	7001,28	2877,96
Отчисления во внебюджетные фонды	19603,59	8058,29
<b>Бюджет затрат НТИ</b>	<b>84948,87</b>	<b>95619,25</b>

### 5.13 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

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.

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

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Студент с руководителем	«Востокгазпром»	«Газпром»
Способствует росту производительности труда	0,3	5	5	5
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	5	5
Помехоустойчивость	0,05	4	5	4
Энергосбережение	0,05	5	5	5
Надежность	0,15	4	4	4
Материалоемкость	0,15	4	5	4
Итого	1			

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о том, что

разработанный проект автоматизации низкотемпературной сепарации газа достаточно эффективен.

По финансовому показателю проект выигрывает у своих конкурентов, но по показателю ресурсоэффективности немного отстает. При дальнейшей модернизации проекта данный недостаток пропадет.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающийся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3–8Т81	Вачков Вячеслав Сергеевич

<b>Школа</b>	Инженерной школы информационных технологий и робототехники	<b>Отделение (НОЦ)</b>	ОАР
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление / специальность</b>	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

<b>Система автоматизации установки комплексной подготовки газа</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b> Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p><i>Объект исследования</i>      <u>Установка</u> <u>Низкотемпературной сепарации УКПГ</u> <i>Область применения</i>    <u>На газоконденсатных месторождениях</u> <i>Рабочая зона:</i> <u>помещение</u> <i>Размеры помещения</i> <i>(климатическая зона*)</i><u>20*30м</u> Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров установки низкотемпературной сепарации. Режим работы – непрерывный. Вид сырья – газ. Цель работы: создание автоматизированной системы управления технологическим процессом.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации специальных (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовых норм трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</b></p>	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018);  ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;  ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования;  ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы;  ГОСТ Р 22.0.01-2016 Национальный стандарт российской федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях;  ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;  ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного</b></p>	<p>Опасные факторы:  Взрывоопасность;</p>



<p><b>решения/при эксплуатации:</b> Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p>Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу; Электрический ток (источник – электрооборудование автоматики); Повышенный уровень статического электричества. Вредные факторы: Повышенный уровень вибрации; Повышенный уровень шумов на рабочем месте; Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации</b></p>	<p>Воздействие на литосферу – Углеводородный конденсат загрязняет почвенный слой, почва загрязняется метанолом в процессе добычи и транспорта газа; Воздействие на гидросферу – Утечка жидких промежуточных или конечных продуктов УКПГ приводит к загрязнению пластовых вод; Воздействие на атмосферу – Основным источником загрязнения атмосферы являются продукты сгорания газа – оксиды азота и углерода.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации</b></p>	<p>Возможные ЧС: утечка газа, возгорание, пожар, взрыв Наиболее типичная ЧС: пожар, взрыв</p>
<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Сечин Андрей Александрович	к.т.н., доцент		22.02.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т81	Вачков Вячеслав Сергеевич		15.05.2023

## **6 Социальная ответственность**

### **6.1 Введение**

В представленной ВКР рассматривается разработка проекта автоматизированной системы управления технологическим процессом низкотемпературной сепарации газа на УКПГ.

В разделе представлены вредные и опасные факторы, влияющие на работников. Безопасность жизнедеятельности — это система, которая состоит из законодательных актов и соответствующих технических, социально—экономических, гигиенических, и организационных мероприятий, гарантирующих безопасность человека на рабочем месте. Трудовая деятельность человека связана с воздействием на него вредных и опасных факторов. Условия труда — это совокупность вредных и опасных факторов производственной среды, оказывающих негативное влияние на здоровье человека. Автоматизация производств приводит к тому, что участие человека в протекании технологических процессов сводится к наблюдению за работой оборудования, контролю технологических параметров и ремонту оборудования. В данном разделе были проанализированы условия рабочих участков, УКПГ, на предмет присутствия опасных и вредных факторов.

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

Трудовые отношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом Российской Федерации. График работы персонала должен соответствовать трудовому законодательству, нормативным актам, нормам трудового права, коллективному договору. На некоторых производствах, например на УКПГ, установлен режим работы в смену. Для составления рабочего графика, работодатель должен руководствоваться установленному порядку в соответствии со статьей 372 настоящего Кодекса (в ред. Федерального закона от 30.06.2006 N 90–ФЗ) для принятия локальных нормативных актов.

### **6.2.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место работника должно быть организовано в соответствии с ГОСТ 12.2.032–78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». Данный ГОСТ предусматривает следующее:

рабочее место для работ сидя необходимо организовать при легкой работе, когда нет необходимости в передвижении работающего или при работе средней тяжести, когда этого необходимо для технологического процесса. категории работ – по гост 12.1.005–88;

конструкция рабочего места и расположение его элементов, должны быть в соответствии с антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;

с учетом характера выполняемой работы должна быть возможность изменения положения кресла в горизонтальной плоскости с возможностью зафиксироваться в нужном положении;

кресло работника с учетом характера выполняемой работы должно иметь вращение на 180–360° вокруг вертикальной оси опорной конструкции кресла с возможностью зафиксироваться в нужном положении.

## 6.3 Производственная безопасность

### 6.3.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Рассмотрим анализ вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникнуть, при разработке и эксплуатации автоматизируемой установки предварительной подготовки газа.

Таблица – 14. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003–2015 )	Этапы работ			Нормативные документы
	Изготовлен ие	Эксплуатац ия	Эксплуатац ия	
Превышение уровня вибрации	+		+	Вибрация – ГОСТ 31192.2– 2005
Превышение уровня шума	+		+	Шумы – СП 51.13330.2011
Повышенное значение электромагнитн ого излучения	+		+	Электромагнитно е излучение – СанПиН 2.2.4.3359–16
Электроопасно сть	+		+	Электробезопас ность – ГОСТ Р 12.1.019–2009 Пожарная безопасность – СНиП 2.11.03–93  Взрывобезопасно сть – ГОСТ 12.1.010–76

## **6.4 Анализ вредных производственных факторов**

### **6.4.1 Повышенный уровень шума**

Шум один из вредных производственных факторов оказывающий негативное влияние на работника. При длительном воздействии шум может привести к глухоте и другим негативным последствиям. Работник, находящийся в условиях длительного воздействия шума, может испытывать боли в ушах, частые головные боли, мигрень и головокружение. Шум способен оказать воздействие на зрительное восприятие человека, снижение зрительной реакции, ухудшение восприятия цвета, ухудшение координации движений, нарушение восприятие визуальной информации это снижает производительность труда работника на 5–12%. Длительное воздействие шума на организм человека, с уровнем звукового давления более 90 дБ, способно снизить производительность труда на 30%–60%. Максимально допустимый уровень шума согласно СанПиН 1.2.3685–21 для работ категории 1а составляет не более 80дБА. Допустимые нормы, предъявляемые к уровню шума описаны в СанПиН 1.2.3685–21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". В проектируемой АС наиболее сильными источниками шума являются работа технологического оборудования, клапанов и задвижек, создаваемые ими шумы, не превышают предельно допустимые значения в 80 дБА. При работе в блоке подготовки газа спец средство не требуется. Для снижения негативного влияния шума необходимо использование бесшумной техники, продуманная планировка производственного помещения, препятствующая распространению шума, использование средств, снижающих уровень шума на пути его распространения, использование средств индивидуальной защиты.

### **6.4.2 Повышенный уровень вибрации**

Вибрация — это механические колебания машин и механизмов, которые характеризуются такими параметрами, как частота, амплитуда, колебательная скорость, колебательное ускорение. Вибрацию порождают

неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе машин.

ГОСТ 31192.2–2005. «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека» регламентирует параметры вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием. Влияние на человека имеет негативные последствия, так как способно вызывать изменения физиологического и функционального состояния организма человека. Симптомы негативного влияния проявляются в ухудшение координации движений, ослабление реакции, повышении утомляемости, нарушение работы вестибулярного аппарата, нарушение работы нервной, сердечно–сосудистой системы. В проектируемой АС наиболее явными источниками вибрации это работающие электроприводы и другие вращающиеся машины, и механизмы, а также трубопроводы и сепараторы. Основными методами борьбы с вибрацией являются снижение вибрации в источнике возникновения, совершенствование конструкции, использование виброизоляции, установка глушителей вибрации, экранов, виброизоляторов, статическая и динамическая балансировка вращающихся частей машин, вибродемпфирование, заранее продуманное размещение работающего оборудования и цехов. Создаваемая вибрация от вышеописанного оборудования не превышает предельно допустимые значения.

При работе в блоке подготовки газа спец. средства для защиты от вибрации не требуется.

## **6.5 Анализ опасных производственных факторов**

### **6.5.1 Электробезопасность**

При разработке кабельной проводки в качестве основного кабеля был выбран кабель МКЭШ, (М – Монтажный, К – Кабель, Э – Экран, Ш –шланг из ПВХ).

Кабель МКЭШ соответствуют ГОСТу 22483. Электрические приборы и электродвигатели являются источниками опасности поражения электрическим током. При соприкосновении с токоведущими частями возможно поражение электрическим током, в связи с этим рабочие места должны быть оборудованы защитным заземлением.

Подача электрического тока осуществляется от отдельного независимого источника питания. Необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль. Должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Все датчики, исполнительные механизмы должны работать от источников питания с низким напряжением 24 В, так как вероятность поражения электрическим током при таком напряжении мала, то дополнительных средств защиты не требуется.

### **6.5.2 Пожаробезопасность**

Пожарная безопасность — это условия, при котором исключается возможность возникновения пожара. В случае возникновения пожара выполняться мероприятия для защиты людей, материальных ценностей и окружающей среды.

### **6.5.3 Экологическая безопасность**

Работа УКПГ негативно влияет на окружающую среду.

Величина влияния классифицируется как прямое и постоянно действующее влияние. Негативные выбросы в атмосферу имеют предельно допустимые значения, которые определяются методикой по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу.

Селитебные зоны не подвержены воздействиям так как удаленность производственного объекта от жилых зон, в соответствии с правилами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–003 не менее 1 км.

#### **6.5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Перечень возможных ЧС на объекте исследования может быть достаточно широк. Ограничиваясь местоположением объекта и условиями его эксплуатации, горючие природные газы относятся к группе веществ, образующих с воздухом взрывоопасные смеси. Концентрационные пределы распространения пламени для метана в смеси с воздухом составляют: нижний концентрационный предел распространения пламени – 4,4 %, верхний концентрационный предел распространения пламени – 17 % по [45]. По вероятности образования взрывоопасной концентрации паров нефти в смеси с воздухом сооружения станции относятся: – здание узла учета газа к классу В–1 А;– электротехническое оборудование станции (электроприводы, пусковая аппаратура, светильники и т.д.) имеют взрывозащищенное исполнение.

В лаборатории газ находится в небольших количествах, однако вероятность воспламенения и даже взрыва сохраняется.

#### **6.5.5 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований**

Чрезвычайные ситуации могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера. Пожары, взрывы, угроза взрывов относят к чрезвычайным ситуациям техногенного характера. Основную долю аварий на УКПГ составляют взрывы и пожары.

Взрывы и пожары на установках и сооружениях УКПГ могут произойти результате техногенных аварий, связанных с разгерметизацией оборудования или трубопроводов и выходом в окружающее пространство природного газа, паров метанола или конденсата газа, образующих с воздухом взрывоопасные смеси.



При любых видах аварий в цехе подготовки газа и конденсата может

произойти взрыв при наличии источника инициирования воспламенения и взрывоопасной смеси в пределах взрывоопасной концентрации.

#### **6.5.6 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС**

Аварии возникают в результате стихийного бедствия, нарушения технологического регламента, правил эксплуатации и мер безопасности. На установке процесс ведется в аппаратах, работающих под давлением, и в случае наличия коррозии оборудования, может привести к разгерметизации. Разгерметизация может произойти из-за неправильного ведения процесса, человеческого фактора, скопления газов и т.д. Поражающими факторами такого производства могут быть как физические (ударная волна, тепловое излучение и др.), так и химические факторы (токсическое воздействие вредных веществ). Последствия таких аварий, оцениваются различными методами, заключающимися в определении размеров зоны поражения, степени поражения людей или нанесенного ущерба.

При взрыве или разгерметизации оборудования происходит утечка жидких промежуточных или конечных продуктов установки с возможностью их попадания в атмосферу или гидросферу.

Это приводит к распространению токсичных веществ в близлежащие населенные пункты и становится причиной распространения заболеваний.

#### **6.6 Вывод по разделу**

В данном разделе выпускной квалификационной работы были определены вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при эксплуатации цеха низкотемпературной сепарации УКПГ.

Мы определились с мерами, которые необходимо реализовать при внедрении нашего проекта на производстве для предотвращения или уменьшения влияния этих выявленных нами вредных и опасных факторов.

Также было определено, что в процессе эксплуатации УКПГ, появляются источники негативного воздействия на окружающую среду. На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению влияния данных

источников загрязнения, установленные системы противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки, аварии и другие опасные ситуации.

### **Заключение**

В результате выполнения ВКР была разработана система автоматического управления установки блока низкотемпературной сепарации (УКПГ).

В ходе выполнения ВКР был изучен технологический процесс, который обеспечивает разделение сырого газа (газоконденсатной смеси) на осушенный газ и нестабильный конденсат.

Были разработаны функциональная и структурная схемы НТС, которые позволяют определить количество каналов передачи сигналов и данных, а также состав необходимого оборудования.

Подобрано современное оборудование, которое имеет высокую точность измерения и способно работать с необходимыми технологическими параметрами НТС, а именно полевые датчики и контроллер Siemens SIMATIC S7–1200.

Для работы разработанного проекта используется современная SCADA-система, TIA Portal.

В данной дипломной работе была разработана схема внешних проводок, которая позволяет понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора.

При возникновении ошибок, существует возможность их легкого устранения.

Для сбора данных и управления технологическим оборудованием был разработан алгоритм поддержания уровня газожидкостной смеси в трехступенчатом сепараторе.

При разработки САУ были детально проработаны структурная и функциональная схемы, соответствующая ГОСТУ и стандарту ANSI/ISA, схемы.

В заключении разработана мнемосхема и дерево экранных форм.

В итоге, спроектированная САУ НТС удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, а также имеет высокую гибкость.

## Список используемой литературы

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно–методическое пособие: Томский политехнический университет. Томск, 2009;
2. Бекиров Т. М, Ланчаков Г. А. Технология обработки газа и конденсата: ООО "Недра–Бизнесцентр" 1999 – 596 с;
3. Джесси Рассел, Рональд Кон. Установка комплексной подготовки газа – Москва, 2013. 166с;
4. А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. Основы нефтегазового дела. Дизайн Полиграф Сервис Уфа, 2005;
5. ГОСТ 21.408 2013. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 38 с;
6. ГОСТ 24.104–85. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования. – Москва: Изд–во стандартов, 1985. 18 с;
7. ANSI/ISA–5.1–2009. Instrumentation Symbols and Identification, ISA, 2009;
8. ГОСТ 21.208–2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах;
9. Siemens SIMATIC S7–1200. Практическое руководство. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sp-t.ru/uploads/pdfs/siemens-plk-simatic-s7-1200-rukovodstvo-po-ekspluatatsii-rus.pdf>
10. Элси – ТМ – Россия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elesy.nt-rt.ru/images/manuals/plc.pdf>
11. МСТУ Метран – 274. Практическое руководство и технические характеристики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mtn.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/11/271274276.pdf>, свободный
12. Метран – 288 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mtn.pro->

[solution.ru/wp-content/uploads/2018/11/281286288.pdf](https://www.valday.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/11/281286288.pdf),

свободный;

13. Rossenmount 3300. Практическое руководство. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

[https://new.pea.ru/fileadmin/files/emerson/urovnamery/Volnovodnye\\_radarnye\\_urovnamery\\_Rosemount\\_serii\\_3300.pdf](https://new.pea.ru/fileadmin/files/emerson/urovnamery/Volnovodnye_radarnye_urovnamery_Rosemount_serii_3300.pdf), свободный;

14. ОВЕН ПДУ И. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://owen.ru/product/poplavkovie\\_datchiki\\_urovnya\\_pdu\\_i](https://owen.ru/product/poplavkovie_datchiki_urovnya_pdu_i), свободный;

15. ОВЕН САУ М6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.owen.ru/>

[catalog/signalizator\\_urovnya\\_zhidkosti\\_trehkanal\\_nij\\_owen\\_sau\\_m6/opisanie](http://www.owen.ru/catalog/signalizator_urovnya_zhidkosti_trehkanal_nij_owen_sau_m6/opisanie), свободный;

16. СДВ-SMART.[Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.orleks.ru/files/380/sdv-smart\\_re.pdf](https://www.orleks.ru/files/380/sdv-smart_re.pdf), свободный;

17. Rosemount 3051 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.yindk.com/ru/product/Rosemount-3051-Transmitters.html?etext=2202.oj3lwXN2nNIwYJUIWKZheE9IP2zq8QOCNgjn3kJXhJhocW9sb3ZnYXJma2xpa2Zz.787348b4da8b1ba183737f47e60f669eb6d7de4d&yclid=7351739148416904801>;

18. Клапан VFM2 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://energomonitoring.com/wp-content/uploads/2016/04/VFM2.pdf>, свободный;

19. Электропривод AMV 655 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kipia.ru/upload/Danfoss/AMV.pdf/>, свободный;

20. Насосы нефтяные консольные типа ХМ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://prompartner.com/upload/iblock/373/373d6756853e6892d1b6abfaaf8965a8.pdf>;

21. Насосы нефтяные консольные типа КМ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://valday.pro-solution.ru/wp-content/uploads/2018/12/neft.pdf>,

22. Асинхронные двигатели серии АИР [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://shuvash.ru/services->

[content/elektrovdigatele.html?\\_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTs1NTQ4NzQ1MTs5NzAxNzY0NjA4O3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=15215103099338227711](content/elektrovdigatele.html?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTs1NTQ4NzQ1MTs5NzAxNzY0NjA4O3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt&yclid=15215103099338227711), свободный;

23. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. – Ленинград, 1983. – 376 с.;

24. Попович Н. Г. Автоматизация производственных процессов и установок / Н. Г. Попович, А. В. Ковальчук, Е. П. Красовский. – К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. – 311с.;

25. Ибрагимов Г.З. Техника и технология добычи и подготовки нефти, и газа / Г.З. Ибрагимов, В.Н. Артемьев. – М.: МГОУ, 2005. – 243с.;

26. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. / А. С. Ключев, Б. В. Глазов, А. Х. Дубровский [и др.]; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.;

27. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. – Тверь, 2001. – 247 с.;

28. Ланчаков Г. А. Технологические процессы подготовки природного газа и методы расчета оборудования / Г. А. Ланчаков, А. Н. Кульков, Г. К. Зиберт. — М.: Недра, 2000–280 с.;

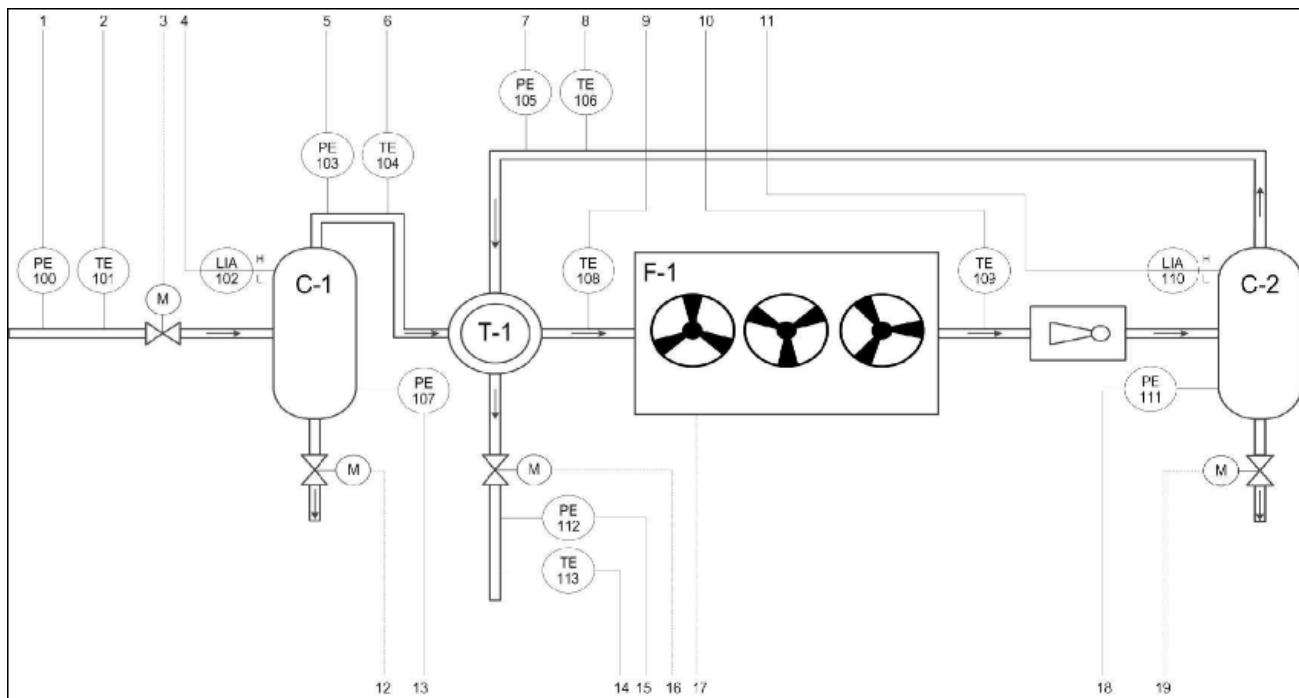
29. Полстянов, Д.Е. Низкотемпературная сепарация: пути развития / Д.Е. Полстянов // Материалы XII региональной научно – технической конференции «Вузовская наука – Северо Кавказскому региону»;

30. Тронов, В. П. Сепарация газа и сокращение потерь нефти / В. П Тронов. – Казань: ФЭН, 2002. – 407 с.;

# Приложение А

(обязательное)

## Функциональная схема автоматизации



# Приложение Б

(обязательное)

## Структурная Схема Автоматизации

