

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



Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
Отделение автоматизации и робототехники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Модернизация автоматизированной системы управления блока сепарации на установке комплексной подготовки газа</b>

УДК 681.586:622.767.63:622.276.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Овчинников Алексей Александрович		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Громаков Евгений Иванович	доцент, к.т.н.		
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	доцент, к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	доцент, к.т.н.		

Томск – 2018 г.

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



Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
 Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Воронин А.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т32	Овчинникову Алексею Александровичу

Тема работы:

<b>Модернизация автоматизированной системы управления блока сепарации на установке комплексной подготовки газа</b>
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы	15.06.2018
---	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Модернизация автоматизированной системы управления «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)», улучшение эффективности производственного процесса, замена оборудования КИПиА, замена контроллерного оборудования, для сбора и обработки данных о состоянии технологического оборудования, для сбора и обработки данных о состоянии технологического процесса, контроль и управление всем процессом.</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>1 Описание технологического процесса 2 Выбор архитектуры АС 3 Разработка структурной схемы АС 4 Функциональная схема автоматизации 5 Разработка схемы информационных потоков АС 6 Выбор средств реализации АС 7 Разработка схемы соединения внешних проводок 8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 9 Разработка экранных форм АС</p>
<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio 2 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio 3 Схема информационных потоков 4 Трехуровневая структура АС</p>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель ШИП Шаповалова Наталья Владимировна
Социальная ответственность	Ассистент ИИХБМТ Невский Егор Сергеевич

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	16.04.2018 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Громаков Евгений Иванович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Овчинников Алексей Александрович		

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

---

Отделение автоматизации и роботехники.

Инженерная школа информационных технологий и роботехники.

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования – бакалавр

Период выполнения – осенний/весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2018	Основная часть	60
05.06.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
05.06.2018	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Громаков Евгений Иванович	К.Т.Н		

Согласовано:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Воронин Александр Васильевич	К.Т.Н		

## Реферат

Пояснительная записка содержит 90 страницы машинописного текста, 28 таблицы, 22 рисунка, 1 список использованных литературы из 18 наименований, 4 приложений.

Объектом исследования является автоматизированная система управления «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)».

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация автоматизированной системы управления «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)», с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров ПЛК Schneider - Electric, с применением SCADA-системы.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Ключевые слова: автоматизация, ПЛК, SCADA, АСУ ТП, КИПиА, установка комплексной подготовки газа, метанол.

## Содержание

Определения, нормативные ссылки, обозначения, сокращения	9
Введение	11
1 Техническое задание	12
1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП	12
1.2 Назначение системы АСУ ТП	13
1.3 Требования к техническому обеспечению АСУ ТП	14
1.4 Требования к системе АСУ ТП	14
1.5 Требования к метрологическому обеспечению АСУ ТП	15
1.6 Требования к программному обеспечению АСУ ТП	16
1.7 Требования к информационному обеспечению АСУ ТП	17
1.8 Требования к математическому обеспечению АСУ ТП	17
2. Основная часть	18
2.1. Описание технологического процесса	18
2.2. Разработка структурной схемы АС	19
2.3 Функциональная схема автоматизации	20
2.4 Разработка схемы информационных потоков	20
2.5 Выбор средств реализации АСУ	23
2.6 Разработка схемы внешних проводок	48
2.7 Выбор алгоритмов управления АС	49
2.8 Экранные формы АС	53
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	57
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	57
3.2 Анализ конкурентных технических решений	57
3.3 SWOT – анализ	59
3.4 Структура работ в рамках научного исследования	61
3.5 Разработка графика проведения научного исследования	62
3.6 Бюджет научно-технического исследования	65
3.6.1 Расчет материальных затрат	65

3.6.2 Расчет затрат на специальное оборудование	66
3.6.3 Основная заработная плата исполнителей темы	66
3.6.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	66
3.6.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	67
3.6.6 Накладные расходы	68
3.6.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	68
3.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, социальной и экономической эффективности исследования	68
4. Социальная ответственность	74
4.1 Повышенный уровень шума	75
4.2 Защита от чрезвычайных ситуаций	75
4.3 Пожаробезопасность	77
4.4 Электробезопасность	79
4.5 Организационные мероприятия обеспечения безопасности	81
Заключение	83
Список использованной литературы	85
Приложения	87

## Глоссарий

Термин	Определение
АСУ	Автоматизированная система управления – это система «человек-машина», призванная обеспечивать автоматизированный сбор и обработку информации, необходимый для оптимизации процесса управления. В отличие от автоматических систем, где человек полностью исключён из контура управления
Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)	Интерфейс - это средство взаимодействие системы с пользователями и наоборот. Иначе говоря - это внешний вид.
Мнемосхема	Мнемосхема – графическая информационная модель, условно отображающая функционально-техническую схему управляемого объекта и информацию о его состоянии в объеме, необходимом для выполнения оператором возложенных на него функций. М. реализуются с помощью разных типов средств отображения информации (дисплеи, стрелочные и цифровые индикаторы, проекционная техника и т. д.) и их комплексов. Широко используются на диспетчерских пунктах управления энергетическими объектами и системами, пунктах управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.
ОРС-сервер	ОРС-сервер – это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС
Протокол	Протокол – это набор соглашений, который определяет обмен данными между различными программами. Протоколы задают способы передачи сообщений и обработки ошибок в сети, а также позволяют разрабатывать стандарты, не привязанные к конкретной аппаратной платформе.
Техническое задание на АС (ТЗ)	Утвержденный в установленном порядке документ, в котором изложены требования, параметры и основные эксплуатационные характеристики проекта, объекта или системы, необходимые для разработки автоматизированной системы
Технологический процесс (ТП)	Технологический процесс – это упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата.



Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы – абстрактное представление АСУ, включает модели компонент (устройств, программных компонент) и взаимосвязи между ними
SCADA	SCADA – это особая диспетчерская система, которая занимается сбором информационных данных о текущей деятельности предприятия, а также их управлением. На английском языке название данной системы звучит, как Supervisory Control And Data Acquisition. Достоинство SCADA главным образом в том, что она может предоставить необходимую информацию через показатели, которые собраны абсолютно с разных точек хозяйствующего объекта в реальном времени. Только в таком режиме можно оптимизировано управлять предприятием, делая его работу непрерывной, без простоев, сбоев и возможных аварийных ситуаций. Предшественниками SCADA когда-то были всем известные сигнализации и телеметрии.
Объект управления	Объект управления – устройство или технологический процесс, на которое оказывается управленческое воздействие
Метанол	бесцветная легкоподвижная горючая жидкость, практически без запаха. Метанол смешивается во всех соотношениях с водой, этанолом, ацетоном, бензолом. Метанол один из ключевых продуктов химической промышленности, который является сырьем для получения многих продуктов органического синтеза.
Программируемый логический контроллер (ПЛК)	Программируемый логический контроллер или программируемый контроллер – представляют собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени.
Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП)	Автоматизированная система управления технологическим процессом – это система, состоящая из персонала и совокупности оборудования с программным обеспечением, использующихся для автоматизации функций этого самого персонала по управлению промышленными объектами: электростанциями, котельными, насосными, водоочистными сооружениями, пищевыми, химическими, металлургическими заводами, нефтегазовыми объектами и т.д. и т.п.
HART	HART – протокол использует принцип частотной модуляции для осуществления обмена данными на скорости 1200 Бод. Он позволяет передавать одновременно аналоговый и цифровой сигнал, используя при этом одну и ту же пару проводов. Мало

	того, к одной паре проводов может быть подключено несколько устройств. Модулированный сигнал накладывают на токовую несущую аналоговой токовой петли 4-20мА
Modbus	Modbus – это коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер»

### **Обозначения и сокращения**

OSI (Open Systems Interconnection) – Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

PLC (Programmable Logic Controllers) – Программируемые логические контроллеры (ПЛК);

HMI (Human Machine Interface) –Человеко-машинный интерфейс;

OPC (Object Protocol Control) – протокол для управления процессами;

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КИПиА– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

## Введение

Автоматизация технологических процессов является одним из главных аспектов развивающихся предприятий. Внедрение автоматизации в производство расширяет спектр возможностей, при этом затраты на механизацию, оправдываются конечным увеличением объемов изготавливаемой продукции, скорости ее производства и повышения качества. Предприятия, которые выбирают автоматизацию, занимают высокие места на мировом рынке, обеспечивая качественные условия труда и минимизацию потребности в сырье. Именно по этой причине крупные предприятия уже нельзя представить без исполнения проектов по автоматизации – исключениями являются лишь мелкие ремесленнические производства, где автоматизация оправдывает своих затрат из-за принципиального использования ручного изготовления. Но и в мелкие ремесленнические предприятия возможно частичное внедрение автоматизации на некоторых этапах производства.

В данной дипломной бакалаврской работе предстоит модернизировать автоматизированную систему блока сепарации установки комплексной подготовки газа. предполагается исключение существующих элементов блока сепарации и замена их на новые высококлассные, с использованием новых видов передачи и преобразования сигналов, которые имеют единые сигналы и протокол HART, использование современных ПЛК и полевых датчиков на современных операционных системах.

## **1 Техническое задание**

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

Основной целью модернизации системы АСУ ТП, является улучшение эффективности подготовки осушенного газа и в последствии качества продукции, то есть деятельности «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)», за счет улучшения систем автоматизации и модернизации имеющихся ресурсов.

Основные задачи АСУ ТП:

- Уменьшение потери газового конденсата и поддержание качества производимого газа за счет оптимизации и модернизации процесса низкотемпературной сепарации;
- Улучшение условий труда рабочего персонала за счет централизации рабочих мест, разнообразного и удобного представления оперативной информации;
- Повышение безопасности технологических процессов за счет высоконадежных средств сигнализации, блокировок и защит с минимальным периодом реагирования;
- автоматический сбор данных и обработка информации с полным использованием методов автоматизации и оптимизации по основным задачам систем управления, в том числе и использовании подсистем автоматизации.
- хранение архивной памяти и комплексное использование информации в процессе эксплуатации технологического оборудования, а также в решении задач по управлению;
- непосредственное отображение информации и диагностика состояния параметров технологического процесса, состояния исполнительных механизмов, состояния работы технологического оборудования;
- автоматическое (заданный алгоритм работы), дистанционное (команды с панели оператора) и местное (команды с места установки) управление работой технологическим процессом и оборудованием с

сохранением контроля безопасности и безаварийности технологического процесса.

## **1.2 Назначение системы АСУ ТП**

Назначением системы является модернизация системы АСУ ТП «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)».

Модернизация АСУ ТП предназначена:

- для сбора и обработки данных от средств измерений технологического процесса;
- для выполнения заданного алгоритма работы технологического процесса путем контролирования параметров технологического процесса и создания управляющих воздействий на исполнительных механизмах;
- для представление всей информации на мониторе оператора о текущем состоянии работы технологического процесса;
- для аварийной и предупредительной сигнализации при нарушении параметров технологического процесса, то есть выхода значений за аварийные и предаварийные пределы;
- для сбора и обработки данных об исполнительных механизмах технологического процесса;
- контроля уровня загазованности, нахождения в заданных нормативных параметрах технологического процесса, а также перевод «Блока сепарации установки комплексной подготовки газа (УКПН)» в безопасное состояние при нарушении нормативных параметров технологического процесса;
- для сбора и обработки данных о состоянии технологического оборудования;

### **1.3 Требования к техническому обеспечению АСУ ТП**

Комплекс технических средств АСУ ТП должен соответствовать всем условиям выполнения всех автоматизированных функций АСУ ТП.

Программируемый логический контроллер «Блока сепарации (УКПН)» должен иметь запас по каналам ввода/вывода не менее 20%, для возможности введения в эксплуатацию новых средств измерения и улучшения системы технологического процесса.

Технические средства АСУ ТП должны быть выполнены и смонтированы в соответствии с требованиями технической, эксплуатационной и нормативной документации. Эксплуатация и функционирование технических средств АСУ ТП должна быть удобна при выполнении технического обслуживания.

Все внешние элементы технических средств, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства - иметь защитное заземление.

Средства измерения, используемые в системе, должны быть выполнены во взрывозащищённом исполнении. При выборе средств измерения следует использовать аппаратуру, выполненную с использованием искробезопасных цепей. Чувствительные элементы средств измерения, находящиеся в непосредственном контакте с сероводородсодержащей или другой агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать мембранные разделители сред.

### **1.4 Требования к системе АСУ ТП.**

Автоматизированная система управления «Блока сепарации (УКПН)» должна проектироваться по иерархическому принципу с использованием стандартных протоколов межуровневого обмена информацией.

Выбор структуры информационно-управляющей системы, программируемый логический контроллер, средства измерения и

исполнительные механизмы осуществляются на альтернативной основе и имеют экономическое и техническое обоснование.

В системе должна быть возможность аварийной остановки технологического процесса по физическим каналам. Система должна предусматривать возможность автономной работы. Отключения каналов контроля параметров, определяющих взрывоопасность объекта должен фиксироваться системой.

Система должна быть защищена от несанкционированного доступа к управлению, функциям и информации с помощью прав доступа, паролей и других способов.

### 1.5 Требования к метрологическому обеспечению средств АСУ ТП

Таблица 1 – Нормы погрешности измерительных каналов

Метрологические измерения	Допустимая погрешность
Погрешность средств измерений давления	Не более 1 %
Погрешность средств измерений температуры	Не более +/-2,5°С
Погрешность средств измерений уровня	Не более 1%
Погрешность средств измерений расхода	1 % от расхода

В измерительных каналах системы находятся следующие компоненты: средства измерения давления, средства измерения температуры, средства измерения расхода, преобразователи, устройства связи с объектом (контроллеры), линии связи и передачи данных, программное обеспечение. В составе системы разрешается использовать компоненты, прошедшие Государственную поверку на соответствие действующей на них нормативно-технической документации и находящиеся в Государственном реестре средств метрологического контроля.

## 1.6 Требования к программному обеспечению АСУ ТП

Программное обеспечение АСУ ТП «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» включает в себя следующие компоненты: системное программное обеспечение; инструментальное программное обеспечение; общее прикладное программное обеспечение и специальное прикладное программное обеспечение.

Программное обеспечение АСУ ТП должно обладать следующими свойствами:

- полная достаточная функциональность;
- надежность или безотказность (в том числе восстанавливаемость, наличие средств диагностирования ошибок);
- модифицируемость;
- модульность построения;
- удобство эксплуатации и обслуживания.

АРМ оператора представляет собой интерфейс между человеком (оператором) и процессом и выполняет следующие функции:

- управление данными нижнего уровня, поступающими по локальной сети системы;
- системы контроля и управления в масштабе реального времени;
- отображение технологических и аварийных сообщений;
- сигнализация неисправности локальной сети и фиксация недостоверности данных;
- оперативное управление технологическим процессом и оборудованием;
- обнаружение и отображение критических и аварийных ситуаций;
- отображение информации о текущих параметрах технологического процесса на мнемосхеме оператора;
- вывод сигнализации о нарушении работы технологического оборудования или отклонения от параметров рабочего процесса.



### **1.7 Требования к информационному обеспечению АСУ ТП**

Средства информационного обеспечения системой «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» должны включать в себя:

- унифицированную систему электронных документов, которая может быть выражена в виде набора форм статистической отчетности;
- распределенную структурированную базу данных (БД), которая должна осуществлять хранение системы;
- средства ведения и управления базами данных.

Устройство и метод учреждения информации в концепции обязаны позволять трансформацию и увеличение функций организации. Информационная сочетаемость располагающихся рядом конструкций обязана гарантироваться из-за расчета применения типовых протоколов размена и общей организации кодировки. Для реализации информационного обеспечения АСУ ТП информация накапливается и обрабатывается непосредственно по аналоговым сигналам (по измеренным параметрам).

### **1.8 Требования к математическому обеспечению АСУ ТП**

Математическое обеспечение систем АСУ ТП «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов для обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата.

Модели и алгоритмы должны быть реализованы в формате, который позволяет их представлять в математическом обеспечении АСУ ТП. При создании математической поддержки для автоматизации на нижнем уровне используют стандартный набор функций, реализуемых программным и аппаратным обеспечением.

## 2. Основная часть.

### 2.1. Описание технологического процесса.

Функциональная схема «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКППГ)» приведена в приложении А.

На установке комплексной подготовки газа используют низкотемпературный сепаратор, предназначенный для:

- сепарации газа от капельной жидкости и конденсата, выносимых из пласта;
- осушки газа методом низкотемпературной сепарации при температуре от минус 10°C до минус 30°C и давлении 4,3 МПа;
- охлаждения сырого газа до -2 °С и подогрева осушенного газа до 40 °С;
- ввода метанола в технологический процесс

Низкотемпературный сепаратор представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, устанавливаемый на двух опорах, оснащенный штуцерами для входа сырого газа, выхода газового конденсата, выхода насыщенного метанола, выхода осушенного газа и штуцерами для КИПиА. Газожидкостная смесь поступает в сепаратор через узел входа с сетчатым отбойником. В узле входа происходит предварительное отделение газа от жидкости. Далее смесь проходит три насадки, где происходит дальнейшее разделение на газ и жидкость. Жидкостная смесь поступает в разделитель через узел входа. В узле входа происходит предварительное разделение и распределение жидкости. Далее жидкость поступает на многослойную насадку, где происходит дальнейшее разделение жидкости на конденсат и метанол.

Так как сепаратор является сосудом, работающим под давлением, то он оборудуется контрольно-измерительными приборами, запорной и предохранительной арматурой согласно правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ПБ 03-576-03.

## 2.2. Разработка структурной схемы АС.

Структурная схема комплекса аппаратно-технических средств системы АСУ ТП «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» построенная по трёхуровневую иерархическому принципу, в соответствии с требованиями ТЗ, приведена в приложении В.

Нижний (полевой) уровень системы, состоит из распределённых первичных устройств автоматизации технологического процесса:

- средства измерения давления;
- средства измерения температуры;
- средства измерения расхода;
- средства измерения уровня;
- исполнительные механизмы.

Нижний (полевой) уровень системы должен выполнять следующие функции АСУ ТП:

- сбор и передача сигналов аварийной сигнализации, состояния и положения запорной арматуры, а также насосных агрегатов;
- измерение параметров технологического процесса (температуры, давления, уровня жидкости).

Средний (контроллерный) уровень представлен коммуникационными интерфейсами и локальным контроллером (ПЛК).

ПЛК должен выполнять следующие функции:

- сбор, первичная обработка и хранение информации о параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование, а также обмен информацией с пунктами управления АРМ;

Верхний (информационно–вычислительный) уровень представляет из себя локальную сеть, которая объединяет между собой персональные компьютеры и сервер базы данных. Компьютеры диспетчера и операторов оснащены операционными системами (ОС) Windows 10 и программным обеспечением SCADA-системы InTouch.

На верхнем уровне выполняются следующие задачи:

- сбор и обработка (в том числе масштабирование) данных с локальных контроллеров;
- синхронизация всех подсистем за счёт поддержания единого времени в системе;
- формирование технологической базы данных (БД);
- формирование отчётной документации, протоколов событий;
- предоставление интерфейса непосредственного взаимодействия с оператором АСУ ТП.

### **2.3 Функциональная схема автоматизации.**

Функциональная схема автоматизации является одним из основных проектных документов, определяющих функциональную структуру и объём автоматизации технологических установок и отдельных агрегатов промышленного объекта. Все элементы систем управления показаны в виде условных изображений и объединены в единую систему функциональными линиями связи. Функциональная схема автоматического управления и контроля содержит упрощенный образ технологической схемы автоматизированного процесса. Оборудование на диаграмме показано в виде условных изображений. Функциональная схема автоматизации представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены: технологическое оборудование; коммуникации; органы управления и средства автоматизации (средства измерения, регуляторы, вычислительные устройства, исполнительные устройства) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматизации.

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям, ГОСТ 21.408–13 и приведена в приложении А.

## 2.4 Разработка схемы информационных потоков.

Схема информационных потоков, это способ наглядного предоставления маршрутов, потоков управленческой информации между уровнем сбора и обработки информации (нижний уровень), уровнем текущего хранения (верхний уровень) и уровнем архивного и КИС хранения (верхний уровень).

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода информации. Нижний уровень включает в себя данные аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании сигналов.

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является приемником, производящая запросы данных от внешних источников систем, а также источником информации системы. Буферная база выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматике и телемеханики к графическим экранным формам АРМ-приложений. На среднем уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации системы. Сигналы между контроллером среднего уровня, контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet через коммуникационный контроллер.

Параметры передачи информационных данных в локальную вычислительную сеть:

- температура на входе в реактор риформинга, °С
- давление на входе в реактор риформинга, Мпа
- температура в реакторе риформинга, °С
- давление на входе в реактор синтеза метанола, Мпа
- температура в реакторе синтеза метанола, °С
- предельный верхний уровень в колонне разделения метанола и воды,

М

М

- температура в колонне разделения метанола и воды, °С
- предельный нижний уровень в колонне разделения метанола и воды,

М

- аварийный нижний уровень в колонне разделения метанола и воды,

М

- уровень в колонне разделения метанола и воды, м

- состояние задвижки регулирования выхода воды из колонны

разделения метанола и воды, м

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA\_BBBB\_CCCC\_DDDDD,

где

AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

- DAV – давление;
- TEM – температура;
- URV – уровень;
- UPR – управление задвижкой;
- RAS – расход;

BBB – код технологического аппарата/объекта, 3 символа:

- K01 – задвижка 1;
- K02 – задвижка 2;
- K03 – задвижка 3;
- SEP – сепаратор;

CCCC – объект контроля или управления, не более 4 символов:

- GAZ – газ;
- REG – регулятор;
- MET – метанол;
- WAT – конденсат;
- GJSM – граница уровня;

DDDDD – примечание, не более 5 символов:

- AVARH – верхняя аварийная сигнализация;
- AVARL – нижняя аварийная сигнализация;
- PREDH – верхняя предупредительная сигнализация;
- PREDL – нижняя предупредительная сигнализация.

Знак подчеркивания \_ в данном представлении является разделителем частей идентификатора.

## **2.5 Выбор средств реализации АСУ ТП.**

Для реализации проекта АСУ ТП «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» необходимо выбрать программно-технические средства, также проанализировать их совместимости.

Программно-технические средства АС «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Сбором информации о технологическом процессе занимаются измерительные устройства, а исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

### **2.5.1 Выбор контроллерного оборудования.**

Для реализации проекта АСУ ТП «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» были рассмотрены 3 производителя контроллеров, а именно: LINPAC, Schneider - Electric и Siemens.

Для построения АС «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» было выбрано контроллерное оборудование

немецкого производителя «Schneider - Electric», а именно контроллер Schneider - Electric Modicon M340 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Schneider - Electric Modicon M340.

ПЛК Schneider - Electric Modicon M340 это идеальный выбор для OEM-профессионалов. Исключительно надежный, мощный и компактный программируемый логический контроллер Modicon M340 – это идеальное решение для предприятий, специализирующихся в таких областях, как нефтегазовая отрасль. Расширение возможности для интеграции приводов Altivar и Lexium, графических терминалов Magelis и модулей безопасности Preventa позволяет в значительной степени облегчить конфигурирование и эксплуатацию оборудования компании Schneider Electric. Контроллер Modicon M340 идеально подходит для совместного использования с ПЛК Modicon Premium и Modicon Quantum и способен удовлетворить любым требованиям по автоматизации производственных процессов и инфраструктуры с применением технологии Transparent Ready. ПЛК Schneider - Electric Modicon M340 работают совместно с системой Unity Pro. Это многофункциональное программное обеспечение служит для программирования, отладки и управления ПЛК Modicon M340, Premium и Quantum, а также Atrium. Система Unity Pro, соответствующая стандарту МЭК 61131-3, обладает признанными достоинствами пакетов PL7 и Concept, в ее основу входят известные стандарты PL7 и Concept.



В синергии с другим оборудованием Schneider Electric программируемые логические контроллеры Modicon M340 представляют мощный инструмент для решения любых задач автоматизации.

ПЛК строится по модульному принципу. Модуль — минимальная неделимая единица, выполняющая однотипные функции.

ПЛК в своем составе может иметь следующие основные виды модулей:

- модули дискретного ввода/вывода;
- модули аналогового ввода/вывода;
- процессорный ВМХ 34 10;
- модуль питания (ИП);
- панель управления (ПУ);

Для территориального распределения модулей одного контроллера (связью по Ethernet-протоколу) необходимо использовать пару преобразователей интерфейса Schneider - Electric CPU MPI.

Для территориального распределения системы, построенной на контроллерах Schneider - Electric Modicon M340, в них реализован информационный обмен посредством интерфейса Ethernet. Все ПЛК Schneider - Electric Modicon M340 в системе могут обмениваться состояниями и значениями каналов.

Если к контроллеру необходимо подключить другие устройства серии Schneider - Electric Modicon M340 или устройства сторонних производителей, то это можно сделать посредством специальных коммуникационных модулей интерфейс RS-485 и/или интерфейс Ethernet.

Технические характеристики Schneider - Electric Modicon M340 приведены ниже.

### Стандартный процессорный модуль BMX 34 10

### Усовершенствованные процессорные модули BMX 34 20



<b>Шасси</b>	Кол-во шасси	2 (4, 6, 8 или 12 слотов)	4 (4, 6, 8 или 12 слотов)
	Макс. кол-во слотов (без учета модуля питания)	24	48
<b>Ввод/Вывод</b>	Дискретный ввод/вывод ПЛК (1)	512 каналов (модули с 8, 16, 32 или 64 каналами)	1024 канала (модули с 8, 16, 32 или 64 каналами)
	Аналоговый ввод/вывод ПЛК (1)	128 каналов (модули с 2, 4, 6 или 8 каналами)	256 каналов (модули с 2, 4, 6 или 8 каналами)
	Распределенный ввод/вывод	В зависимости от типа сети: по Ethernet TCP/IP через сетевой модуль (63 устройства с сервисом опроса входов/выходов (I/O Scanning), по Modbus (32 устройства))	
<b>Специализированные каналы ПЛК</b>	Макс. кол-во каналов (счетчик и последовательная линия)	20	36
	Счетчик (1)	BMX ENC 0200, 60 кГц, 2-канальные или BMX ENC 0800; 10 кГц, 8-канальные модули	
	Управление движением (1)	BMX MSP 0200, 200 кГц, 2-канальные с выводным РТО-модулем (Pulse Train Output) для сервоприводов	
	Управление непрерывным процессом, ПИД-регуляторы	Библиотека EFB для управления непрерывным процессом	
<b>Встроенные коммуникационные порты</b>	Ethernet Modbus/TCP	-	
	Поддержка шины CANopen Master	-	
	Последовательный порт	1 в режиме "ведущий/ведомый" (Master/Slave) по RTU/ASCII Modbus или в символьном режиме (по неизолированному RS232/RS485 со скоростью 0,3...38,2 Кбит/с)	
	Порт USB	1 порт для программирования (ПК разъем)	
<b>Коммуникационные модули</b>	Макс. кол-во сетевых модулей (1)	1 (сетевой модуль BMX NOE 0110/0110)	2 (сетевой модуль BMX NOE 0100/0110)
	Ethernet Modbus/TCP	1 x 10BASE-T/100BASE-TX (Modbus TCP/IP, BOOTP/DHCP, FDR, служба "Глобальные данные", сервис опроса входов/выходов, web-сервер (стандартный класса В30 или конфигурируемый класса С30)) (2)	
<b>Объем внутренней памяти</b>	Внутренняя RAM, выделенная пользователю	2048 Кб	4096 Кб
	Для программ, констант и символов	1792 Кб	3584 Кб
	Для локализованных/нелокализованных переменных	128 Кб	256 Кб

## 2.5.2 Выбор исполнительных устройств и средств измерения.

В ходе технологического процесса и диагностики автоматике в соответствии с техническим заданием предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА и обменом данными в соответствии со спецификацией HART, при этом подбор

необходимо вести для агрессивных сред, с взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями.

### 2.5.2.1 Средства измерения температуры.

Для выбора средств измерения температуры был проведен сравнительный анализ средств измерения температуры:

- Endress+Hauser Thermophant T TTR31;
- Kobold TWL-R-Exd;
- KROHNE Optitemp TCA-F23.

Результаты сравнения занесены в таблицу 2.

Таблица 2 – Сравнительный анализ средств измерения температуры.

Критерии выбора	Endress+Hauser Thermophant T TTR31	Kobold TWL-R-Exd	Optitemp TCA-F23
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измерения температуры:	-50 до 200°C	-80... +600°C	-200 +600 °C
Предел допускаемой погрешности	0.5%	0.25%	0.25%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА
Взрывозащищенность	Ex , Exd	Ex , Exd	Ex , Exd
Степень защиты от пыли и воды	IP68	I IP54, IP65	IP68

Для решения задачи модернизации «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» был выбран температурный датчик Endress+Hauser Thermophant T TTR31 (рисунок 3). Температурный датчик Endress+Hauser Thermophant T TTR31 предназначен для безопасного измерения, мониторинга и управления температурами процесса в диапазоне от -50 до 200°C. Электронные версии прибора с переключающимися выходами 2 х PNP или одним переключающимся выходом и выходом 4...20мА с наложенным цифровым сигналом HART.

Преимущества данного датчика в том, что при его создании были применены последние достижения в технологиях. Микроэлектроника переключений для децентрализованного и экономичного мониторинга и управления процессом. Быстрое и гибкое переключение к процессу благодаря модульному соединению. Высокая воспроизводимость и длительная стабильность. Высокая точность по всему диапазону температур окружающей среды и короткое время реакции.

Принцип измерения в данном датчике заключается в том, что платиновый датчик, расположенный в измерительном наконечнике, меняет свое сопротивление в зависимости от температуры. Эта величина сопротивления регистрируется электроникой. Преобразование величины сопротивления в сигнал измерения температуры определяется международным стандартом IEC 60751.



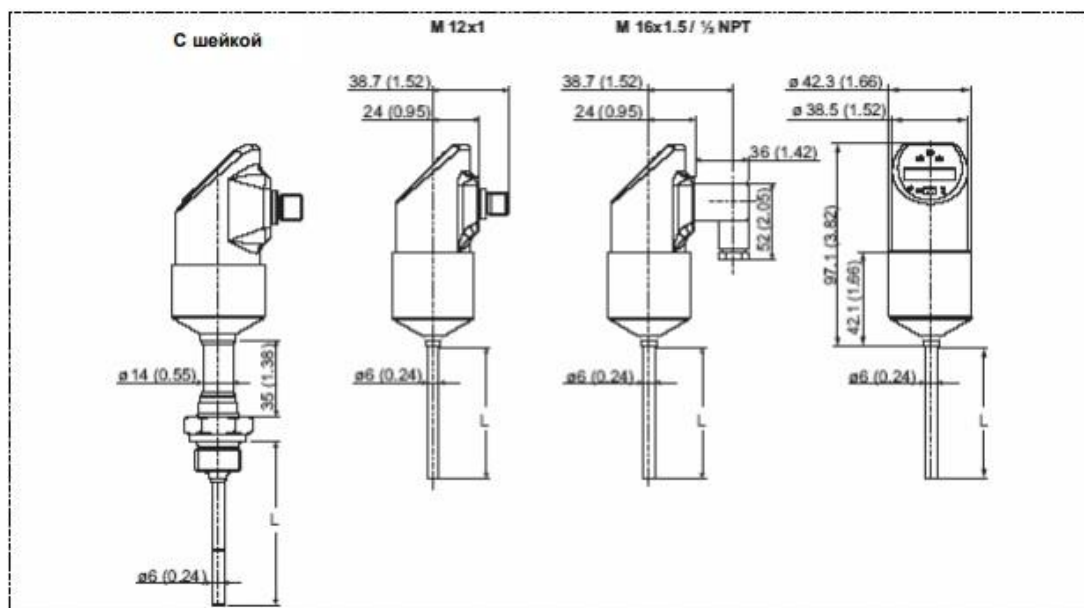


Рисунок 3 – Температурный датчик Endress+Hauser Thermophant T TTR31.

Технические характеристики Endress+Hauser Thermophant T TTR31 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики Endress+Hauser Thermophant TTTR31.

Параметр	Значение
Диапазоны температур:	-50... +200°C;
Предел допускаемой погрешности	±0,5%
Напряжение питания:	12...30 В
Взрывозащита:	ATEX; FM; CSA
Выходной сигнал:	4-20 мА + HART
Степень защиты:	IP 68

Опросный лист на заказ термопреобразователя температуры SITRANS 7NG3130 служит для отображения параметров технологического процесса и подбора необходимого средства измерения температуры (рисунок 4).

### 2.5.2.2 Средства измерения давления.

Для выбора средств измерения давления был проведен сравнительный анализ датчиков давления:

– Endress + Hauser Delta bar S PMD75

- Yokogawa EJX910A;
- Siemens SITRANS P410;

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительный анализ средств измерения давления.

Критерии выбора	Delta bar S PMD75	Yokogawa EJX910A	SITRANS P410
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Рабочее давление	до 42 МПа	До 16 МПа	До 16 МПа
Предел допускаемой погрешности	0,05%	0,15%	0,04%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex / Exd	Ex/ Exd	Ex / Exd
Температура окружающей среды	-40 +100 °С	-40 +120 °С	-40 +100 °С
Степень защиты от пыли и воды	IP 67	IP65 / IP67	IP 68

Преобразователь дифференциального давления Deltabar PMD75 с пьезорезистивным датчиком и сварной металлической мембраной используется во всех отраслях промышленности для непрерывного измерения жидкостей, пара и газа. Управление при помощи 3х кнопок и русифицированного меню обеспечивает простую доступность и эксплуатацию. Встроенный модуль данных HistoROM обеспечивает просто и удобное управление параметрами процесса и прибора.

Разделяющие диафрагмы отклоняются при воздействии давления. Заполняющее масло передает давление на полупроводниковый резистивный мост. Изменение выходного напряжения моста пропорционально дифференциальному давлению.

Преимущества данного прибора: его стандартный рабочий ряд давления от 16 МПа до 42 МПа, высокая стабильность, высокая перегрузочная

способность, вторичный барьер (вторичная оболочка) для повышения механической надежности.

Местный 4х строчный жидкокристаллический дисплей используется для настройки и отображения. На дисплее отображаются измеряемые значения, диалоговые тексты, сообщения об ошибках.

Выход датчика давления Deltabar PMD75 использует выходной сигнал 4...20мА с наложенным цифровым сигналом HART, 2х проводный, цифровые коммутационные сигналы PROFIBUS PA и Foundation Fieldbus.

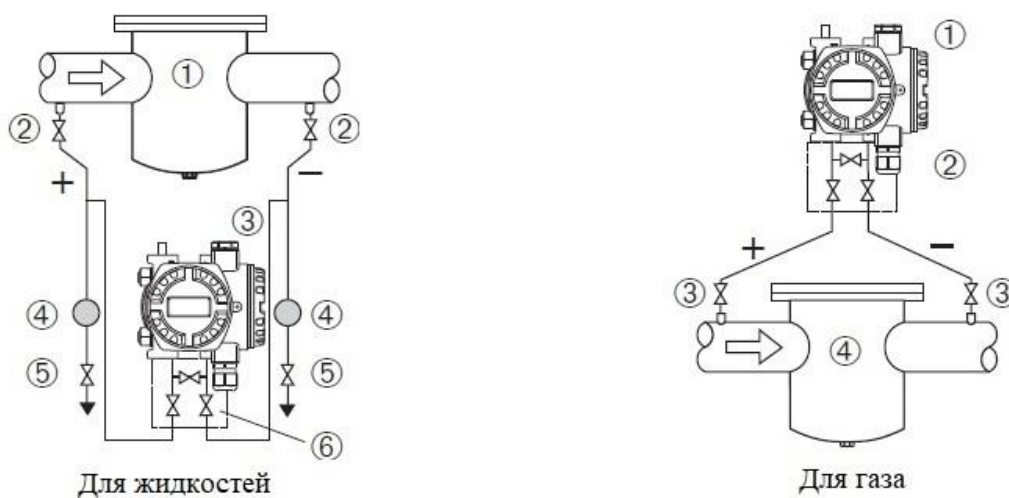


Рисунок 5 – Средство измерения давления Endress + Hauser Delta bar S  
PMD75.

Преимущества преобразователя давления Endress + Hauser Delta bar S  
PMD75:

- Наивысшая точность и долговременная стабильность

- Высокая степень безопасности благодаря газонепроницаемому уплотнению с возможностью использовать в системах функциональной безопасности SIL2 /3, сертифицирован по IEC 61508
- Устойчивость к перегрузке до 420бар/42Мпа, мониторинг функциональности.
- Независимая системная интеграция (HFRT/PA/FF)

В таблице 5 приведены технические характеристики преобразователя давления.

Таблица 5 – Технические характеристики преобразователя давления.

Параметр	Значение
Диапазон измерения:	1 Па – 42 МПа
Выходной сигнал:	4-20 мА + HART
Основная точность:	± 0.05% URL, опционально ± 0.05% URL
Стабильность:	0,05% от верхнего значения диапазона в год
Опции:	Модуль встроенной памяти HistoROM/M-Dat 4х-строчный цифровой дисплей корпус из нержавеющей стали или алюминия Раздельное исполнение корпуса
Температура среды:	-40...+100 °C
Степень защиты:	IP 67
Сертификаты:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ATEX, FM, CSA, CSA C/US, IEC Ex, TIIS, INMETRO, NEPSI, EAC</li> <li>• Защита от перелива WHG SIL</li> <li>• EN 10204-3.1 NACE MR0175, MR0103</li> <li>• GL/ABS</li> </ul>

Опросный лист на заказ преобразователя давления Endress + Hauser Delta bar S PMD75 служит для отображения параметров технологического процесса и подбора необходимого средства измерения давления (рисунок 6).



### Опросный лист для подбора датчиков и преобразователей давления

Предприятие-заказчик:	ИНЭО ТПУ		
Контактное лицо (Ф.И.О., Должность)	Овчинников Алексей Александрович		
Тел./Факс:	8-923-433-79-06	E-mail:	
Позиционное обозначение и кол-во приборов:	Endress + Hauser Delta bar S PMD75 2шт		
Задача	<input checked="" type="checkbox"/> Непрерывное измерение	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнализация	
Название, состав рабочей среды (для растворов укажите концентрацию)	нефть		
Агрегатное состояние	<input checked="" type="checkbox"/> Жидкость	<input type="checkbox"/> Газ	
Характеристика рабочей среды	<input type="checkbox"/> Коррозионная	<input type="checkbox"/> Абразивная	
Измеряемый параметр	<input type="checkbox"/> Избыточное давление	<input type="checkbox"/> Перепад давления	
	<input type="checkbox"/> Абсолютное давление	<input type="checkbox"/> Разрежение	
	<input checked="" type="checkbox"/> Гидростатическое давление		
Диапазон температур окружающей среды	от <input type="text" value="10"/> до <input type="text" value="55"/> °C		
Датчик будет монтирован в обогреваемый шкаф?	<input checked="" type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет	
Способ монтажа	<input type="checkbox"/> на кронштейне (подвод имп. линий)* <input type="checkbox"/> напрямую		
	<input type="checkbox"/> через разделительную диафрагму (гибкие капилляры)		
	<input type="checkbox"/> снизу <input type="checkbox"/> сбоку <input type="checkbox"/> сверху		
*Подвод импульсных линий			
Диапазон температур рабочей среды	от <input type="text" value="-40"/> до <input type="text" value="+100"/> °C		
Статическое давление (для датчиков перепада давления)	<input checked="" type="checkbox"/> < 70 бар		
	<input type="checkbox"/> < 160 бар <input type="checkbox"/> < 420 бар		
Шкала прибора, единицы измерения	<input type="text"/>		
Требуемая точность измерения	<input type="text"/>		
Тип взрывозащиты	<input type="checkbox"/> Нет	<input checked="" type="checkbox"/> Ex ia	<input type="checkbox"/> Ex d
Материал корпуса	<input type="checkbox"/> алюминий	<input checked="" type="checkbox"/> нержавеющая сталь	
Кабельный ввод	<input type="checkbox"/> требуется	<input type="checkbox"/> не требуется	
Тип кабельного ввода	<input type="checkbox"/> пластик <input type="checkbox"/> под металлорукав		
	<input type="checkbox"/> под бронированный кабель		
Резьба кабельного ввода	<input type="checkbox"/> M20x1.5	<input type="checkbox"/> G 1/2"	<input type="checkbox"/> 1/2" NPT
Тип выходного сигнала	<input type="checkbox"/> 4...20 мА	<input checked="" type="checkbox"/> 4...20 мА HART	<input type="checkbox"/> Релейный
	<input type="checkbox"/> Profibus PA	<input type="checkbox"/> Foundation Fieldbus	
Присоединение к процессу	<input type="checkbox"/> Резьбовое	<input type="checkbox"/> M20x1.5	<input type="checkbox"/> MNPT1/2" <input type="checkbox"/> G1/2" <input type="checkbox"/> Другое <input type="text"/>
	<input checked="" type="checkbox"/> Фланцевое	DN <input type="text"/> PN <input type="text"/> тип фланца <input type="text"/>	
	<input type="checkbox"/> Другое (укажите)	<input type="text"/>	

Рисунок 6 – Опросный лист подбора средства измерения давления.

### 2.5.2.3 Выбор средств измерения расхода.

Для выбора средств измерения расхода был проведен сравнительный анализ расходомеров:

- Krohne Optiflux 2300 C;
- Endress+Hauser Prowirl 73F;
- Rosemount 8800D;

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнительный анализ средств измерения расхода.

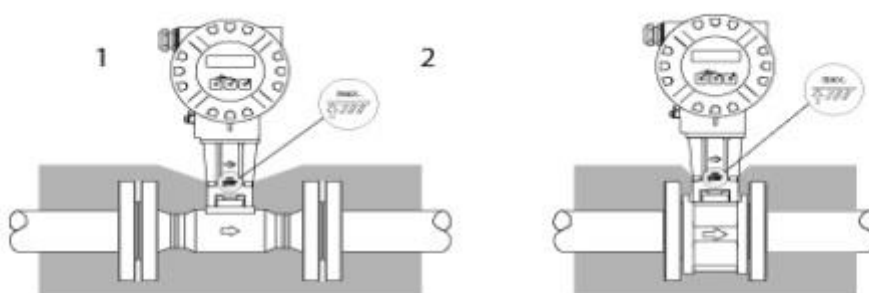
Техническая характеристика	Optiflux 2300 C	Endress+Hauser Prowirl 73F	Rosemount 8800D
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	± 1%	± 0,75%	± 1 %
Выходной сигнал	4...20мА + HART	4...20мА+ HART	4...20мА/HART
Взрывозащищенность	Ex, Exd	ATEX, IECEx. cCSAus, TIS	Ex, Exd
Температура окружающей среды	-40 +50 °С	-40 +80 °С	-50 +50 °С

Расходомер — прибор, измеряющий объемный расход или массовый расход вещества, то есть количество вещества (объем, масса), проходящее через данное сечение потока, например, сечение трубопровода в единицу времени. Если прибор имеет интегрирующее устройство (счетчик) и служит для одновременного измерения и количества вещества, то его называют счетчиком-расходомером.

Для решения задачи модернизации «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» был выбран расходомер Endress+Hauser Prowirl 73F предназначенный для измерения расхода жидкости, газа, пара в системах автоматического, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности и соответствующий международным требованиям и нормам (рисунок 7).



©Endress+Hauser



- 1 = Вариант фланцевого исполнения
- 2 = Вариант пластинчатого исполнения

Рисунок 7 – Вихревой расходомер Endress+Hauser Prowirl 73F.

Исследования показали, что перекалиброванные устройства Prowirl показывают очень высокую степень устойчивости по сравнению с их первичной калибровкой: Значение перекалибровки были все в пределах характеристики первоначальной измерительной точности устройств. Различные испытания в процедуры имитации, выполненные на устройствах, показали, что состояние граней тела обтекания Prowirl, не имело отрицательного влияния на точность, вплоть до износа на диаметр закругления до 1мм.

Кроме объемного расхода измерительный прибор так же измеряет температуру среды. Температура измеряется с помощью датчика температуры Pt 1000, расположенного в лопатке датчика DSC, т.е. непосредственно в рабочей среде.

Расходомер Endress+Hauser Prowirl 73F так же предоставляет широкие возможности диагностики, такие как предельные значения расходов, температуру окружающей и рабочей среды.

Опросный лист на заказ вихревого расходомера Endress+Hauser Prowirl 73F служит для отображения параметров технологического процесса и подбора необходимого средства измерения расхода (рисунок 8).

### Опросный лист для подбора расходомеров жидкости, газа и пара

Предприятие-заказчик*	ИНЭО ТПУ		
Контактное лицо* <small>(Ф.И.О., Должность)</small>	Овчинников Алексей Александрович		
Тел./Факс*	8-923-433-7906	E-mail*	
Позиционное обозначение и кол-во приборов:	Endress+Hauser Prowirl 73F 3шт		

Задача*	<input checked="" type="checkbox"/> Измерение	<input checked="" type="checkbox"/> Сигнализация		
Необходимая погрешность измерения*	<input type="text" value="0,75"/>	% от измерения		
Прямые участки на месте установки расходомера	до расходомера, м <input type="text" value="300"/>	после расходомера, м <input type="text" value="500"/>		
Название, состав рабочей среды (для растворов укажите концентрацию)	<input type="text" value="Газожидкостная смесь, нефть"/>			
Характеристики рабочей среды*	<input checked="" type="checkbox"/> Газ	<input type="checkbox"/> Насыщенный пар	<input type="checkbox"/> Перегретый пар	
	<input checked="" type="checkbox"/> Коррозивная	<input type="checkbox"/> Имеет тенденцию к налипанию		
	<input type="checkbox"/> Абразивная, содержит до <input type="text" value=""/>	% твердых частиц		
Единицы измерения расхода*	<input checked="" type="checkbox"/> м <sup>3</sup> /час	<input type="checkbox"/> кг/час	<input type="checkbox"/> мм <sup>3</sup> /час	<input type="checkbox"/> Другое, укажите <input type="text" value=""/>

Диапазон значений рабочего расхода*	мин. <input type="text" value="500"/>	ном. <input type="text" value=""/>	макс. <input type="text" value="1000"/>	
Температура рабочей среды*, °C	мин. <input type="text" value="+10"/>	ном. <input type="text" value="+35"/>	макс. <input type="text" value="+55"/>	
Температура окружающей среды*, °C	мин. <input type="text" value=""/>	ном. <input type="text" value="+25"/>	макс. <input type="text" value=""/>	
Взрывобезопасное исполнение. *	<input type="checkbox"/> Нет	<input checked="" type="checkbox"/> EEx i	<input checked="" type="checkbox"/> EEx d	
Тип и количество выходных сигналов*	<input checked="" type="checkbox"/> Profibus PA	<input checked="" type="checkbox"/> 4...20 мА HART	<input type="checkbox"/> +1	<input type="checkbox"/> +2
	<input type="checkbox"/> Profibus DP	<input type="checkbox"/> Частотно-импульсный	<input type="checkbox"/> +1	
	<input type="checkbox"/> Modbus RS485	<input type="checkbox"/> 1 x Реле	<input type="checkbox"/> 2 x Реле	
	<input type="checkbox"/> Foundation Fieldbus	<input type="checkbox"/> Дискретный вход	<input type="checkbox"/> Вход 4...20 мА	
	<input checked="" type="checkbox"/> Беспроводная передача WirelessHART			
Источник питания	<input checked="" type="checkbox"/> ~220В / = 24В			

Рисунок 8 – Опросный лист подбора средства измерения расхода.

#### 2.5.2.4 Выбор средства измерения уровня.

Для выбора средств измерения уровня был проведен сравнительный анализ уровнемеров:

- Krohne Optiflex 1300 C;
- Endress+Hauser Levelflex FMP52;
- Сапфир – 22 МП ДУ;

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Сравнительный анализ средств измерения уровня.

Техническая характеристика	Optiflex 1300 C	Endress+Hauser Levelflex FMP52	Сапфир – 22 МП ДУ
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0.2 %	±0.1 %	±0.2 %
Выходной сигнал	4...20мА/ HART	4...20мА/ HART	4...20мА/ HART
Максимальная рабочая температура	-40...+125 °С	-50...+200 °С	-30...+200 °С
Взрывозащита	Ex, Exd	ATEX, FM, CSA, CSA	Ex, Exd

Для решения задачи модернизации «Блока сепарации установки комплексной подготовки нефти (УКПН)» был выбран микроимпульсный уровнемер Endress+Hauser Levelflex FMP52 (рисунок 9).



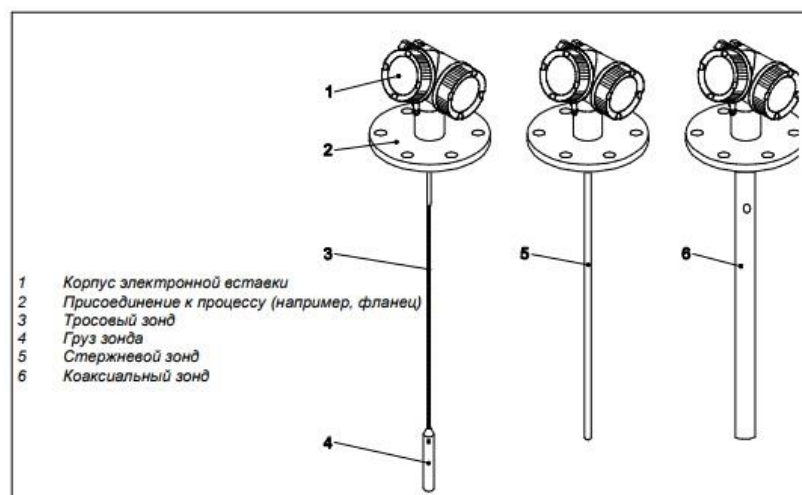


Рисунок 9 – Микроимпульсный уровнемер Endress+Hauser Levelflex FMP52.

Levelflex FMP52 предназначен для измерения уровня агрессивных жидкостей с беззаборным PFA покрытием. Смачиваемые части – материалы из списка FDA. Микроимпульсный уровнемер FMP52 обеспечивает максимальную надежность даже при смещении поверхности. Levelflex FMP52 использует для непрерывного измерения уровня жидкостей, паст и пульп, а так же в качестве прибора определения разбора фаз. На процесс измерения не влияет изменение среды, температуры, наличие прослоек газа или пара.

Преимущество данного прибора заключается в том, что он проводит надежное измерение даже при изменении продукта или рабочих условий. Сокращение времени ремонта благодаря уникальной технологии HistoROM, автоматически сохраняющей и восстанавливающей текущие настройки. Надежность измерений благодаря инновационной технологии Multi-Echo Traking.

Чем выше коэффициент диэлектрической проницаемости, тем выше интенсивность отраженного сигнала. Волноводная технология имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами измерений уровня, поскольку радарные импульсы практически невосприимчивы к составу среды, атмосфере резервуара, температуре и давлению.

Технические характеристики уровнемера Endress+Hauser Levelflex FMP52 представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики Endress+Hauser Levelflex FMP52.

Принцип измерения	принцип вытеснения
Диапазон преобразования уровня в токовый сигнал:	от 10 до 20 000 мм.
Дискретность преобразования:	$\pm 0.1 \%$
Температура изм. среды	- 50... + 200 °С
Давление	До 4 МПа
Материал исполнения	Сенсор: нерж. сталь, Hastelloy, другие материалы – по запросу
Маркировка взрывозащиты	Explosion protection acc. to FM (pending) Certificate of Compliance 3008490 - Identification (XP/DIP) or (IS); (NI) CL I, DIV 1, GP ABCD T4...T6; CL II, DIV 1, GP EFG; CL III; CL I, ZN 0/1 AEx ia IIC T4...T6; CL I, DIV 2, GP ABCD T4...T6; CL II, DIV 2, GP FG; CL III • Explosion protection to CSA (pending) Certificate of Compliance 1153651 - Identification (XP/DIP) or (IS) CL I, DIV 1, GP ABCD T4...T6; CL II, DIV 1, GP EFG; CL III; Ex ia IIC T4...T6; CL I, DIV 2, GP ABCD T4...T6; CL II, DIV 2, GP FG; CL III
Выходной сигнал	4-20 мА + HART
Срок службы	5 лет

#### 2.5.2.5 Выбор сигнализатора предельного уровня.

Для выбора сигнализатора предельного уровня был проведен сравнительный анализ сигнализаторов уровня:

- Скат 5-с;
- Endress+Hauser Liquiphant FTL 51;
- Сапфир – 22 МП ДУ;

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 9.



Таблица 9 – Сравнительный анализ сигнализатора предельного уровня.

Техническая характеристика	Скат 5-с	Endress+Hauser Liquiphant FTL 51	NIVOS WITCH
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0.2 %	±0.1 %	±0.2 %
Принцип действия	Вибрационный	Вибрационный	Вибрационный
Максимальная рабочая температура	-45...+260 °С	-50...+250 °С	-40...+130 °С
Взрывозащита	Ex, Exd	Ex, Exd	Ex, Exd
Длина стержня	До 3000 мм	До 3000 мм	До 3000 мм
Давление в системе	56 бар	64 бар	40 бар

Для решения задачи модернизации «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» был выбран сигнализатор предельного уровня Endress+Hauser Liquiphant FTL 51 (рисунок 11).



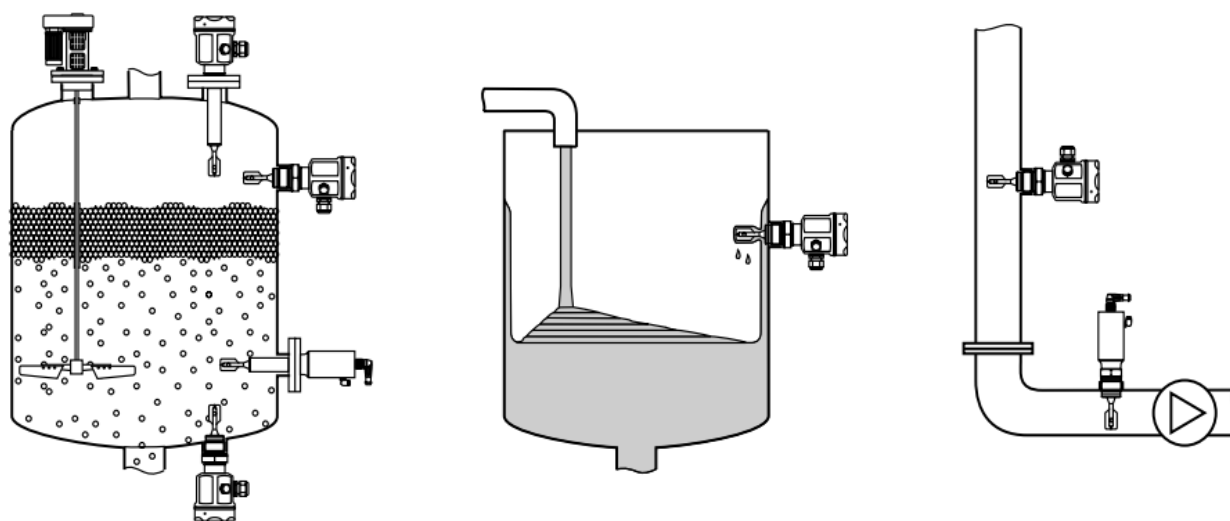


Рисунок 11 – Сигнализатор предельного уровня Endress+Hauser Liquiphant FTL 51.

Liquiphant FTL 51 – датчик предельного уровня с удлиненной трубкой для использования во взрывоопасных зонах, имеющий все международные сертификаты стандарта. Датчик подходит для всех отраслей промышленности. FTL 51 обеспечивает функциональную безопасность SiI2/SiI3. Дополнительная защита гарантирует высокую степень безопасности и готовности прибора. Достоверные результаты измерения, независимо от: меняющихся свойств среды, скорости потока, турбулентности, пузырькового газа, пены, вибрации или налипания.

Преимущества данного прибора заключается в том, что для него не требуется калибровка, просто ввод в эксплуатацию. Отсутствие движущихся механических деталей: исключается износ, не требуется техническое обслуживание, обеспечивается длительный срок эксплуатации. Мониторинг вибровилки на проявление повреждений: надежное функционирование. Дополнительные меры для защиты окружающей среды. Большой выбор стандартизированных соединений к процессу для всех областей применения. Корпус из нержавеющей стали (316L) и вибровилка из материалов повышенной коррозионной стойкости(Alloy).

Таблица 10 – Технические характеристики сигнализатора предельного уровня Endress+Hauser Liquiphant FTL 51.

Тип	сигнализатор уровня
Принцип действия	вибрационный
Измеряемая среда	жидкость, плотностью 0.5 .. 1.5 г/см <sup>3</sup>
Длина стержня	до 3000 мм
Температура измеряемой среды	-50 .. 150 °С
Давление в системе	-1 .. 100 бар
Материал	нержавеющая сталь 316L (корпус)
Питание	АС/DC

### 2.5.2.6 Выбор регулирующего клапана.

Для выбора регулирующего клапана с электроприводом был проведен сравнительный анализ регулирующих клапанов с электроприводом:

- ELESYB;
- AUMA SA;
- СОКРАТ;

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Сравнительный анализ регулирующих клапанов с электроприводом.

Техническая характеристика	ELESYB	AUMA SA	СОКРАТ
Питание Тип двигателя	220 – 380 В асинхронный	220 – 500 В асинхронный	220 В асинхронный
Принцип действия	Регулирующий	Регулирующий	Регулирующий
Максимальная рабочая температура	-45...+80°С	-40...+80°С	-40...+60 °С
Взрывозащита	Ex, Exd	Ex, Exd	Ex, Exd
Класс защиты	IP 68	IP 68	IP 68
Скорость вращения	3 – 165 об/мин	4 – 180 об/мин	5 – 190 об/мин

Для решения задачи модернизации «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» в качестве регулирующего клапана будет использоваться регулируемые клапаны с электроприводом AUMA SA (рисунок 13).

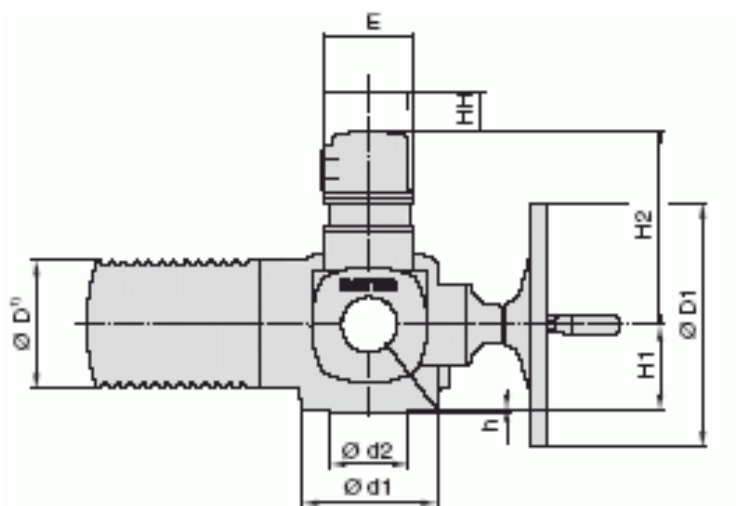


Рисунок 13 – Регулирующий клапан с электроприводом AUMA SA.

Регулирующие клапаны служат для управления потоками различных жидких, газообразных и газожидкостных смесей. Регулирующие клапаны применяются в энергетической, химической, нефтяной и газовой

промышленности, водоснабжении, газоснабжении, теплоэнергетике, пищевой промышленности и других отраслях промышленности. Регулирующие клапаны изготавливаются из углеродистой, легированной и нержавеющей сталей, работающие при температуре окружающей среды от -40 до + 80°C, а также температуре рабочей среды до +650°C.

Регулирующие клапаны комплектуются пневматическими либо электрическими приводами. Регулирующие клапаны изготавливаются во взрывозащищенном исполнении, искробезопасными цепями, оснащены средствами управления и позиционирования для точного управления технологическим процессом производства. Регулирующие клапаны изготавливаются с проходным, угловым и трехходовым типами корпуса.


Электродвигатель приводит в движение редуктор. Крутящий момент на выходе редуктора передается на арматуру через стандартизованный механический интерфейс. Блок выключателей электропривода записывает положение хода и контролирует выходной крутящий момент. Блок выключателей подает на электродвигатель сигнал о достижении арматурой конечного положения или установленного значения крутящего момента. Как только электродвигатель получает данный сигнал, его средства управления останавливают привод. Обмен командами управления и сигналами обратной связи между средствами управления электродвигателя и РСУ осуществляется через соответствующий электрический интерфейс.

Многооборотные приводы SA согласно EN ISO 5210, многооборотный привод способен выдерживать усилие на арматуре и передавать на нее крутящий момент для как минимум одного оборота. В большинстве случаев для многооборотной арматуры требуется значительно больше одного оборота, поэтому задвижки часто оснащаются выдвигным штоком. Для управления такой арматурой приводу необходимо совершить несколько оборотов. По этой причине многооборотные приводы SA оснащены пустотелым валом, через который проходит шток задвижки.

Таблица 12 – Технические характеристики электропривода AUMA SA.

Тип электропривода	Многооборотный
Режим управления	Регулирование
Тип исполнения	Общепромышленный
Температура окружающей среды	-40 .. 80 °С
Температура рабочей среды	650 °С
Материал	нержавеющая сталь, углеродистая сталь, легированная сталь
Класс защиты	IP 68
Питание Тип двигателя	220 – 500 В Асинхронный
Частота управления	300 кГц
Взрывозащита	Ex, Exd
Скорость вращения	80-1500 об/мин
Блоки управления	AUMA MATIC, AUMATIC

Опросный лист на заказ регулирующего клапана с электроприводом AUMA SA служит для отображения параметров технологического процесса и подбора необходимого регулирующего клапана с электроприводом (рисунок 14).

<p>АУМА - Центральный офис (Москва): тел. (495)787-78-21; АУМА - С-Петербург: тел. (812)336-55-02; АУМА - Сургут: тел. (3462) 236-234; АУМА - Красноярск: тел. (391)268-21-67; АУМА - Пермь: тел. (342)261-13-51; АУМА - Ростов-на-Дону: тел. (863)251-64-62; АУМА - Хабаровск: тел. (4212)47-75-25</p>		 <p>Solutions for a world in motion</p>		
<p>Организация (контактное лицо, телефон)</p>		<p>Проект</p>		
<p><b>Общие характеристики и характеристики арматуры</b></p>		18	<p>Индикатор работы привода (блинкер) <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет</p>	
1	<p>Количество <u>3</u> шт.</p>	19	<p>Механический указатель положения <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет</p>	
2	<p>Производитель</p>	20	<p>Защитная труба для выдвижного штока арматуры <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет</p>	
3	<p>Тип арматуры</p>	21	<p>Дистанционный указатель положения <input checked="" type="checkbox"/> RWG/EWG (4-20 мА) <input type="checkbox"/> Потенциометр <input type="checkbox"/> MWG (только с АС)</p>	
4	<p>Типоразмер <math>D_y(DN)</math> <u>    </u> мм <math>P_y(PN)</math> <u>    </u> МПа</p>			
5	<p>Назначение <input checked="" type="checkbox"/> регулирующая <input type="checkbox"/> запорная</p>			
6	<p>Крутящий момент (усилие, Н) <math>M_{max}</math> <u>    </u> Нм <math>(M_{reg})</math> <u>    </u> Нм</p>	<p><b>Характеристики кабеля</b></p>		
7	<p>Режим работы <input type="checkbox"/> кол-во запусков в час <u>    </u> <input checked="" type="checkbox"/> S4=25 % (стандарт) <input type="checkbox"/> S4=50 % или <input type="checkbox"/> S2=15(10) мин (стандарт) <input type="checkbox"/> S2=30 мин <input type="checkbox"/> другой <u>    </u></p>	22	<p>Комплект кабельных вводов <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет</p>	
8	<p>Требуемое время закрытия арматуры <u>0,15</u> сек</p>	23	<p>Тип кабеля <input checked="" type="checkbox"/> бронированный <input type="checkbox"/> небронированный</p>	
9	<p>Температура окружающей среды мин. <u>-40</u> макс. <u>80</u></p>	24	<p>Наружный диаметр <math>\varnothing</math> <u>    </u>, <u>    </u> шт; <math>\varnothing</math> <u>    </u>, <u>    </u> шт; кабеля, количество* <math>\varnothing</math> <u>    </u>, <u>    </u> шт; <math>\varnothing</math> <u>    </u>, <u>    </u> шт</p>	
10	<p>Дополнительная информация по арматуре:</p>		25	<p>Схема подключения (если известна)</p>
	<p><u>Многооборотная:</u> - Количество оборотов на закрытие <u>1500</u> об - Размер присоединительного фланца (ISO5210) / Тип присоединительного фланца (ОСТ) <u>    </u></p>		26	<p>Модель привода (если известна)</p>
	<p><u>Четвертьоборотная:</u> Угол поворота <u>360</u> ° - Размер присоединительного фланца <u>F</u> <u>    </u> - Тип обработки втулки <u>    </u></p>		<p><b>Характеристики встроенного блока управления</b></p>	
	<p><u>Прямоходная:</u> - Ход штока <u>    </u> мм</p>		27	<p>Блок управления <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет</p>
<p><b>Характеристики привода</b></p>		28	<p>Тип блока управления** <input checked="" type="checkbox"/> АУМА МАТИС (АМ/АМЕхС) <input type="checkbox"/> АУМАТИС (АС/АСЕхС) <input type="checkbox"/> другой <u>    </u></p>	
11	<p>Напряжение питания <input checked="" type="checkbox"/> 380 В/50Гц/3ф <input type="checkbox"/> 220 /50Гц/1ф <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 24 В DC <input type="checkbox"/> другое <u>    </u> В/ <u>    </u> Гц/ <u>    </u> ф</p>	29	<p>Питание цепей управления <input type="checkbox"/> от встроенного источника <input type="checkbox"/> от внешнего источника</p>	
12	<p>Исполнение привода <input type="checkbox"/> общепромышленное <input checked="" type="checkbox"/> взрывозащищенное (1ExdeIICT4) <input type="checkbox"/> атомное (для АЭС по ТУ) <input type="checkbox"/> шахтное (PB ExedI) <input type="checkbox"/> морское</p>	30	<p>Местное управление <input type="checkbox"/> Кнопки откр/стоп/закрыть <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Селектор местн/стоп/дист <input type="checkbox"/></p>	
13	<p>Защита оболочки по IP <input type="checkbox"/> IP67 <input checked="" type="checkbox"/> IP68</p>	31	<p>Дистанционное управление (укажите, что необходимо)*** <input type="checkbox"/> 24 В DC <input type="checkbox"/> 4...20 мА (АС/АСЕхС) <input checked="" type="checkbox"/> HART (АС/АСЕхС) <input type="checkbox"/> Modbus (АС/АСЕхС) <input checked="" type="checkbox"/> Profibus DP (АС/АСЕхС) <input type="checkbox"/> DeviceNet (АС/АСЕхС) <input type="checkbox"/> Fieldbus Foundation (АС/АСЕхС)</p>	
14	<p>Защита оболочки привода от коррозии <input type="checkbox"/> KN <input checked="" type="checkbox"/> KS (агрессивная среда) <input type="checkbox"/> КХ (экстремально агрессивная среда)</p>	32	<p>ПИД-регулятор <input checked="" type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет</p>	
		33	<p>Дублирование по цифровой шине</p>	
		34	<p>Питание системы обогрева ****</p>	
15	<p>Концевые выключатели <input type="checkbox"/> одиночные (стандарт) <input checked="" type="checkbox"/> двойные</p>	35	<p>Монтаж блока управления</p>	
16	<p>Промежуточные выключатели <input type="checkbox"/> одиночные <input checked="" type="checkbox"/> двойные</p>	36	<p>Особые требования: <u>    </u> <u>    </u> <u>    </u></p>	
17	<p>Моментные выключатели <input type="checkbox"/> одиночные (стандарт) <input checked="" type="checkbox"/> двойные</p>			

\*- Если не указаны требуемые характеристики кабеля, приводы поставляются с заглушками. Заглушки без Ex- маркировки применяются только для цепей транспортировки.  
\*\*- АУМА МАТИС – АМ (АМЕхС); АУМАТИС – АС (АСЕхС)  
\*\*\*- Для уточнения возможных вариантов управления свяжитесь со специалистами компании АУМА  
\*\*\*\*- Только для низкотемпературного исполнения блока управления

Рисунок 14 – Опросный лист подбора регулирующего клапана с электроприводом.

## 2.6 Разработка схемы внешних проводок.

Для реализации проекта АСУ ТП «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)», разработана схема внешней проводки для всех параметров информационных данных. Схема внешних проводок приведена в приложении Б. Средства измерения передают выходной сигнал в унифицированном токовом сигнале 4-20 мА, а также сигнал типа реле АС/ДС.

Для передачи сигналов от датчиков давления, температуры, расходомеров, уровнемеров и системы мониторинга на щит КИПиА используются трех - четырех жильные кабели, а для сигнализаторов – трех жильные кабели. В качестве кабеля выбран МКЭШ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с поливинилхлоридной изоляцией в поливинилхлоридной оболочке, с защитным покровом и экранированным основанием по всей длине кабеля, предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 500 В частотой до 400 Гц или постоянным напряжением до 750 В при температуре окружающей среды от -50°С до +75 °С. Луженые медные токопроводящие жилы кабелей МКЭШ выполнены из многопроволочной меди и скручены. Изолированные жилы кабеля МКЭШ скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

При прокладке кабелей систем автоматизации следует соблюдать требования главы 2.3. «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ и дополнительные правила разделения цепей:

- цепи сигналов управления и сигнализации напряжением 220 В переменного тока и 24 В постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях;
- аналоговые сигналы должны передаваться с помощью экранированных кабелей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;



- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);
- сигналы управления и контроля для резервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;
- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны прокладываться в разных кабелях.

## **2.7 Выбор алгоритмов управления АС**

В АС на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

В ходе дипломной работы были разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм автоматического регулирования технологического параметра.

### **2.7.1 Алгоритм сбора данных измерений**

В качестве канала измерения выберем канал измерения давления в установке предварительного сброса воды. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных.

Суть данного алгоритма в формировании сигналов, передача их на местный щит управления в контроллер, выработка управляющих сигналов в случае превышения уставок и передача их на электропривод запорной арматуры, передача сигнала измерения в SCADA систему InTouch, где происходит мониторинг оператором, её запись в архив и построение трендов по полученной информации.

### **2.7.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром**

В качестве алгоритма регулирования буду использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество

регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям. ПИД-регулятор используется в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

Процесс регулирования давления осуществляется следующим образом. На вход блока управления поступают заданное (уставка)  $y^*(t)$  и текущее  $y(t)$  значения регулируемой величины. Блок управления вычисляет рассогласование  $e(t) = y^*(t) - y(t)$ , на основе которого формирует управляющий сигнал  $u(t)$ , подаваемый на вход исполнительного устройства.

Задание по уровню сравнивается с текущим значением уровня, полученным при помощи датчика уровня. По рассогласованию регулятор уровня формирует задание по положению регулирующего органа. Заданное положение сравнивается с текущим, полученным от датчика положения регулирующего органа. На основе рассогласования по положению блок управления формирует управляющий сигнал на исполнительный механизм.

В качестве регулируемых параметров технологического процесса выступают уровень газового конденсата и уровень насыщенного метанола в сепараторе.

Объектом управления является участок между точкой измерения уровня и регулирующим органом. Длина этого участка определяется правилами установки датчика и регулирующих органов и составляет обычно несколько метров. Время чистого запаздывания обычно составляет несколько секунд для жидкости; значение постоянной времени – несколько секунд.

Передаточная функция управления:

$$W(p) = \frac{\Delta Lu(p)}{\Delta F(p)} = \frac{K_0}{T_0 P + 1} e^{-\tau_0 p}$$

$\Delta L$  Изменение уровня в НТС

$\Delta F$  –расход жидкости на выходе

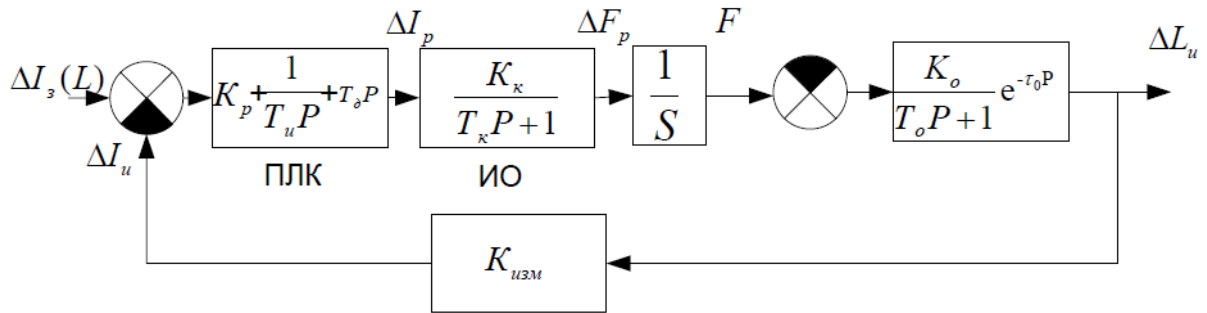


Рисунок 16 – Модель системы в программе MATLAB.

Функциональная схема системы поддержания уровня в НТС приведена на рисунке 17:



Рисунок 17 – Функциональная схема системы.

С панели оператора задается уровень, который необходимо поддерживать в НТС. ПЛК также подается значение с датчика уровня, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на напряжение питания электропривода задвижки. Задвижка с электроприводом преобразует электрическую энергию в поступательное движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение уровня в НТС.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать уровень на выходе равное 50 см, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает ступенчатое воздействие, которое в момент запуска программы меняет свое значение с 0 до 50.

Модель структурной схемы автоматического регулирования в пакете программ Matlab в среде Simulink представлена на рисунке 18.

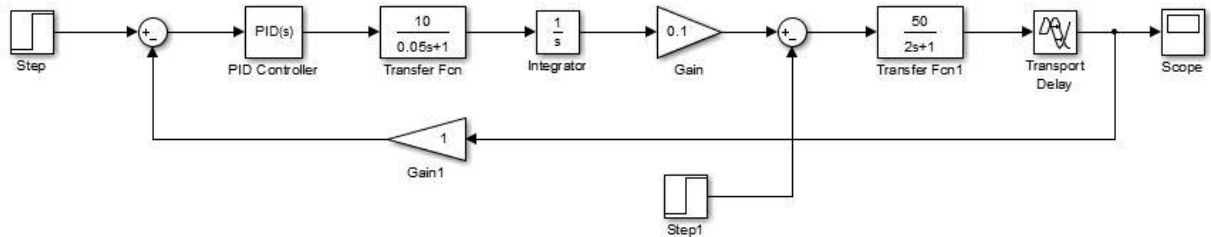


Рисунок 18. Модель процесса стабилизации давления в среде Simulink.

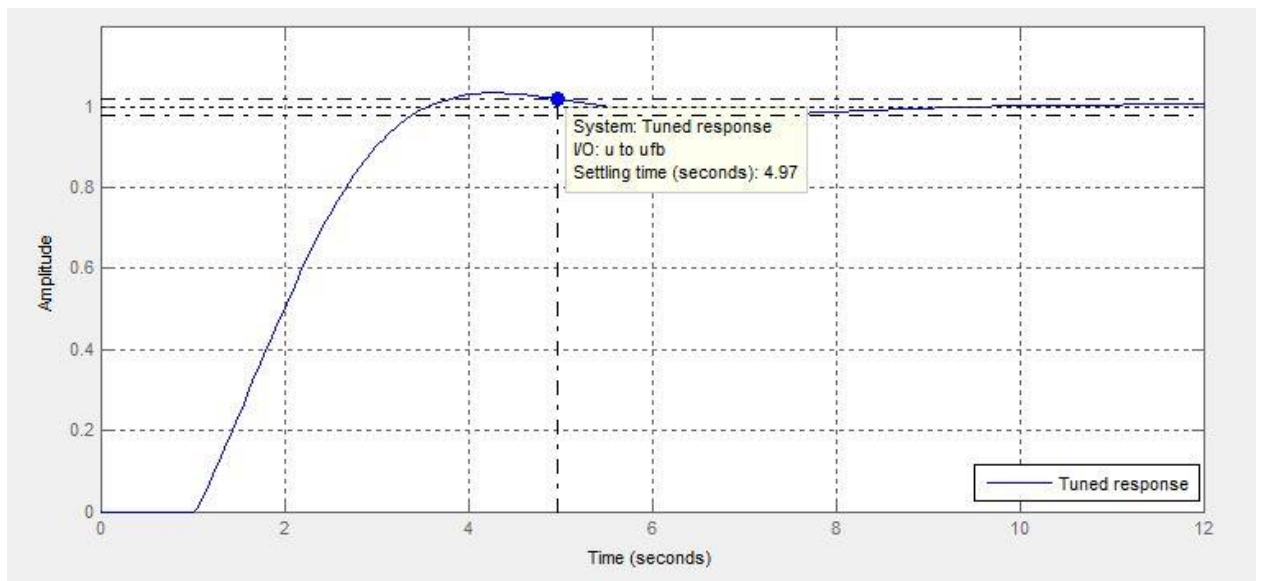


Рисунок 19. График переходного процесса.

В результате моделирования процесса получаю время переходного процесса 4,97 сек.

## 2.8 Экранные формы АС.

Управление в АС блока сепарации реализовано с использованием SCADA-системы InTouch.

SCADA система InTouch по своей функциональности давно уже переросла рамки традиционной SCADA, и, тем не менее, SCADA это прежнему наиболее востребованная ее часть. Помимо обязательных для любой SCADA системы функций InTouch имеет ряд особенностей, которые выделяют ее из общей массы аналогичных программных продуктов класса SCADA/HMI.

Для программирования алгоритмов управления технологическими процессами в SCADA системе InTouch поддержаны все 5 языков международного стандарта IEC 61131-3 (визуальные и процедурные языки), снабженные средствами отладки. Такой широкий диапазон средств программирования позволяет специалисту любого профиля выбрать для себя наиболее подходящий инструмент реализации любых задач АСУ ТП и АСУП.

Особое внимание в SCADA InTouch уделено возможностям интеграции с базами данных и другими приложениями. Поэтому в эту SCADA встроена поддержка наиболее популярных программных интерфейсов: ODBC, OPC, DDE. Для облегчения настройки взаимодействия с внешними базами данных в интегрированную среду разработки InTouch встроены редактор SQL-запросов. Кроме того, существует возможность подключения компонентов ActiveX, что свидетельствует о высокой степени открытости SCADA-системы.

InTouch является SCADA/HMI системой, система разработки и технической поддержки которой сертифицирована на соответствие ISO 9001:2000.

Основные возможности SCADA-систем:

- сбор первичной информации от устройств нижнего уровня;
- архивирование и хранение информации для последующей обработки (создание архивов событий, аварийной сигнализации, изменения


технологических параметров во времени, полное или частичное сохранение параметров через определенные промежутки времени);

- визуализация процессов;
- реализация алгоритмов управления, математических и логических вычислений (имеются встроенные языки программирования типа VBasic, Pascal, C и др.), передача управляющих воздействий на объект;
- документирование, как технологического процесса, так и процесса управления (создание отчетов), выдача на печать графиков, таблиц, результатов вычислений и др.;
- сетевые функции (LAN, SQL);

### **2.8.1 Разработка дерева экранных форм.**

Оператор АРМ может осуществлять навигацию экранных форм используя кнопки прямого вызова. При старте проекта всплывает окно авторизации пользователя, в котором необходимо ввести логин и пароль. Если логин и пароль оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов разделителя жидкостей: разделитель, каналы регулирования. Помимо этого, на мнемосхеме основных объектов у пользователя имеется прямой доступ к карте нормативных параметров разделителя жидкостей.

### **2.8.2 Разработка экранных форм АС.**

АРМ оператора поддерживает работу различных групп пользователей с разными правами доступа к тем или иным элементам автоматизированного рабочего места. Для входа в приложение под соответствующим вам именем и паролем необходимо нажать кнопку  в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода, показанное ниже (рисунок 20).

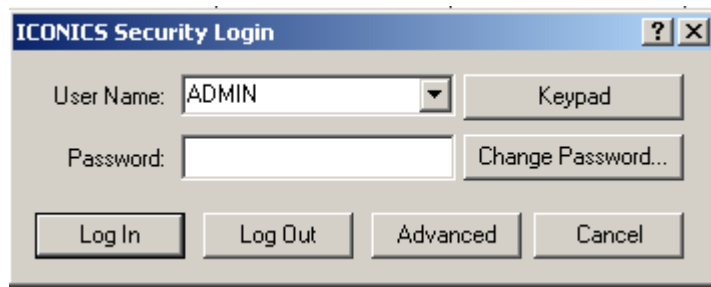


Рисунок 20 - Окно ввода.

### 2.8.3 Область видеокadra.

При помощи видеокadra осуществляется контроль состояния технологического оборудования и управление этим оборудованием. В состав видеокadra входят:

- мнемосхема блока подготовки метанола
- дополнительные мнемосхемы установки параметров технологического и контрольно-измерительного оборудования.

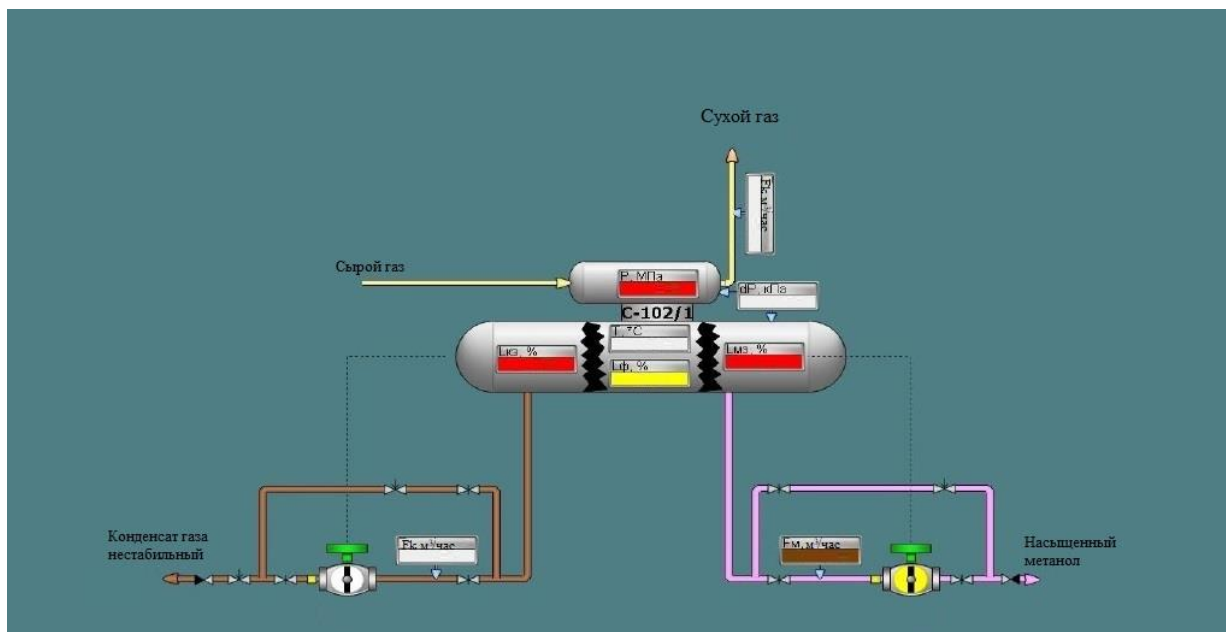


Рисунок 20 – Мнемосхема технологического процесса.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т32	Овчинникову Алексею Александровичу

Инженерная школа	ИШИТР	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</li> <li>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</li> <li>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</li> </ol>	<p><i>Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент</i></p>
---	--

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</li> <li>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</li> <li>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</li> </ol>	<p><i>Определение целевого рынка, анализ конкурентных технических решений</i></p> <p><i>Планирование этапов работ, составление графика работ, расчет бюджета работы</i></p> <p><i>Оценка сравнительной эффективности проекта</i></p>
--	--

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. График проведения и бюджет НИ</li> </ol>	
--	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Овчинников Алексей Александрович		



### 3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

#### 3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, в частности – газодобывающие компании. Целью выпускной квалификационной работы является модернизация автоматизированной системы управления «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)».

В таблице 13 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 13 – Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер	Мелкая	+	+	+	-
	Средняя	+	+	+	+
	Крупная	+	+	+	+

#### 3.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 14. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 14 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Повышение производительности	0,07	5	2	4	0,35	0,14	0,28
Удобство в эксплуатации	0,06	4	2	4	0,24	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,06	4	3	3	0,24	0,18	0,18
Надежность	0,11	5	2	4	0,55	0,22	0,44
Уровень шума	0,05	3	2	2	0,15	0,1	0,1
Безопасность	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55
Потребность в ресурсах памяти	0,13	2	5	3	0,26	0,65	0,39
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,13	1	2	1	0,13	0,26	0,13
Простота эксплуатации	0,06	5	3	4	0,30	0,18	0,24
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	0	4	0,2	0	0,2
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,12	5	0	5	0,6	0	0,6
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>41</b>	<b>3,67</b>	<b>2,33</b>	<b>3,45</b>

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая модернизация автоматизированной системы управления «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)», является наиболее эффективной. Уязвимость конкурентов объясняется

наличием таких причин, как меньшее увеличение производительности, более низкая устойчивость и надежность, высокая цена и низкий срок эксплуатации.

### 3.3 SWOT – анализ

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Матрица SWOT-анализа представлена в таблице 15.

Таблица 15 – SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Экономичность и энергоэффективность проекта. С2. Наличие опытного руководителя. С3. Более низкая стоимость. С4. Актуальность разработки.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Отсутствие работающего прототипа. Сл2. Большой срок поставок оборудования. Сл3. Медленный процесс вывод на рынка новой системы.
<b>Возможности:</b> В1. Большой потенциал применения данной системы. В2. Использование существующего ПО. В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	Большой потенциал применения обуславливается введением системы управления, мало распространенной на территории РФ и находящейся на уровне лучших зарубежных аналогов.  Использование существующего программного обеспечения позволяет не тратить время и деньги на создание уникального ПО.	Санкции, наложенные на РФ, и высокий курс евро/доллара будут ограничивать появление новых иностранных технологий на российском рынке.
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на новые технологии. У2. Развитая конкуренция. У3. Сложность перехода на новую систему.	Новая система управления и актуальность разработки не сказываются на спросе  Противодействие со стороны конкурентов не повлияет на наличие опытного руководителя.	Медленный ввод данной системы в эксплуатацию позволит переждать возможных скачков на рынке спроса.

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данные соответствия или несоответствия помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта (Таблица 16 – Таблица 19).

Таблица 16 – Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	-	+	+
	В2	-	-	+	+
	В3	+	-	+	+

Таблица 17 – Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	-	-	-
	В2	-	-	-
	В3	-	-	-

Таблица 18 – Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-

Таблица 19 – Интерактивная матрица для слабых сторон и угроз

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	+	-	+
	У3	+	-	+

### 3.4 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения выпускной квалификационной работы оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р), студент-дипломник (СД). Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 20.

Таблица 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Студент
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, Студент
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Студент
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, Студент
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Студент
	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Студент
	12	Составление схемы информационных потоков	Студент
	13	Разработка схемы внешних проводок	Студент
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Студент
	15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Студент
	16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент
17	Проектирование SCADA-системы	Студент	
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Студент

### 3.5 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо рассчитать коэффициент календарности по следующей формуле:

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

В таблице 21 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 21 – Временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих	Длительность работ в календарн
	t min	t max	t ож			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Р	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	С	3,2	5
Изучение существующих объектов проектирования	2	5	3,2	Р	3,2	5
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	Р,С	0,7	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	1	3	1,8	С	1,8	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	4	2,8	С	2,8	4
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	С	0,7	1
Оценка эффективности полученных результатов	0,5	1	0,7	Р,С	0,35	1
Определение целесообразности проведения ОКР	0,5	1	0,7	Р,С	0,35	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	2	1,4	С	1,4	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	С	0,7	1
Составление схемы информационных потоков	0,5	1	0,7	С	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	1	3	1,8	С	1,8	3
Разработка алгоритмов сбора данных	1	3	1,8	С	1,8	3
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	С	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	4	2,8	С	2,8	5
Проектирование SCADA-системы	2	5	3,2	С	3,2	5
Составление пояснительной записки	1	3	1,8	С	1,8	3
<b>Итого:</b>	Руководитель				2,8	5
	Студент				28	50

На основе таблицы 21 построим график работ. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. На выполнение выпускной квалификационной работы было затрачено 55 дней. Был составлен календарный план-график проведения научного исследования, который включал в себя выполнение 18 этапов (видов работ), которые выполнялись в определённой последовательности. На каждом этапе руководитель и студент решали разносторонние задачи. Красным квадратом на графике показано, сколько времени было задействовано руководителем для выполнения работы, а зеленым цветом показано время, затраченное студентом. Компетентность руководителя, наличие большой научно-технической базы, и образованность, целеустремлённость студента позволили в назначенный срок выполнить работу и прийти к положительному результату.

Таблица 22 – Диаграмма Ганта

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	Продолжительность выполнения работ										
			16.04.18	23.04.18	30.04.18	07.05.18	14.05.18	21.05.18	28.05.18	04.06.18			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	■										
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент		■									
3	Изучение существующих объектов проектирования	Студент		■	■								
4	Календарное планирование работ	Руководитель			■								
		Студент				■							
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент			■	■							
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент				■	■						
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими	Студент					■	■					
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель					■	■					
		Студент						■	■				
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель						■	■				
		Студент							■	■			
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и	Студент							■	■			
11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Студент								■	■		
12	Составление схемы информационных потоков	Студент									■	■	
13	Разработка схемы внешних проводов	Студент										■	■
14	Разработка алгоритмов сбора данных	Студент											■
15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Студент											
16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент											
17	Проектирование SCADA-системы	Студент											
18	Составление пояснительной записки	Студент											



### 3.6 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.6.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхи} ,$$

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

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

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, примем равным 20%.

Расчеты представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб
Контроллер " Schneider - Electric Modicon M340"	шт.	1	77 324	92 789
Датчики давления "Endress + Hauser Delta bar S PMD75"	шт.	2	47 000	149 500
Датчик температуры " Endress+Hauser Thermophant T TTR31"	шт.	1	37 000	112 800
Датчик расхода " Endress+Hauser Prowirl 73F "	шт.	3	57 869	208 328
Датчик уровня " Endress+Hauser Levelflex FMP52"	шт.	3	130 881	471 172
Сигнализатор уровня "Endress+Hauser Liquiphant FTL 51"	шт.	1	18 540	22 248
Клапан, регулирующий с электроприводом "AUMA SA"	шт.	1	164 000	196 800
<b>Итого:</b>				1253637

### 3.6.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования логического контроллера Schneider - Electric Modicon M340. В таблице 24 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 24 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО.

Наименование	Количество единиц, шт	Цена единицы оборудования, руб	Общая стоимость, руб
InTouch	1	35 000	35 000
<b>Итого:</b>			35 000

### 3.6.3 Основная заработная плата исполнителей проекта

Оклады взяты из системы оплаты труда ТПУ, где по занимаемым должностям руководитель – доцент, к.т.н оклад 33 664, руб. А студент – вспомогательный персонал оклад 9 489, руб. В системе оплаты труда ТПУ учитывается районный коэффициент 30%.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата, руб	Премияльный коэффициент	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад, руб	Среднедневная заработная плата, руб	Продолжительность работ, раб. дн	Заработная плата основная, руб
Руководитель	33664,00	0,3	0,3	56892,16	2405,21	2,8	6734,59
Студент	9489,00	0,3	0,3	16644,81	703,8	28	19706,4
<b>Итого:</b>							26440,99

### 3.6.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с

обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 6734,59 = 1010,19, \text{ руб}$$

$$Z_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 19706,4 = 2919,01, \text{ руб}$$

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

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений определяется по формуле:

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

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

На 2018 г. взнос в социальные фонды установлен в размере 30% от заработной платы. Все расчеты сведены в таблицу 26.

Таблица 26 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб
Руководитель проекта	6734,59	1010,19
Инженер	19706,4	2955,96
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30	30
<b>Итого:</b>	7932,30	1189,85

### 3.6.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают все затраты, не вошедшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование, оплата электроэнергии, оплата пользования услугами и пр.

Расчет накладных расходов определяется по формуле:

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

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 15%.

$$Z_{\text{накл}} = (1253637 + 35000 + 26440,99 + 3966,15 + 9122,15) \cdot 0,15 = 199224,94 \text{ руб}$$

Где 0,15 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.6.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 27.

Таблица 27 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1253637
2. Затраты на специальное оборудование	35000
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	26440,99
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3966,15
5. Отчисления во внебюджетные фонды	9122,15
6. Накладные расходы	199224,94
<b>Итого:</b>	<b>1527391,23</b>

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

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

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

интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется:

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

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

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Для сравнения финансового показателя были выбраны несколько проектов. Проект, который составлен в данной работе с приборами, бюджет которых показан в таблице 23. Проект, составленный другой компанией по разработке системы управления с приборами компании Krohne – Аналог 1. Проект, существующей системы управления с приборами Siemens, введенными в работу – Аналог 2. Составлена таблица бюджета (Таблица 28).

Таблица 28 – Бюджет проектов

	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
Бюджет, руб	1527391,23	1678994,67	2991135,57

Так как разработка имеет одно исполнение, то

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{\Phi_p}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1527391,23}{2991135,57} = 0,51$$

Для аналогов соответственно:

$$I_{\text{финр}}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1678994,67}{2991135,57} = 0,56$$

$$I_{\text{финр}}^{a2} = \frac{\Phi_{a2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{2991135,57}{2991135,57} = 1$$

Вывод: по данным показателям можно выделить то, что разрабатываемый проект в данной работе имеет меньший интегральный показатель, что соответствует удешевлению стоимости разработки.

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

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

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

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

$n$  – число параметров сравнения.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности представлен ниже.

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Endress – Hauser	Simens	Krohne
1.Производительность и срок службы	0,25	5	3	3
2. Помехоустойчивость, установка и эксплуатация	0,2	5	4	3
3. Надёжность, безотказность и устойчивость	0,25	5	2	2
4. Экономичность и безотказность	0,15	5	4	4
5. Безопасность и защита системы	0,15	5	5	5
<b>Итого:</b>	1	5	3,4	3,2

Расчёт сравнительной оценки характеристик вариантов исполнения проекта

$$I_{\text{ТП}} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 = 5;$$

$$\text{Аналог 1} = 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 = 3,4;$$

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

Таким образом, основываясь на определении ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования, проведя необходимый сравнительный анализ, можно сделать вывод о превосходстве выполненной разработки над аналогами, как в финансовой составляющей, так и в технической составляющей. В отличие от аналогов, разработка позволяет улучшить технические характеристики: производительность, удобство эксплуатации, помехоустойчивость, надежность, безопасность и качество работы технологического оборудования.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т32	Овчинникову Алексею Александровичу

Инженерная школа	ИШИТР	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> </ul> <p><i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></p>	<p><i>Рабочей зоной является блок сепарации на установке комплексной подготовки газа. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров блока сепарации на УКПГ. Вредными факторами производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: повышенный уровень шума и вибрации, повышенный уровень электромагнитных излучений.</i></p> <p><i>Опасными проявлениями факторов производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: электрический ток.</i></p> <p><i>Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ГОСТ 12.0.003-74</li> <li>– СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96.</li> <li>– СП 51.13330.2011.</li> <li>– ГОСТ 31192.2-2005</li> <li>– СанПиН 2.2.4.1191-03</li> <li>– Гост Р 12.1.019 – 2009</li> </ul>

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



<p><b>1. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Электрический ток (источником является датчики, исполнительные механизмы и другое электрооборудование автоматики)</p> <p>Пожар (попутная нефть, является легковоспламеняющейся жидкостью)</p> <p>Взрыв (основным веществом с которым работает УКПП является газ, который является взрывоопасным веществом)</p>
<p><b>2. Защита в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Возможные ЧС на объекте: производственные аварии, пожары и возгорания, разлив нефти, взрыв.</p>
<p><b>3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Овчинников Алексей Александрович		

#### 4. Социальная ответственность

Большое значение улучшения условий труда объясняется тем, что они в основном представляют собой производственную среду, в которой протекает жизнедеятельность человека во время труда. От их состояния в прямой зависимости находится уровень работоспособности человека, результаты его работы, состояние здоровья, отношение к труду.

На работника в производственной среде воздействует большое количество внешних факторов, которые по своему происхождению могут быть разделены на две группы.

Первая включает в себя факторы, не зависящие от особенностей производства, среди них географо-климатические, которые обусловлены географическим районом и климатической зоной размещения предприятия, и социально-экономические. Последние зависят от социально-экономического строя общества и определяют положение трудящегося в обществе в целом. Они находят свое выражение в трудовом законодательстве, в совокупности социальных благ и гарантий.

Вторая группа включает в себя факторы, зависящие от особенностей производства и его коллектива. Эти факторы формируются, с одной стороны, под воздействием особенностей техники, технологии, экономики и организации производства (производственно-технические), а с другой – под воздействием особенностей трудового коллектива (социально-психологические).

Безопасность жизнедеятельности представляет собой область научных знаний, охватывающих теорию и практику защиты человека от опасных и вредных факторов во всех сферах человеческой деятельности, сохранение безопасности и здоровья в среде обитания.

Любая производственная деятельность сопряжена с воздействием на работающих вредных и опасных производственных факторов. Под условиями труда подразумевается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и производительность труда человека в

процессе труда. Отсюда обеспечение безопасных условий труда – одна из основополагающих целей, к которой должно стремиться руководство предприятия.

#### **4.1 Повышенный уровень шума**

Одним из важных факторов, влияющих на качество выполняемой работы, является шум. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. При выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА.

В данном случае путем автоматизации работы двигателей уровень шума снижен в связи с улучшением режимов работы двигателей. Но, так как на площадке уже ранее обслуживающий персонал работал в СИЗ (наушниках), данные изменения не значительны.

#### **4.2 Защита от чрезвычайных ситуаций**

Внедрение модернизации автоматизированной системы управления «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)»,

улучшение эффективности производственного процесса, то есть деятельности, за счет улучшения систем автоматизации и модернизации имеющихся ресурсов.

В системе должна быть возможность аварийной остановки технологического процесса по физическим каналам. Система должна предусматривать возможность автономной работы. Отключения каналов контроля параметров, определяющих взрывоопасность объекта должен фиксироваться системой.

Система должна быть защищена от несанкционированного доступа к управлению, функциям и информации с помощью прав доступа, паролей и других способов.

Программное обеспечение автоматизированной системы управления должно обладать следующими свойствами:

- полная достаточная функциональность;
- надежность или безотказность (в том числе восстанавливаемость, наличие средств диагностирования ошибок);
- модифицируемость;
- модульность построения;
- удобство эксплуатации и обслуживания.

АРМ оператора представляет собой интерфейс между человеком (оператором) и процессом и выполняет следующие функции:

- управление данными нижнего уровня, поступающими по локальной сети системы;
- системы контроля и управления в масштабе реального времени;
- отображение технологических и аварийных сообщений;
- сигнализация неисправности локальной сети и фиксация недостоверности данных;
- оперативное управление технологическим процессом и оборудованием;
- обнаружение и отображение критических и аварийных ситуаций;

- отображение графиков текущих значений технологических параметров в масштабе реального времени за заданный интервал;
- отображение информации о текущих параметрах технологического процесса на мнемосхеме оператора;
- сбор данных и архивация истории изменения технологических параметров;
- вывод сигнализации о нарушении работы технологического оборудования или отклонения от параметров рабочего процесса.

### **4.3 Пожаробезопасность**

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага. Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей. Источники, создающие электромагнитное поле, могут быть как естественными, так и искусственными.

К основным причинам пожаров на УКПГ можно отнести следующие:

- непредвиденная утечка природного газа, что может привести к опасной концентрации природного газа 5%-15%
- короткие замыкания в цепях систем автоматики;
- негерметичное соединение приборов и датчиков;
- несоблюдение правил пожарной безопасности на территории УКПГ (курение и т. п.).

Пожарная безопасность на УКПГ в соответствии с требованиями должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения утечки природного газа;
- предотвращения образования на территории УКПГ горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;

- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход газа, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего УКПП, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и загораний.

Пожарная профилактика основывается на устранении благоприятных условий возгорания. В рамках обеспечения пожарной безопасности решаются четыре задачи: предотвращение пожаров и возгорания, локализация возникших пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожара.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; наличие гидрантов с пожарными рукавами; телефонная связь с пожарной охраной; огнетушители: химический пенный ОХП-10 и углекислотный ОУ-2.

В ходе модернизации значительного негативного влияния на пожарную безопасность оказано не было. В следствии чего дополнительных средств защиты не требуется.

#### 4.4 Электробезопасность

Для реализации проекта модернизации автоматизированной системы управления «Блока сепарации установки комплексной подготовки газа (УКПГ)», разработана схема внешней проводки для всех параметров информационных данных. Средства измерения передают выходной сигнал в унифицированном токовом сигнале 4-20 мА, а также сигнал типа реле АС/DC. Унифицированный токовый сигнал 4-20 мА является основным сигналом всех автоматизированных систем, так как мало подвержены электромагнитным помехам, могут работать в низкоомных цепях и передавать информацию на далекие расстояния.

Для передачи сигналов от датчиков давления, температуры, расходомеров, уровнемеров и системы мониторинга на щит КИПиА используются трех - четырех жильные кабели, а для сигнализаторов – трех жильные кабели. В качестве кабеля выбран МКЭШ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с поливинилхлоридной изоляцией в поливинилхлоридной оболочке, с защитным покровом и экранированным основанием по всей длине кабеля, предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 500 В частотой до 400 Гц или постоянным напряжением до 750 В при температуре окружающей среды от -50°С до +75 °С. Луженые медные токопроводящие жилы кабелей МКЭШ выполнены из многопроволочной меди и скручены. Изолированные жилы кабеля МКЭШ скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

При прокладке кабелей систем автоматизации следует соблюдать требования главы 2.3. «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ и дополнительные правила разделения цепей:

– цепи сигналов управления и сигнализации напряжением 220 В переменного тока и 24 В постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях;

- аналоговые сигналы должны передаваться с помощью экранированных кабелей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;
- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);
- сигналы управления и контроля для резервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;
- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны прокладываться в разных кабелях.

Электродвигатели и контрольно-измерительные приборы являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При работе на площадке возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Рабочие места должны быть оборудованы защитным занулением; подача электрического тока на площадку должна осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

В момент реализации проекта модернизации автоматизированной системы управления «Блока сепарации установки комплексной подготовки газа (УКПГ)», добавилось электрооборудование

Технические средства АСУ ТП должны быть выполнены и смонтированы в соответствии с требованиями технической, эксплуатационной и нормативной документации.

Все датчики, исполнительные реле и механизмы, работают на низковольтном напряжении 24 В. Вероятность поражения током при таком напряжении очень мала, поэтому дополнительных средств защиты не требуется.



Управление двигателем идет от трехфазного источника питания 380 В. Для защиты персонала вывешены предупреждающие плакаты, кабельная продукция проходит в лотках и кабельных каналах, а также установлены дополнительные заземления. Силовая часть ограждена, вынесена таблица «Опасно. Высокое напряжение».

#### **4.5 Организационные мероприятия обеспечения безопасности**

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

Согласно в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти – или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех-бригадный график сменности. При этом ежедневно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

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

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по

экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).

- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

1. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96, - «санитарно-защитные зоны вокруг предприятий по добыче нефти устанавливаются на расстоянии не менее 1000 м до жилой застройки»

3. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

4. ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»

5. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)"

6. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

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

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была произведена модернизация автоматизированной системы «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были изучены особенности технологического процесса работы на установке комплексной подготовки газа, а именно работы блока сепарации. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации блока сепарации, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Был произведён выбор комплекса аппаратно-технических средств реализации автоматизированной системы, а именно были подобраны ПЛК (Schneider - Electric Modicon M340), расходомеры (Endress+Hauser Prowirl 73F), датчики давления (Endress + Hauser Delta bar S PMD75), датчик температуры (Endress+Hauser Thermophant T TTR31), уровнемер (Endress+Hauser Levelflex FMP52), регулирующие клапаны с электроприводом серии AUMA SA.

В рамках выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система блока подготовки метанола на установке комплексной подготовки газа. Был изучен технологический процесс комплексной подготовки газа, разработал структурную схему и функциональную схему автоматизации блока сепарации газа, определил состав необходимого для реализации автоматизированной системы оборудования. Был исследован рынок промышленных датчиков и оборудования. На базе ПЛК Modicon M340 от производителя Schneider - Electric спроектирована автоматизированная система «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)», разработана схема внешних проводок, дерево экранных форм, структурные схемы и мнемосхемы.

Разработана схема внешних проводок, благодаря которой в случае отказа системы существует возможность оперативно найти неисправности и легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и

сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/остановка технологического оборудования и управления сбором данных.

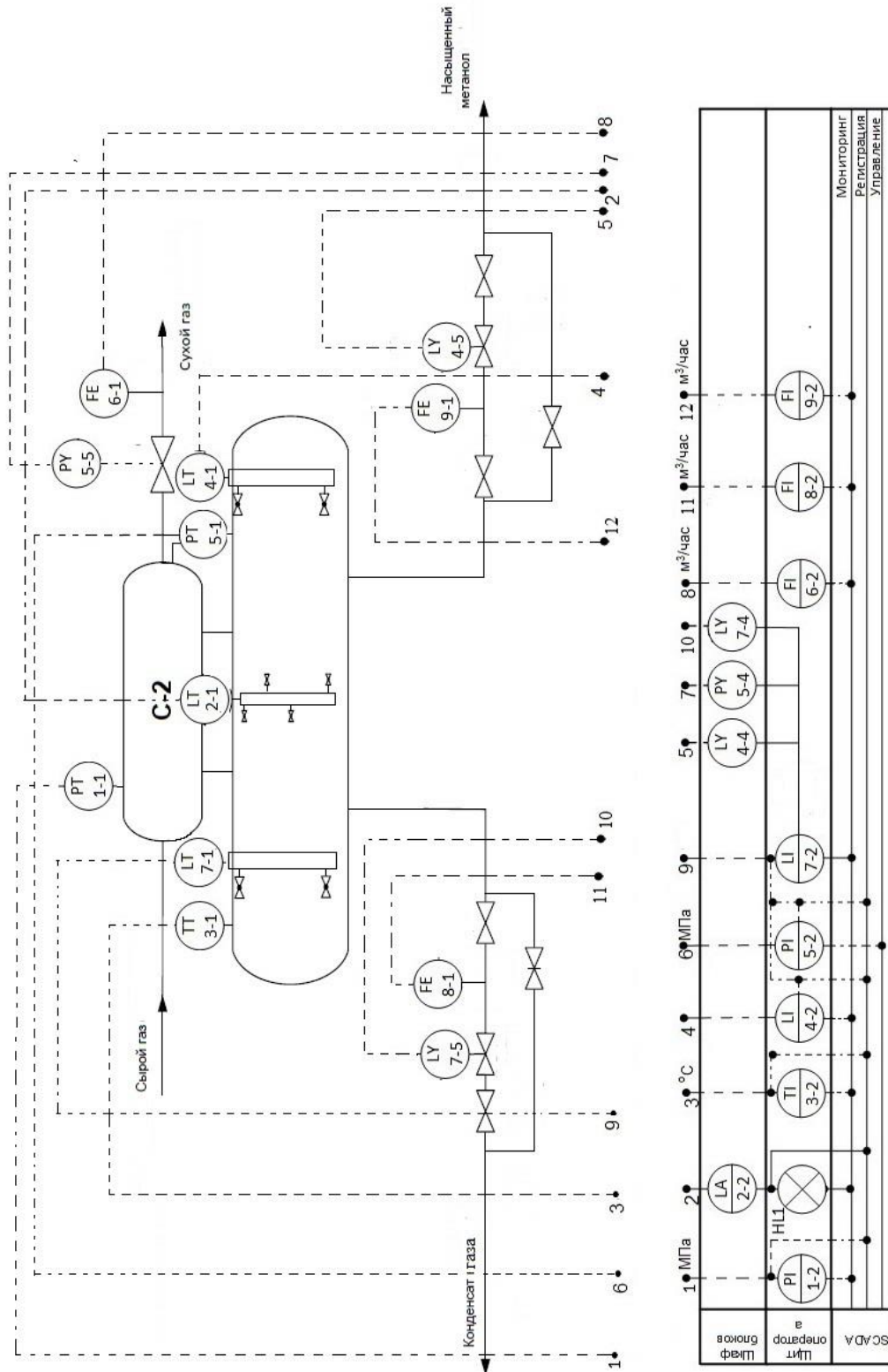
Таким образом, модернизированная автоматизированная система управления «Блока сепарации на установке комплексной подготовки газа (УКПГ)» не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую улучшать данную автоматизированную систему управления в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями.

## Список использованной литературы

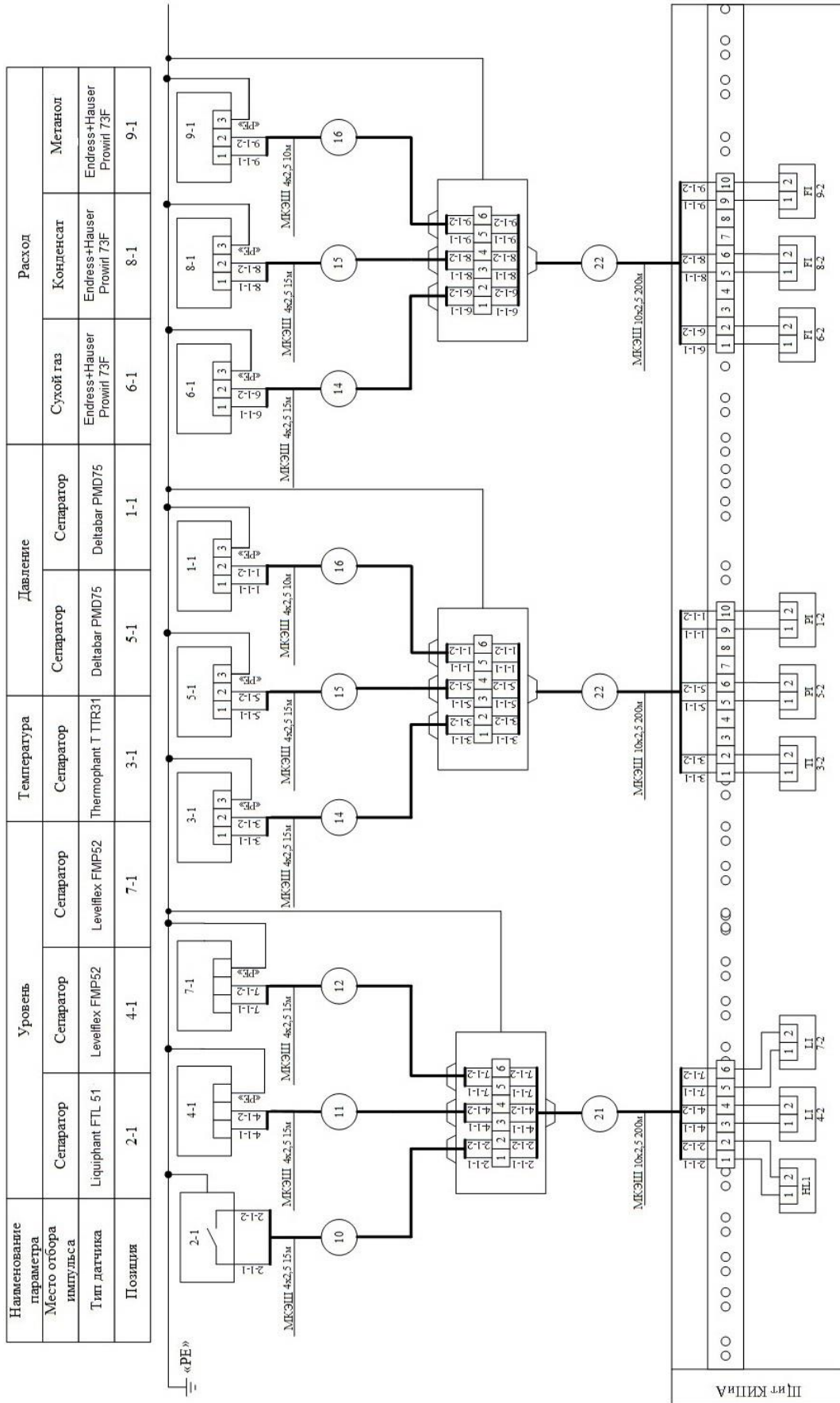
1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
4. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.– 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
10. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
14. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
15. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
16. ВППБ 01-04-98. Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций газовой промышленности.
17. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ.

# Приложение А

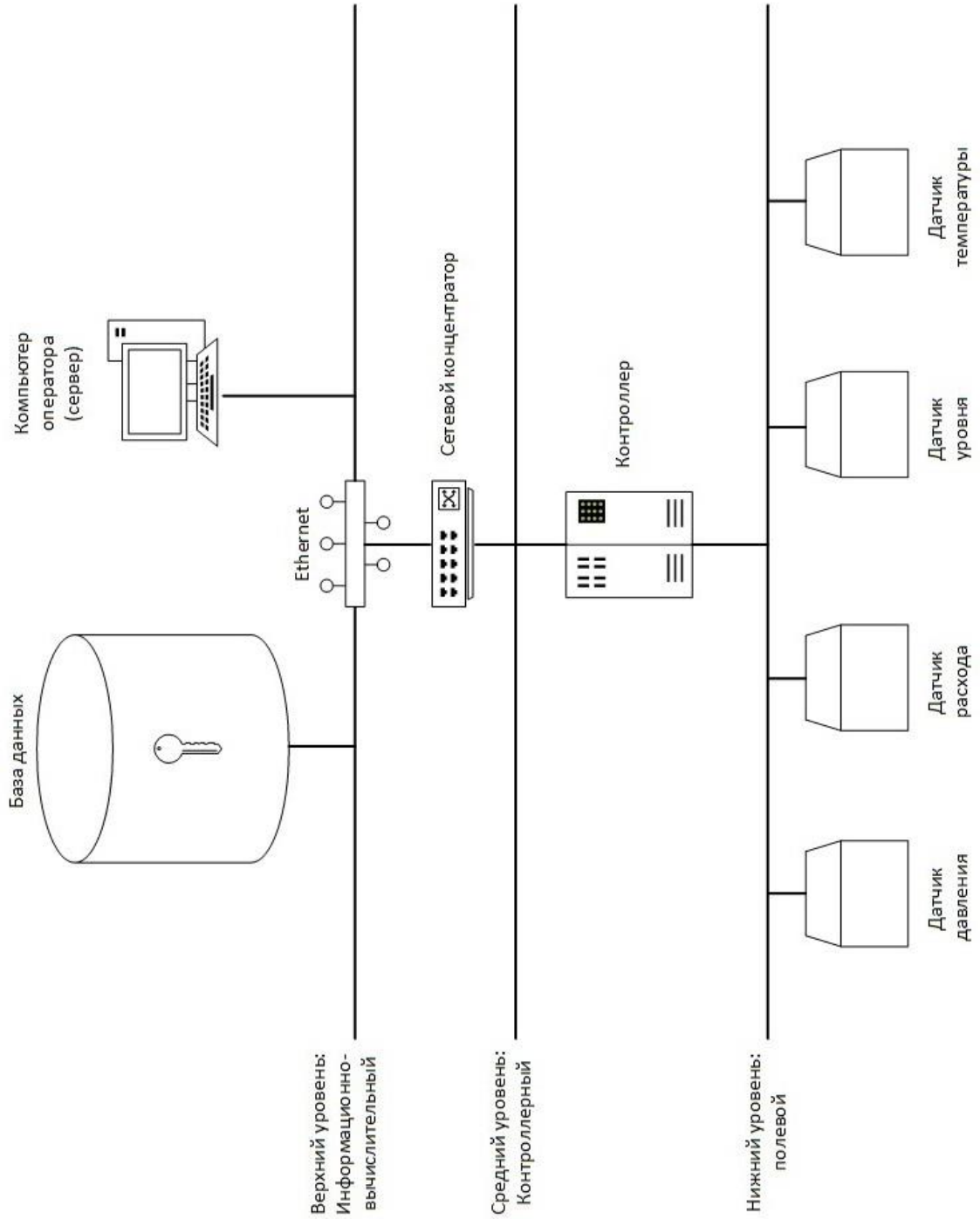


# Приложение Б





# Приложение В



# Приложение Г

