

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>Автоматизация газораспределительной станции</b>

УДК 681.586.622.691.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Г32	Суриков Егор Евгеньевич		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Семенов Николай Михайлович			
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.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно–техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

**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	Суриков Егор Евгеньевич

Тема работы:

Автоматизация газораспределительной станции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является газораспределительная станция.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Описание технологического процесса</li> <li>2 Выбор архитектуры АС</li> <li>3 Разработка структурной схемы АС</li> <li>4 Функциональная схема автоматизации</li> <li>5 Разработка схемы информационных потоков АС</li> <li>6 Выбор средств реализации АС</li> <li>7 Разработка схемы соединения внешних проводок</li> <li>8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС</li> <li>9 Разработка экранных форм АС</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio</li> <li>2 Перечень входных/выходных сигналов ТП</li> <li>3 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio</li> <li>4 Схема информационных потоков</li> <li>5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab</li> <li>6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма</li> <li>7 Дерево экранных форм</li> <li>8 SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта</li> <li>9 Обобщенная структура управления АС</li> <li>10 Трехуровневая структура АС</li> </ol>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель ШИП Шаповалова Наталья Владимировна
Социальная ответственность	Ассистент ИШХБМТ Невский Егор Сергеевич

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Семенов Николай Михайлович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Суриков Егор Евгеньевич		

**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  
Уровень образования-бакалавр  
Отделение автоматизации и робототехники  
Уровень образования – бакалавр  
Период выполнения – весенний семестр 2018 учебного года

Форма представления работы:

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2018 г.	Основная часть	60
04.05.2018 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
04.05.2018 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Семенов Николай Михайлович			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Воронин Александр Васильевич	Доцент к.т.н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 78 с., 23 рисунка, 27 таблиц, 22 источника, 4 приложения.

Ключевые слова: газораспределительная станция, узел очистки и сбора конденсата, ГРС, клапан с электроприводом, автоматизированная система управления, ПИД-регулятор, локальный программируемый логический контроллер, коммутационный программируемый логический контроллер, протокол, SCADA-система.

Объектом исследования является узел очистки и сбора конденсата на ГРС.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы газораспределительной станции с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA–системы.

В данном дипломе была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров ОВЕН ПЛК150, с применением SCADA–системы Master SCADA.

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.

## Содержание

Обозначения и сокращения	9
Введение	10
1 Техническое задание	11
1.1 Назначение и цели создания Системы	11
1.2 Характеристика объекта автоматизации	12
1.3 Требования к Системе	12
1.4 Требования к видам обеспечения	13
2 Основная часть	19
2.1 Описание технологического процесса	19
2.2 Разработка структурной схемы	20
2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации	21
2.4 Комплекс аппаратно-технических средств	22
2.5 Разработка схем внешних проводок	36
2.6 Разработка алгоритмов управления	37
2.7 Экранные формы АСУ	51
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	56
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	58
3.3 Бюджет научно-технического исследования	61
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	65
4.1. Задвижки	71
4.2. Датчики	72
4.3. Датчик давления	72
4.4. Связь контроллера и оператора	76
4.5. Интерфейсы	76
Заключение	78
Список использованных источников	79
Приложение А	81

Приложение Б	82
Приложение В	83
Приложение Г	84

## Обозначения и сокращения

Аббревиатура	Расшифровка
АСИ	Автоматизированная система измерения
ГРС	Газораспределительная станция
ПАЗ	Противоаварийная защита
ПЛК	Программируемый логический контроллер
ТП	Технологический процесс
ПП	Переходный процесс
РО	Регулирующий орган
ОУ (ОР)	Объект управления (объект регулирования)
ИМ	Исполнительный механизм
СУ	Согласующее устройство
НО	Нуль орган
САР	Система автоматического регулирования
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
АРМ	Автоматизированное рабочее место
РСУ	Распределенная система управления
КАТС	Комплекс аппаратно-технических средств
АИС ТПС	Автоматизированная информационная система топливопроводящей сети
АСУ	Автоматизированная система управления
ИВ	Исходная величина
СИ	Средство измерения
КМХ	Контроль метрологических характеристик
ТЗ	Техническое задание
ИС	Информационная сеть
КС	Компьютерная сеть
ГЖС	Газожидкостная смесь

## **Введение**

Автоматизация – одно из направлений научно–технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико–математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоёмкость выполняемых операций. Требует дополнительного применения датчиков (сенсоров), устройств ввода, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные и мыслительные функции человека.

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения труда. Все существующие и строящиеся промышленные объекты в той или иной степени оснащаются средствами автоматизации.

Сегодня сбережение энергоресурсов – одна из важнейших задач. Эффективность системы учета газа играет немаловажную роль в процессе транспортировки нефти от скважины к потребителю.

# 1 Техническое задание

## 1.1 Назначение и цели создания системы

Основной целью АСУ ГРС является повышение достоверности измерений в ходе технологического процесса ГРС, а также диагностика электроавтоматики.

Система предназначена для:

- автоматизированного контроля и управления в реальном масштабе времени технологическим процессом, очистки газа от механических примесей, капельной влаги, отделением конденсата с дальнейшим его удалением в емкость сбора конденсата;
- автоматического и дистанционного проведения технологического процесса в безопасное состояние при возникновении аварийных ситуаций (пожар, выход из строя технологического оборудования, сейсмозодействия и т.д.);
- регистрации параметров технологического процесса;
- выявление неисправности аналоговых датчиков с унифицированным выходом;
- выполнения автоматического выбора предела измерения;
- выполнения автоматического тарирования и обнуления;
- контроль целостности цепей исполнительных механизмов;
- выявление отказа с точностью до типового модуля ввода/вывода;
- выявление отсутствия связи с верхним уровнем управления.

## **1.2 Характеристика объекта автоматизации**

Целью создания системы является формирование высококачественного результатов показания газа для решения следующих основных технологических, организационных и экономических задач:

- получение достоверной информации с технологических объектов;
- оптимизация режимов работы технологических объектов;
- повышение точности и оперативности измерения параметров технологических процессов;
- внедрение автоматизированных методов контроля и управления технологическими процессами и объектами;
- повышение безопасности производства, улучшение экологической обстановки в районе производства;
- минимизация технологических издержек.

## **1.3 Требования к Системе**

### **1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени централизации Системы**

Система должна иметь трехуровневую структуру:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя:
  - 1) сигнализатор уровня;
  - 2) сейсмограф;
  - 3) датчики абсолютного и дифференциального давления;
  - 4) датчики качества газа;
  - 5) датчик температуры;
  - 6) кабельное и дополнительное оборудование;

– средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи воздействий на устройства приема/передачи данных на верхний уровень – включает в себя интерфейсные линии связи;

– верхний уровень – уровень, включающий автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора. Состав АРМ оператора:

1) персональный компьютер:

a. монитор (не менее 19");

b. системный блок;

c. клавиатура;

d. манипулятор типа "мышь";

e. плата интерфейсов 2 СОМ-порта;

2) источник бесперебойного питания (ИБП), мощностью не менее 450

Вт;

3) принтер, в комплекте с кабелем USB;

4) лицензионное ПО и лицензионное антивирусное ПО (McAfee).

Схема структурная комплекса аппаратно-технических средств представлена в приложении А.

### **1.3.2 Требования к режимам функционирования Системы**

Система должна обеспечивать непрерывную работу объекта автоматизации в круглосуточном, круглогодичном режиме. Число рабочих дней в году – 365 дней.

## **1.4 Требования к видам обеспечения**

### **1.4.1 Требования к техническому обеспечению**

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от минус 50°С до плюс 50°С и влажности не менее 80% при температуре 35°С.

АСУ должна допускать возможность наращивания, модернизации и

развития системы, а при сдаче в эксплуатацию иметь резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

Комплекс технических средств АСУ с диагностикой электроавтоматики узла очистки и сбора конденсата на ГРС должен быть достаточен для реализации определенных данных ТЗ функций, и строиться на базе следующих специализированных программно-технических комплексов:

- Средства КИПиА, в том числе датчики, исполнительные механизмы, электронные микропроцессорные регуляторы и поточные анализаторы качества;
- Периферийные микропроцессорные устройства - подсистемы управления, или контроллеры;
- Многофункциональные операторские и инженерные станции;
- Средства архивирования данных;
- Сетевое оборудование;
- Специализированные микропроцессорные контроллеры системы ПАЗ;
- Средства метрологической поверки оборудования.

Система измерений должна строиться на базе электронных датчиков расхода, давления, уровня, температуры, перепада давления, интегрирующих счетчиков, анализаторов качества и состава.

Средства измерений расходов, давлений, уровней и перепадов давлений должны иметь стандартные сигналы диапазона 4-20 мА.

Для реализации сбора и обработки информации в составе подсистем управления должны быть предусмотрены модули:

- Ввода сигналов 4-20 мА;
- Ввода сигналов 4-20 мА со встроенными барьерами искрозащиты;
- Входа милливольтовых сигналов со встроенными барьерами искрозащиты;
- Ввода дискретных сигналов;

- Ввод по протоколу RS-422/RS-485 от периферийных микропроцессорных устройств.

Вывод управляющих воздействий, рассчитанных по законам регулирования, должен осуществляться через модули вывода аналоговых токовых сигналов на электропневмопозиционеры, установленные на пневматических исполнительных механизмах.

Вывод дискретных управляющих воздействий и блокировок для управления электрооборудованием выполняется через модули вывода дискретных сигналов.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с сероводородосодержащей или другой агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать разделители сред.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

Исполнительные механизмы (ИМ) дополнительно должны иметь ручной привод и указатели крайних положений, устанавливаемые непосредственно на самих ИМ, а также устройства для ввода этой информации в систему с целью сигнализации состояния ИМ.

Системное ПО должно обеспечивать выполнение всех функций ИУС. На первом уровне это должна быть операционная система реального времени, временные характеристики и коммуникационные (сетевые) возможности которой удовлетворяют требованиям конкретного применения.

На втором и третьем уровнях это должна быть сетевая операционная

система с развитыми средствами поддержки баз данных реального времени и графического интерфейса пользователя. Операционные системы всех уровней ИУС должны иметь стандартные открытые сетевые протоколы обмена данными.

Инструментальное ПО должно обеспечивать выполнение функций конфигурирования (настройки) базового прикладного ПО и создание специального прикладного ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;
- конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;
- создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;
- конфигурирование отчетных документов (рапортов, протоколов);

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня ИУС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня ИУС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

#### **1.4.2 Требования к программному обеспечению**

Программное обеспечение (ПО) терминала должно быть совместимым с существующими на объектах эксплуатации ПО.

ПО, входящее в состав АСУ, должно обеспечивать комфортный пользовательский интерфейс на русском языке, обладать лицензионной антивирусной защитой и обеспечивать доступ только для зарегистрированных пользователей, прошедших процедуру аутентификации.

Объем жесткого диска персонального компьютера либо серверное пространство, выделенное для хранения баз данных, должно быть достаточным для размещения на нем информации за трёхлетний летний период.

Аппаратура обработки информации должна обеспечить хранение архивов информации:

- протокол событий, тренды – 1 месяц;
- отчеты за два часа, смену, сутки – 3 месяца;
- месячные отчеты – 1 год.

ПО должно иметь резервные архивные копии на компакт-диске.

Аппаратуру обработки информации, обеспечивающую учет газа, необходимо обеспечить источником бесперебойного питания, гарантирующего их работу в течение двух часов. Световую и звуковую сигнализацию о начале питания системы учета от ИБП необходимо вывести на монитор, обеспечить фиксацию времени срабатывания.

При работе в автоматическом режиме не должны искажаться первичные данные, поступающие со средств измерений и измерительных систем; при любых способах ввода данных должны быть предусмотрены соответствующие способы контроля, исключающие или выявляющие возможные ошибки.

При применении электронных способов градуировки (юстировки) средств измерений и измерительных каналов должна быть предусмотрена запись в памяти устройства последнего вмешательства; факт вмешательства должен прослеживаться в течение 2-х лет.

### **1.4.3 Требования к метрологическому обеспечению**

Метрологическое обеспечение должно охватывать все стадии создания системы, а также ее эксплуатацию. На стадии внедрения должна производиться метрологическая аттестация измерительных каналов системы и метрологических характеристик в целом в соответствии с ГОСТ 8009-85. В процессе эксплуатации должна производиться периодическая поверка измерительных каналов системы и метрологических характеристик в целом.

В измерительные каналы системы входят следующие компоненты: датчики, преобразователи, устройства связи с объектом (контроллеры), линии связи, программное обеспечение. В состав системы разрешается включать вышеуказанные компоненты, прошедшие Государственную поверку на соответствие действующей на них нормативно-технической документации.

Срок службы не менее 10 лет. Гарантийный срок не менее 24 месяцев с момента начала эксплуатации. Межповерочный интервал 1 год. Вероятность безотказной работы за 2 000 часов не менее 0,95.

## 2 Основная часть

### 2.1 Описание технологического процесса

Узел очистки газа УОГ предназначен для очистки газа от механических примесей, капельной влаги и отделения конденсата с дальнейшим удалением его в ёмкость сбора конденсата.

УОГ изготавливаются на базе пылеуловителей циклонного типа ПЦТ, на базе фильтров-сепараторов (ФС) и фильтров-осушителей ФО.

В данной работе применяется узел очистки на базе ФС, состоящий из трех вертикальных фильтров-сепараторов.

Отделение капельной влаги и механических примесей осуществляется за счет закручивания потока газа и резкого изменения направления его движения. В верхней части фильтра-сепаратора размещается фильтрующая кассета, состоящая из сменных фильтрующих элементов. Максимальный уровень конденсата в промежуточной емкости определяется датчиком верхнего уровня, который подает сигнал для открытия/закрытия крана с дистанционным управлением, осуществляющего сброс конденсата в ёмкость сбора в автоматическом режиме.

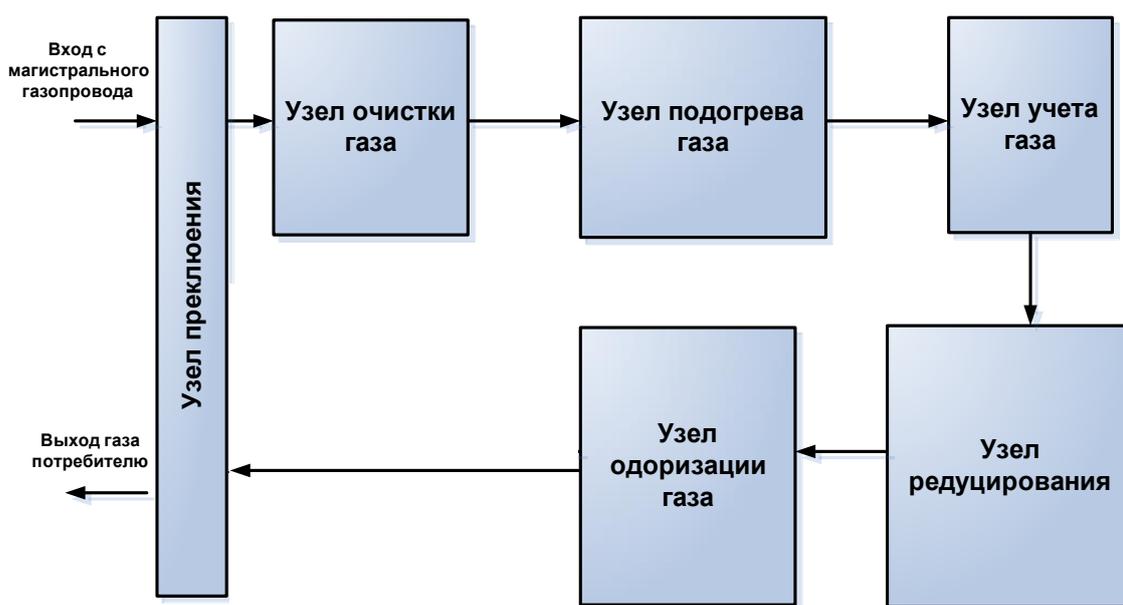


Рисунок 1 – Структурная схема ГРС

## 2.2 Разработка структурной схемы

Структурная схема комплекса аппаратно-технических средств АСУ с диагностикой электроавтоматики ГРС построена по трехуровневому иерархическому принципу в соответствии с п. 1.3.1 настоящего ТЗ.

Нижний (полевой) уровень Системы состоит из первичных средств автоматизации:

- сигнализатор уровня;
- сейсмограф;
- датчики давления;
- датчик качества газа;
- датчик качества газа;
- датчик температуры.

Нижний уровень выполняет следующие функции:

- измерение параметров технологического процесса
- сбор и передачу информации о ходе технологического процесса и состоянии технологического оборудования на верхний уровень посредством оборудования среднего уровня.

Средний уровень представлен коммуникационными интерфейсами для сбора информации с нижнего (полевого) уровня и передачи этой информации на верхний (информационно-вычислительный) уровень.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень АСУ в соответствии с требованиями п. 1.3.1 настоящего ТЗ состоит из АРМ оператора.

Состав АРМ оператора:

- персональный компьютер в составе:
  - 1) монитор (не менее 19");
  - 2) видеосервер;
  - 3) клавиатура;
  - 4) манипулятор типа "мышь";
  - 5) плата интерфейсов;

- ИБП;
- лицензионное ПО.

Верхний уровень Системы выполняет следующие функции:

- прием информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса со среднего уровня системы;
- формирование и оперативное отображение информации в реальном масштабе времени в виде мнемосхем с динамическими элементами, таблиц и графиков, отражающих текущее состояние технологического процесса;
- формирование и ведение технологической базы данных;
- выборка информации из базы данных реального времени, выборка и поиск информации в исторической и архивной базе данных;
- формирование и отображение протоколов событий;
- формирование и выдача команд дистанционного управления;
- обмен данными с нижним уровнем Системы посредством оборудования среднего уровня;
- печать отчетной документации, сводок, трендов, протоколов событий, перечней неисправностей и/или отказов;
- бесперебойное питание технических средств верхнего уровня.

Структурная схема комплекса технических средств представлена в приложении А.

### **2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации**

Функциональная схема автоматизированного контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов [1].

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и

средствами автоматизации. На функциональной схеме автоматизации изображаются системы автоматического контроля, регулирование, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок [1].

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В данной работе функциональная схема автоматизации разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов» [13, 14].

Функциональная схема автоматизации представлена в приложении Б.

#### **2.4 Комплекс аппаратно-технических средств**

Комплекс аппаратно-технических средств (КАТС) АСУ с диагностикой электроавтоматики узла сбора и очистки конденсата ГРС включает в себя устройства измерения и индикации, интерфейсные линии связи, а также систему диагностики электроавтоматики.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе и посредством коммуникационных интерфейсов осуществляют передачу этой информации на верхний уровень Системы (на АРМ оператора).

## 2.4.1 Выбор устройств измерения

В ходе технологического процесса и диагностики электроавтоматики в соответствии с ТЗ предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА, так как токовый сигнал 4-20 мА менее энергозатратен, при этом подбор необходимо вести для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями.

### 2.4.1.1 Датчики давления

Для выбора датчиков давления был проведен сравнительный анализ следующих датчиков:

- Метран 150;
- Метран 75;
- Сапфир-22 М;
- Rosemount 3051С;
- ДМ5007Ех;

Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение датчиков давления

Критерии выбора	Сапфир-22М	Rosemount 3051С	ДМ5007Ех	Метран-150	Метран-75
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар				
Диапазоны пределов измерений	-	0–14 МПа	0–100 МПа	0–6 МПа	0–25 МПа
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,075%	0,25%	0,25%	0,075%
Перестройка диапазонов измерений	-	100:1	-	25:1	100:1
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ех	ЕхIаIICT5	1ЕхdIIВТ5Х	ЕхIbIICT5Х	ЕхdIICT5
Температура окружающей среды	-50 +80 °С	-40 +85	-40 +65	-40 +70 °С	-40 +85 °С
Наличие ЖКИ	нет	да	нет	да	нет
Срок службы	12 лет	12 лет	8лет	12 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP54	IP65	IP65	IP66	IP66

В качестве датчиков давления были выбраны датчики Метран-75 и Метран-150, так как они имеют малую относительную погрешность, широкую возможность перестройки диапазона, поддержка HART-протокола и, самое главное, в связи с ТЗ о диагностике электроавтоматики, после интеллектуальные датчики Метран-75 и Метран-150 имеют функцию самодиагностики.

Для измерения абсолютного давления в трубопроводах будем использовать интеллектуальные датчики Метран-75 (рисунок 1).



Рисунок 2 – Метран-75

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-75 предназначены для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал по протоколу HART входных измеряемых величин:

- избыточного давления (Метран-75G);
- абсолютного давления (Метран-75А);
- давления-разрежения (Метран-75G).

Технические характеристики датчика давления Метран-75 приведены в таблице 2

Таблица 2 – Технические характеристики датчика давления Метран-75

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	Жидкости, газ, газовые смеси, пар
Пределы измерений	От 10,5 кПа до 25МПа
Основная приведенная погрешность	$\pm 0,5\%$ ; $\pm 0,2\%$ ; $\pm 0,1\%$
Выходной сигнал	4-20 мА/HART
Взрывозащищенные исполнения	1ExdIICT6X
Диапазон температур окружающей среды	от -40 до 85°C; от -51 до 85°C (опция)
Интервал между поверками	до 5 лет
Степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды	IP 66

Для установки датчиков применяются монтажные детали – переходники типа 1/4NPT наружная или 1/2NPT наружная или типа 1/4NPT внутренняя или 1/2NPT внутренняя (рисунок 2).

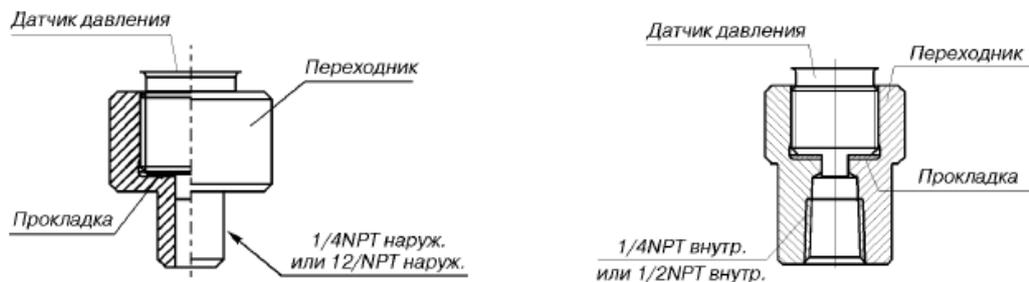


Рисунок 3 – Переходники для датчика давления Метран-75

В качестве датчиков дифференциального давления будем использовать Метран-150 АС (рисунок 3).



Рисунок 4 – Датчик давления Метран-150 АС

Датчики давления серии Метран-150 предназначены для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой

сигнал в стандарте протокола HART входных измеряемых величин:  
избыточного давления;

- абсолютного давления;
- разности давлений;
- давления-разрежения;
- гидростатического давления (уровня).

Управление параметрами датчика:

- с помощью HART-коммуникатора;
- удаленно с помощью программы HART-Master, HART-модема и компьютера или программных средств АСУТП;
- удаленно с помощью AMS.

Основные характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные характеристики датчика давления Метран-150 АС

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	Жидкости, газ, газовые смеси, пар
Пределы измерений	От 10,5 кПа до 25МПа
Основная приведенная погрешность	$\pm 0,5\%$ ; $\pm 0,2\%$ ; $\pm 0,1\%$
Выходной сигнал	4-20 мА/HART
Взрывозащищенные исполнения	1ExdIICT6X
Диапазон температур окружающей среды	от -40 до 85°C; от -51 до 85°C (опция)
Интервал между поверками	до 5 лет
Степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды	IP 66

Необходимо также заказать закладную конструкцию 01,6-70-Ст.20-МП(11638бк) для крепления к трубопроводу.

#### 2.4.1.2 Сигнализатор уровня

В процессе разработки узла сбора и очистки конденсата ГРС необходимо, чтобы уровень не превышал предельного уровня при заполнении емкости сбора конденсата.

В качестве сигнализаторов уровня были рассмотрены следующие виды:

- РИЗУР-900;
- Rosemount 2120;
- СУР-10;
- М20 датчик-реле уровня.

Из рассмотренных вариантов сигнализаторы уровня РИЗУР-900 и М20 датчик-реле уровня (Kobold) не подходят из условий степени защиты, отсутствия HART-протокола и отсутствия возможности самодиагностики. Сигнализатор уровня СУР-10 фирмы Альбатрос не подходит, т.к. по принципу действия ультразвуковой датчик при колебаниях неустойчив, а так как в ТЗ рассматриваются сейсмические воздействия, то данный тип датчика нам не подходит, поэтому в качестве сигнализатора уровня будем использовать Rosemount 2120 (рисунок 4).



Рисунок 5 – Сигнализатор уровня Rosemoun 2120

Прибор обладает следующими отличительными особенностями:

- Точность измерения практически не зависит от влияния течения, пузырьков, турбулентности, вибрации, твердых частиц, покрытия, свойств жидкости и колебания характеристик среды;
- Отсутствие необходимости в калибровке, минимальный объем работ при монтаже;
- Удобный доступ к клеммам и устройствам электрозащиты;

- Отсутствие подвижных деталей и щелевых отверстий, благодаря чему прибор практически не требует технического обслуживания;
- Светодиодный индикатор для отображения состояния и режима работы прибора;
- Регулируемая задержка переключения программируется для работы в условиях турбулентности и разбрызгивания;
- Магнитная контрольная точка для быстрого тестирования работы;
- Длина вилки со всеми установленными удлинительными элементами до 157,5 дюйма (4 м);
- Конструкция вилки обеспечивает быстрое стекание с нее измеряемой среды и благодаря этому уменьшенное время отклика;

Технические характеристики сигнализатора уровня Rosemount серии 2120 приведены в таблице 4.

Таблица 4 – технические характеристики Rosemount 2120

Техническая характеристика	Значение
Температура процесса	от -40 до +150 °С
Температура окружающей среды	от -40 до +80 °С
Выходные сигналы	дискретные
Режим работы	«сухой» или «мокрый» контакт
Расстояние передачи данных	до 2,5 км
Гистерезис (вода)	±1 мм (±0,039 дюйма)
Взрывозащищенное исполнение	есть
Степень защиты от пыли и воды	IP66, IP67 по ГОСТ 14254

Сигнализатор Rosemount 2120 работает по принципу камертона. Пьезоэлектрический кристалл возбуждает колебания камертонной вилки с ее собственной частотой. Изменение этой частоты непрерывно отслеживается. Частота колебаний сенсора с вибрирующей вилкой изменяется в зависимости от среды, в которую он погружен. (Чем плотнее жидкость, тем ниже частота.)

#### 2.4.1.3 Датчик температуры

Для измерения температуры на выходной линии рассмотрены следующие виды датчиков:

- Метран ТСМУ-274;
- Метран ТСМУ-55;

- WIKA UT10;
- Метран-241.

Результаты сравнения занесены в таблицу 5.

Таблица 5 – Сравнительный анализ датчиков температуры

Критерии выбора	Метран ТСМУ-274	Метран ТСМУ-55	WIKA UT10	Метран-241
Изменяемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Малогобаритные подшипники и поверхности твердых тел
Диапазон измеряемых температур	-50 +180 °С	-50 +150	-30 +150 °С	-40...200 °С
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,25%	0,1%	0,75%
Потребляемая мощность	Не более 0,5Вт	0,5	-	-
Выходной сигнал	4–20мА+HART	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА
Взрывозащищенность	ExdIICT6	ExdIICT6	EExiaIICT6	ExdeIICT6
Температура окружающей среды	-50 +85 °С		-40 +60 °С	-45...60 °С
Срок службы	5 лет	5 лет	5 лет	5 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP65	-	IP67	IP5x

Для измерения температуры был выбран датчик Метран-274 (рисунок 5), т.к по ТЗ удовлетворяет степени защиты, а также в связи с возможными сейсмическими воздействиями, данный датчик имеет возможность самодиагностики, имеется протокол HART.

Метран-274 предназначен для измерения температуры нейтральных и агрессивных сред, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.



Рисунок 6 – Датчик температуры Метран-274

Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемую температуру в унифицированный выходной сигнал постоянного тока, что дает возможность построения АСУТП без применения дополнительных нормирующих преобразователей.

Технические характеристики Метран-274 приведены в таблице 6

Таблица 6 – Технические характеристики Метран-274

Техническая характеристика	Значение
Диапазон преобразуемых температур, °С	-150...+300
Выходной сигнал, мА	4-20
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±γ, %	0,25; 0,5
Зависимость выходного сигнала от температуры	линейная
Степень защиты от воздействия пыли и воды	IP65
Виброустойчивость	V1
Межповерочный интервал	4 года
Температура окружающего воздуха, °С	От - 45 до 70

#### 2.4.1.4 Выбор анализатора влажности газа

На выходе фильтров-сепараторов необходимо следить за влажностью газа. Рассмотрены анализаторы влажности газа Artvik 3050, Sartorius MA150, АМЕТЕК 5000.

В качестве анализатора газа будем использовать анализатор влажности АМЕТЕК 5000 (рисунок 6). Выбор основан на надежности использования, время наработки на отказ 100 000 часов.



Рисунок 7 – Анализатор влажности АМЕТЕК 5000

Поточный анализатор влажности АМЕТЕК модель 5000 предназначен для определения влажности в водородосодержащих и углеводородных газах.

Исключительные характеристики:

- Быстрый отклик;
- Высокая чувствительность и точность;
- Нечувствительность к помехам;
- Большой ресурс измерительной ячейки.

АМЕТЕК 5000 определяет влажность в потоке газа, измеряя частоту колебаний кварцевого кристалла. Когда кристалл обдувается анализируемым влажным газом, вода адсорбируется специальным покрытием кристалла, вызывая уменьшение частоты его колебаний. Затем кристалл продувается сравнительным газом, в качестве которого используется осушенный анализируемый газ. При этом адсорбированная вода удаляется с кристалла, и его частота колебаний вновь восстанавливается. Разность между этими двумя частотами - "влажной" и "сухой" – пропорциональна содержанию воды в газе. Периодичность переключения потоков влажного и сухого газов – 30 с.

#### **2.4.2 Выбор контроллерного оборудования**

В основе системы автоматизированного управления с диагностикой электроавтоматики ГРС выбираем из контроллеров:

- Овен ПЛК 150

- Элиσμα DA01
- Контар MC-12

Сравнив данные контроллеры, было решено использовать ПЛК ОВЕН 150 (рисунок 8), Так как у данного контролера достаточное количество дискретных входов и аналоговых для реализации нашей модернизации ГРС. Так же простое программирование контроллера , доступность. Фирма заняла на рынке хорошую ступень. Доступное программное обеспечение. А также особенности контроллера описаны ниже.



Рисунок 8 – ПЛК ОВЕН 110– 60

ОВЕН ПЛК150 – моноблочный контроллер с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту для автоматизации малых систем.

- Компактный DIN-реечный корпус.
- Дискретные и аналоговые входы/выходы на борту.
- Наличие последовательных портов (RS-485, RS-232) и Ethernet.
- Расширение количества точек ввода/вывода осуществляется путем подключения внешних модулей ввода/вывода по любому из встроенных интерфейсов.

Особенности контроллера.

1. Отсутствие ОС, что повышает надежность работы контроллеров.
2. Скорость работы дискретных входов – до 10 КГц при использовании подмодулей счетчика. Большое количество интерфейсов на борту: Ethernet, последовательных порта.
3. Расширенный температурный диапазон работы: от –20 до +70 С.
4. Встроенный аккумулятор, позволяющий «пережить» пропадание питания: выполнение программы при пропадании питания и перевод выходных элементов в «безопасное состояние».
5. Встроенные часы реального времени.
6. Контроллер поддерживает работу с нестандартными протоколами по любому из портов, что позволяет подключать такие устройства как электро-, газо-, водосчетчики, считыватели штрих-кодов и т.п.

### 2.4.3 Выбор исполнительных механизмов

Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

Выбран конструкционный тип клапана – клеточно-плунжерный регулирующие-отсечной типа КМР.

Для выбора крана необходимо рассчитать пропускную способность крана  $K_v$  (м<sup>3</sup>/час) при параметрах, на которых будет работать клапан по формуле;

$$K_v = Q_{\max} \sqrt{\frac{\Delta p_0}{\Delta p}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}},$$

где  $\Delta p_0$  – потеря давления на кране (ее принимают равной 1 кгс/см<sup>2</sup>);

$\Delta p$  – изменение давления в трубопроводе до и после клапана;

$\rho$  – плотность среды (кг/м<sup>3</sup>);

$\rho_0=1000$  кг/м<sup>3</sup> – плотность воды (в соответствии с определением значения Kv).

Исходными данными для расчета пропускной способности являются следующие:

$\Delta p_0$  – потеря давления на клапане принята равной 1 кгс/см<sup>2</sup>;

$\Delta p$  – изменение давления в трубопроводе 0,5 кгс/см<sup>2</sup>;

$Q_{\max}$  – максимальное значение расхода 10000 м<sup>3</sup>/ч.

Расчетная пропускная способность клапана должна быть не менее 100 м<sup>3</sup>/ч.

В соответствии с документацией диаметра трубопровода от расхода газа получен присоединительный размер задвижки к трубопроводу –  $D_y=250$  мм.

В данном дипломе будем использовать задвижку 30с964нж (рисунок 9).



Flagma.ru

Рисунок 9 – Кран 30с964нж

Технические характеристики данного крана приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики Крана 30с964нж

Характеристика	Значение
Условный проход Ду, мм	250
Пропускная способность Kv, м3/ч	100
Динамический диапазон регулирования	Более 100 : 1
Температура регулируемой среды, °С	–40...450
Присоединение	Сварное
Корпус клапана и крышка	Сталь 25Л, 35Л
Уплотнение сальника	паста ПОН-Б, ТРГ

Для управление краном выбран интеллектуальный электропривод серии ЭП4 фирмы «Тулаэлектропривод» (рисунок 10).

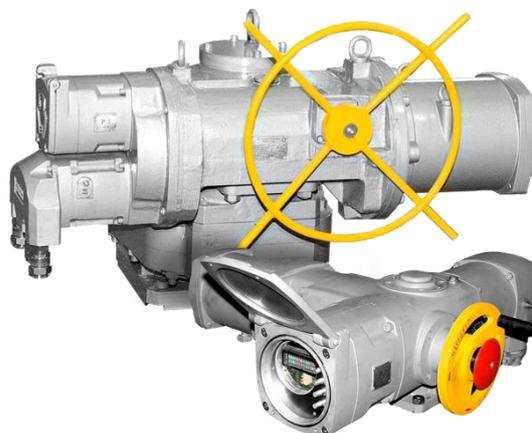


Рисунок 10 – Интеллектуальный электропривод ЭП4

Технические характеристики привода приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики ЭП4Н-Б-250-45-Э21

Характеристика	Значение
Тип сигнала управления	4–20 мА
DN, мм	250
Крутящий момент, Н·м	160
Число оборотов шпинделя	43
Класс защиты	IP 67
Температурный диапазон, °С	От –40 ... до +60
Взрывозащищённое исполнение	1ExdIIВТ4

## 2.5 Разработка схем внешних проводок

Схемы соединений и подключений внешних проводок разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-2013 [14]. Схемы разработаны для следующего КАТС:

- Датчики давления;
- Датчик температуры;
- Сигнализатор уровня;
- Датчик влажности.

Датчики давления, температуры имеют выходным сигналом унифицированный токовый сигнал 4-20 мА, который посредством блока преобразователей сигнала, встроенного в клеммную коробку, трансформируется в сигнал промышленного интерфейса RS-485. Напряжение питания датчиков – 24 DC. Все устройства на схемах внешних проводок смонтированы в соответствии с их схемами. Сигнализатор уровня имеет два провода.

В качестве кабеля выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покрытием и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы 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 взаиморезервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;

- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны прокладываться в разных кабелях.

Схемы соединений и подключений внешних проводок приведены в приложении Г.

## **2.6 Разработка алгоритмов управления**

В данной ВКР описана разработка алгоритмов управления существующими электроприводами задвижек.

Алгоритмы разрабатываются для существующей системы управления электроприводных задвижек, построенной на базе ПЛК ОВЕН ПЛК150.

Разработка алгоритмов управления преследует следующие цели:

- повышение уровня информированности персонала и достоверности данных по состоянию технологического оборудования;

- повышение качества ведения технологического режима и его безопасности;

- повышение оперативности действий персонала;

- улучшение экологической обстановки на объекте;

- повышение надежности управления объектом.

Функционирование алгоритмов позволяет обрабатывать входные сигналы и команды оператора, поступающие с АРМ оператора, а также выдавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы и сообщения оператору.

Входной информацией для алгоритмов является:

- конфигурационные данные ПЛК;
- значения аналоговых и дискретных сигналов, поступающих на модули ввода ПЛК с датчиков и преобразователей;
- данные поступающие по интерфейсу;
- данные, формируемые при управлении технологическим оборудованием с АРМ оператора.

Кроме этого отдельные алгоритмы используют данные, полученные в результате функционирования других алгоритмов.

При разработке алгоритмов функционирования электроприводов были приняты следующие допущения:

- существуют локальные автоматические системы контроля и управления;
- система управления является иерархической и представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления;
- информационная сеть является распределенной;
- функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;
- система будет реализована программными средствами стандартной SCADA-системы и стандартных программных средств обработки данных с применением языков высокого уровня.

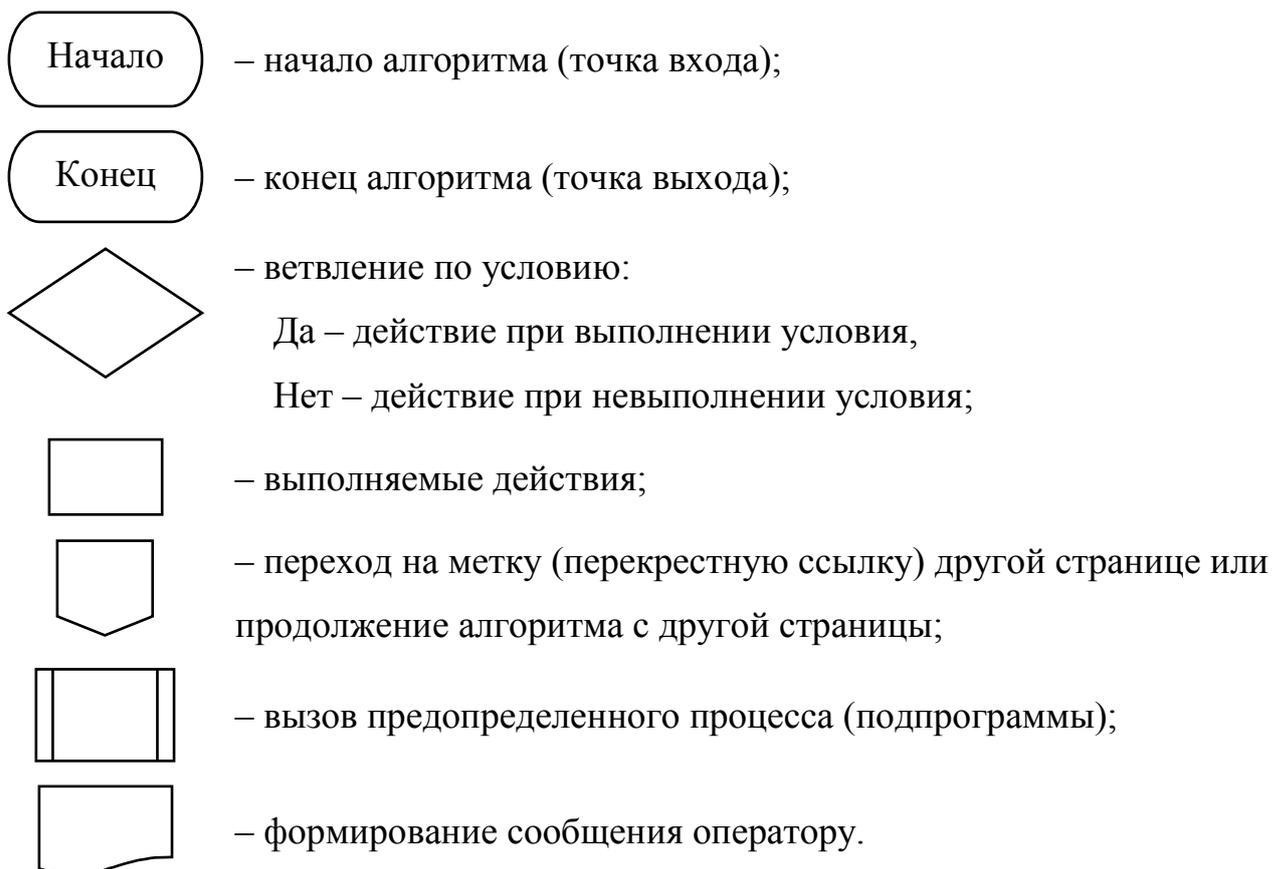
Принятая модель построения системы соответствует реальному процессу и обеспечивает последовательную работу ее частей (исполнительных механизмов) в следующих режимах:

- автономное включение, настройка и проверка сети контроллеров;
- включение, настройка, проверка и запуск системы контроля и управления;
- текущая работа системы в режимах:
  - 1) местном (ручном);

- 2) дистанционном;
- 3) автоматическом;
- 4) настройке;

– восстановление работы системы.

При представлении алгоритмов в виде блок-схем использованы следующие элементы (согласно ГОСТ 19.701-90 [17]):



### 2.6.1 Алгоритм управления электроприводной задвижкой

Алгоритм предназначен для управления электрозадвижкой.

Входными сигналами состояния являются сигналы "Открыта", "Закрыта", "Отказ".

Выходными сигналами являются сигналы "Открыть", "Закрыть", "Стоп", "Местное управление", "Дистанционное управление".

Если сигналы "Открыта" и "Закрыта" активны одновременно, формируется сигнализация "Ошибка состояния электрозадвижки".

Если активен сигнал "Отказ", формируется сигнализация "Отказ привода электрозадвижки".

Если сигналы "Открыта" и "Закрыта" неактивны одновременно, задвижка находится в положении "Промежуточное".

По команде "Открыть" выходной сигнал "Открыть" устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом задвижка начинает двигаться в сторону открытия. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала "Открыта" становится активным. Если за заданное время сигнал "Открыта" не переходит в активное состояние, формируется сигнализация "Отказ открытия электрозадвижки". Команда "Открыть" разрешена, если установлен дистанционный режим, не выполняется команда "Закрыть", нет активных сигнализаций "Ошибка состояния электрозадвижки", "Отказ привода электрозадвижки".

По команде "Закрыть" выходной сигнал "Закрыть" устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом задвижка начинает двигаться в сторону закрытия. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала "Закрыта" становится активным. Если за заданное время сигнал "Закрыта" не переходит в активное состояние, формируется сигнализация "Отказ закрытия электрозадвижки". Команда "Закрыть" разрешена, если установлен дистанционный режим, не выполняется команда "Открыть", нет активных сигнализаций "Ошибка состояния электрозадвижки", "Отказ привода электрозадвижки".

По команде "Стоп" значение выходного сигнала "Стоп" устанавливается в активное состояние на время, достаточное для разрыва цепи пускателя и снятия самоподхвата. Команда "Стоп" разрешена, если установлен дистанционный режим.

Управление положением задвижки осуществляется в местном и дистанционном режимах. Управление задвижкой в дистанционном режиме предусматривает либо открытие, закрытие и останов открытия или закрытия по командам оператора с панели управления задвижкой или по условию, либо

автоматическое управление задвижкой (для задвижек с автоматическим управлением). В местном режиме дистанционное управление задвижкой блокируется, и управление осуществляется по месту.

Установка дистанционного режима осуществляется командой "Дистанционный". В результате выполнения команды сигнал "Дистанционное управление" устанавливается в активное состояние, сигнал "Местное управление" устанавливается в неактивное состояние. Дистанционный режим является основным.

Установка местного режима осуществляется командой "Местный". В результате выполнения команды сигнал "Местное управление" устанавливается в активное состояние, сигнал "Дистанционное управление" устанавливается в неактивное состояние. В местном режиме дистанционное управление задвижкой блокируется.

Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 9.

Таблица 9 – Входы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
vlv_on	bool	Состояние электрозадвижки «Открыта»
vlv_off	bool	Состояние электрозадвижки «Закрыта»
vlv_fail	bool	Состояние электрозадвижки «Отказ»
vlv_rem_cmd	bool	Нажата кнопка «Дистанционный» с АРМ оператора
vlv_loc_cmd	bool	Нажата кнопка «Местный» с АРМ оператора
vlv_open_cmd	bool	Нажата кнопка «ОТКРЫТЬ» с АРМ оператора
vlv_close_cmd	bool	Нажата кнопка «ЗАКРЫТЬ» с АРМ оператора
vlv_stop_cmd	bool	Нажата кнопка «СТОП» с АРМ оператора
vlv_mask	bool	Режим электрозадвижки «Маскирование» включен
t_o_pusk	bool	Пуск сторожевого таймера на открытие электрозадвижки
t_o_reach	bool	Срабатывание таймера на открытие электрозадвижки
t_o_reset	bool	Сброс сторожевого таймера на открытие электрозадвижки
t_c_pusk	bool	Пуск сторожевого таймера на закрытие электрозадвижки
t_c_reach	bool	Срабатывание таймера на закрытие электрозадвижки
t_c_reset	bool	Сброс сторожевого таймера на закрытие электрозадвижки

Выходами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 10, а также сигнализации и сообщения оператору.

Таблица 10 – Выходы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
vlv_open	bool	Управляющий сигнал задвижки «Открыть»
vlv_close	bool	Управляющий сигнал задвижки «Закрыть»

vlv_stop	bool	Управляющий сигнал задвижки «Стоп»
vlv_loc	bool	Управляющий сигнал задвижки «Местное управление»
vlv_rem	bool	Управляющий сигнал задвижки «Дистанционное управление»

На рисунке 11 представлена блок-схема алгоритма обработки состояния электрозадвижки.

На рисунке 12 представлена блок-схема алгоритма останова электрозадвижки (подпрограмма «Останов электрозадвижки»).

На рисунке 13 представлена блок-схема алгоритма открытия электрозадвижки (подпрограмма «Открытие электрозадвижки»).

На рисунке 14 представлена блок-схема алгоритма закрытия электрозадвижки (подпрограмма «Закрытие электрозадвижки»).

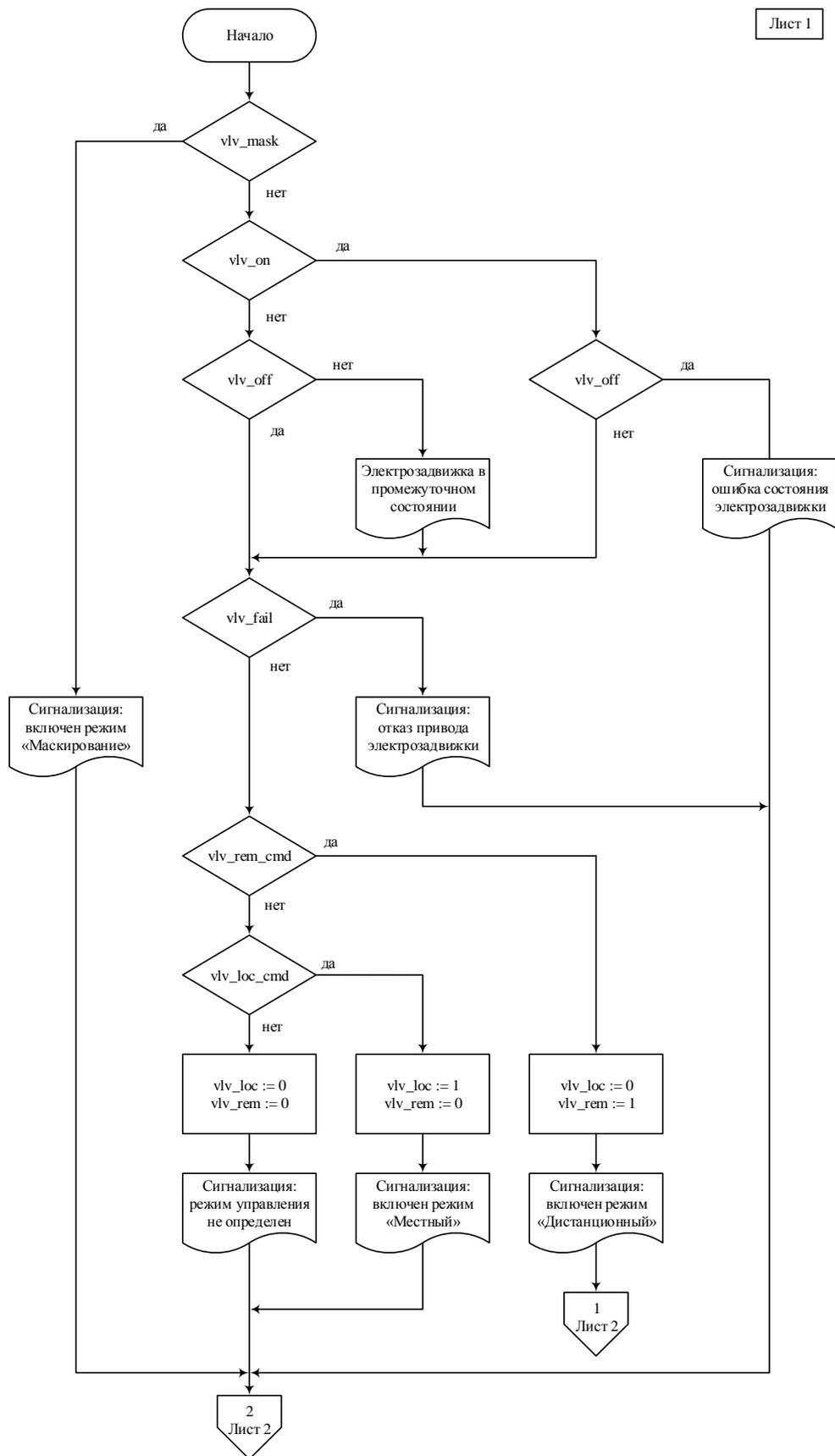


Рисунок 11 – Блок-схема алгоритма обработки состояния электродвижки (лист 1 из 2)

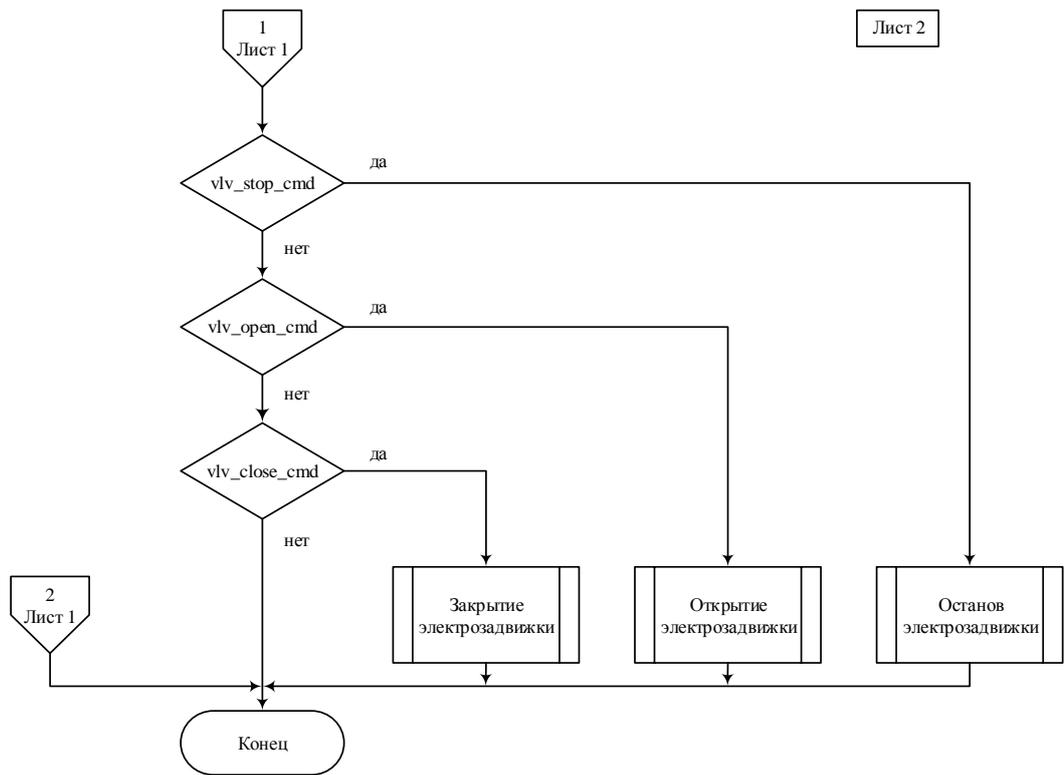


Рисунок 11 – Блок-схема обработки состояния электрозадвижки (лист 2 из 2)

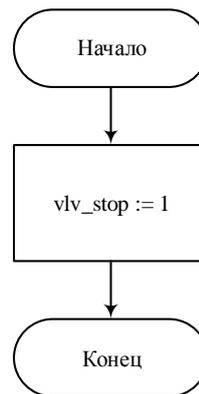


Рисунок 12 – Блок-схема алгоритма останова электрозадвижки (подпрограмма «Останов электрозадвижки»)

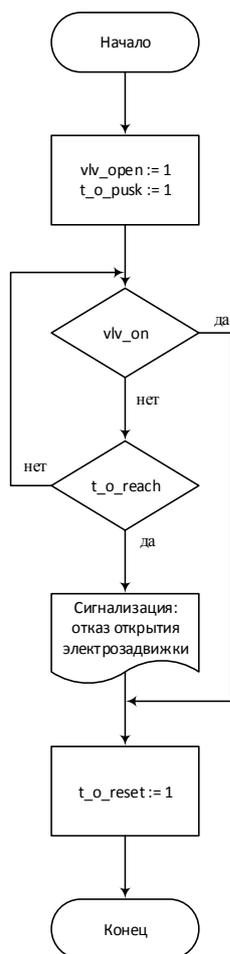


Рисунок 13 – Блок-схема алгоритма открытия электродвижки (подпрограмма «Открытие электродвижки»)

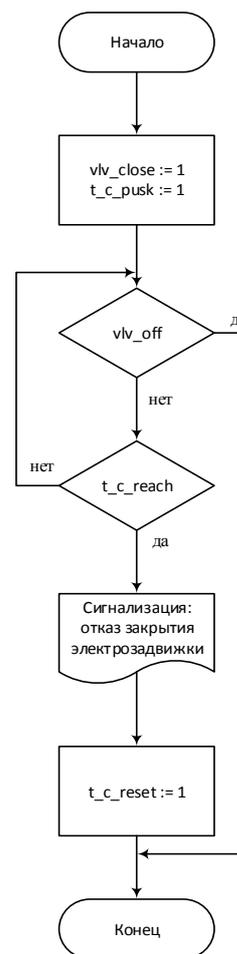


Рисунок 14 – Блок-схема алгоритма закрытия электродвижки (подпрограмма «Закрытие электродвижки»)

## 2.6.2 Алгоритм диагностики электроавтоматики после сейсмоздействия

В ходе работы АСУ необходимо в соответствии с ТЗ разработать алгоритм диагностики.

### Описание алгоритма:

Начало работы, инициализация устройства (сейсмограф), идет проверка на изменение сейсмо-уровня, если сейсмоздействие менее 2 баллов, то происходит завершение программы, в случае же когда магнитуда превышает 2 балла, после 60 секундной выдержки, формируется пакет данных на запуск подпрограмм инициализации всех датчиков. Каждый датчик проверяется на обрыв линии, если ток меньше 4 мА, то оператору АСУ выдается предупреждение об обрыве линии, если ток больше 4 мА, то идет проверка на КЗ, при условии, что ток будет более 20 мА, выдается предупреждение о КЗ.

Если все датчики в норме, формируется пакет данных и передаётся в операторскую, тем самым уведомляя оператора о положительных результатах диагностики. (Приложение В).

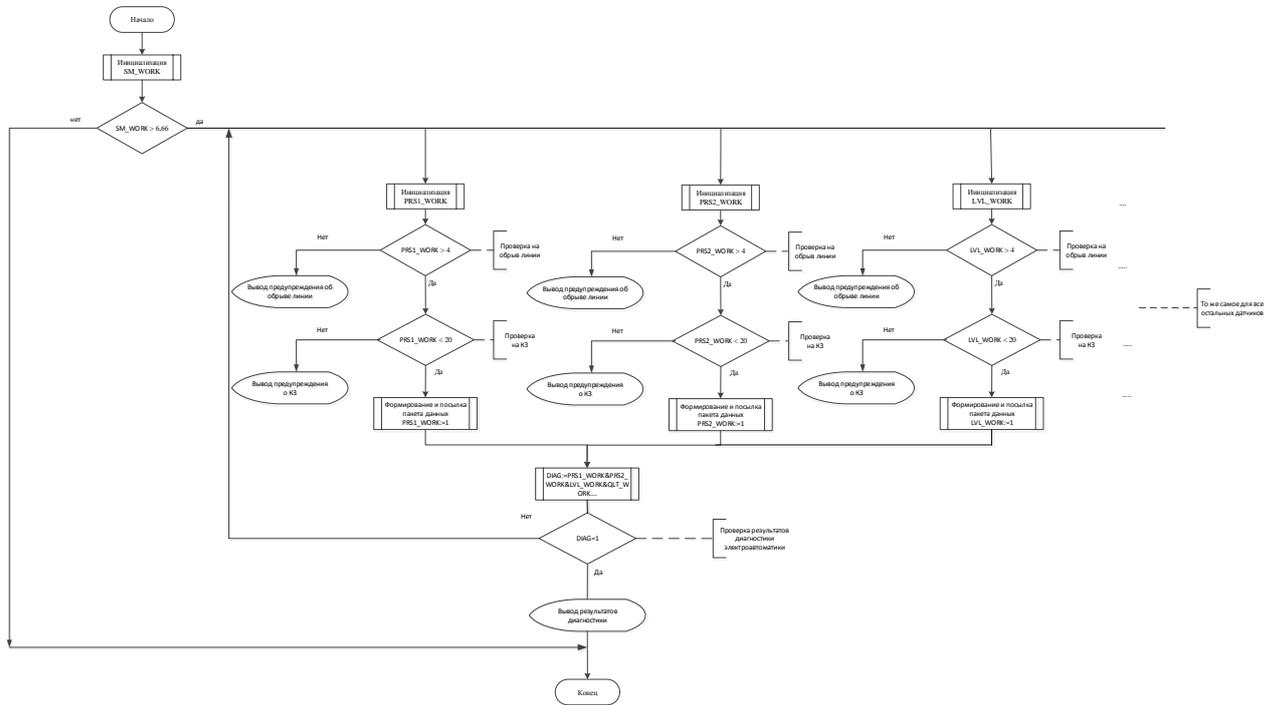


Рисунок 15 – Алгоритм диагностики электроавтоматики после сейсмоздействия

### 2.6.3 Разработка алгоритма автоматического регулирования технологическим параметром

Для обеспечения необходимого давления предусмотрена установка регулирующих задвижек. Объектом управления – участок трубопровода между датчиком и регулирующей задвижкой. Динамика участка трубопровода в упрощенном виде может быть описана следующей передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{Q_k(p)}{Q(p)} = \frac{1}{T \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau_0 \cdot p},$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q}, \tau_0 = \frac{Lf}{Q}, c = \frac{Q}{f} \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{2\Delta p \cdot g}}$$

Таблица 13 –Значения параметров передаточной функции

$f, м^2$	0.031416
$d, м$	0.2
$L, м$	3
$Q, м^3/с$	3
$\Delta p, Мпа$	0,16
$g, м/с^2$	9.8
$\gamma, кг/с$	800

Благодаря развитию контрольно-измерительных устройств, современные датчики характеризуются высоким быстродействием, а также линейной вход-выходной зависимостью. В связи с этим датчики можно описывать, как пропорциональное усилительное звено. В соответствии с данными параметрами, передаточная функция выглядит следующим образом:

$$W(p) = \frac{1}{0.15 \cdot p + 1} \cdot e^{-0.031416 \cdot p}$$

Регулирующая задвижка описывается интегральным звеном:

$$W_3(p) = \frac{1}{J_3 \cdot p},$$

$$J_3 = 0,5 \cdot \rho \cdot L \cdot f \cdot r^2$$

Передаточная функция будет выглядеть следующим образом:

$$W_3(p) = \frac{1}{0,419 \cdot p'}$$

Исполнительный электропривод в упрощенном виде может быть представлен с помощью апериодического звена первого порядка:

$$W_{дв}(p) = \frac{K_{дв}}{T_{дв} \cdot p + 1},$$

$$T_{дв} = \frac{\omega_H J}{M_K}, K_{дв} = \frac{\omega_H}{f_{max}}$$

Таблица 14 – Значения параметров

$f, м^2$	0.031416
$\rho, кг/м^3$	890
$L, м$	3
$\omega_H, рад/с$	1000
$M_K, Н\cdot м$	60
$J, кг\cdot м^2$	0,45
$I_{max}, А$ (максимальный ток управляющего сигнала ЧП)	20

Значения параметров взяты из паспортов изделий [3]. Полученная передаточная функция выглядит следующим образом:

$$W_{дв}(p) = \frac{K_{дв}}{T_{дв} \cdot p + 1} = \frac{3,14}{1,18 \cdot p + 1}$$

Как и электропривод, частотный преобразователь в упрощенном виде определяется апериодическим звеном первого порядка:

$$W_{\text{чп}}(p) = \frac{K_{\text{чп}}}{T_{\text{чп}} \cdot p + 1},$$

$$T_{\text{чп}} = \frac{T_{\text{де}}}{3}, K_{\text{чп}} = \frac{f_{\text{max}}}{I_{\text{max}}}$$

В соответствии с данными таблицы 14, передаточная функция выглядит следующим образом:

$$W_{\text{чп}}(p) = \frac{2,5}{0,393 \cdot p + 1}$$

ПИД-регулятор описывается известной передаточной функцией:

$$W_{\text{пид}}(p) = K + \frac{1}{T_i \cdot p} + T_d \cdot p$$

На рисунке 8 представлена модель системы регулирования, созданная в Simulink.

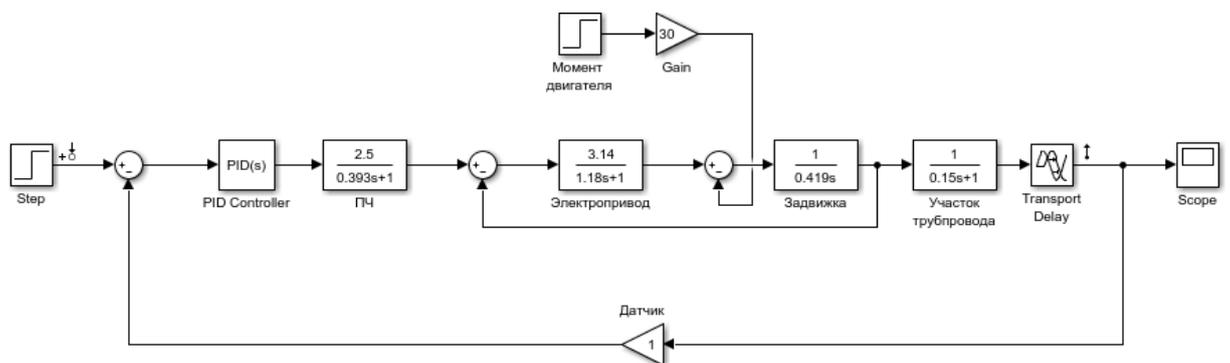


Рис.8 – Модель регулирования расхода

Замкнутый контур регулирования функционирует следующим образом. Давление на выходе объекта управления измеряется датчиком давления, сигнал с которого сравнивается с уставочным значением. Разность между измеренным и уставочным значениями называется ошибкой регулирования.

Данный сигнал (ошибка) поступает на ПИД-регулятор. В зависимости от значения ошибки с ПИД-регулятора поступает управляющее воздействие на исполнительный механизм. Исполнительный механизм состоит из частотного преобразователя, электропривода и задвижки. Управляющее воздействие проходит через частотный преобразователь, осуществляющий регулирование

скоростью вращения электропривода. Электропривод оказывает воздействие на задвижку, а перемещение ножа задвижки влияет на величину расхода в трубопроводе, который влияет на давление в трубопроводе.

Для настройки коэффициентов ПИД-регулятора воспользуемся методом Циглера-Николса. Для этого поставим всем коэффициентам значение 0 и постепенно начнем увеличивать  $K_p$ . Добившись устойчивых колебаний, зафиксируем значение  $K_p$ , обозначим его  $K_u$ , а также период установившихся колебаний  $T_u$ .

$$K_u = 0.1$$

$$T_u = 0.0315$$

$$K_p = 0.6 \cdot K_u = 0.09$$

$$K_i = 2 \cdot T_u = 0.063$$

$$K_d = 0.12 \cdot T_u = 0.00378$$

Выполнена настройка коэффициентов ПИД-регулятора с помощью программных средств Simulink. Переходный процесс и определенные коэффициенты представлены на рисунке 9.

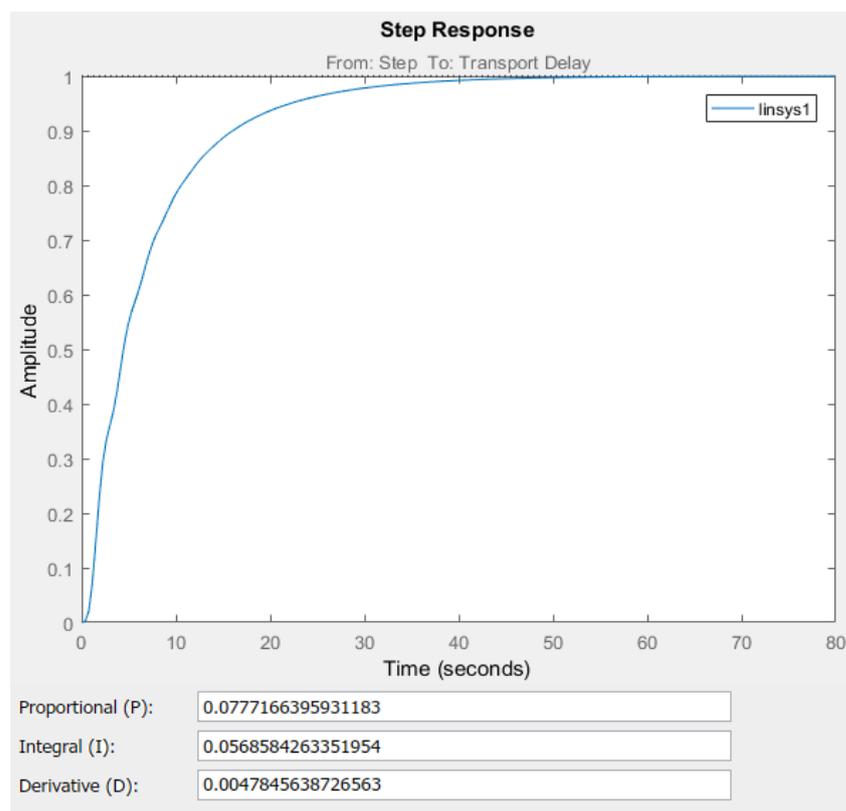


Рис.9 – Переходный процесс процесса регулирования расхода на ИЛ с использованием ПИД-регулятора

Коэффициенты, полученные при ручной настройке сопоставимы с коэффициентами автоматической настройки. По графику переходного процесса можно увидеть, что время переходного процесса составляет 30 секунд, а перерегулирование отсутствует. Это характеризует систему как устойчивую.

## 2.7 Экранные формы АСУ

Управление в АСУ реализовано с использованием SCADA-системы Master-SCADA. Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система Master-SCADA обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-

технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

### 2.7.1 Разработка дерева экранных форм

Управление работой программы осуществляется при помощи манипулятора «мышь» и клавиатуры.

Экран разбит на три области – основное поле, кнопки переключения экранов и окно аварий. В основном поле расположены мнемосхемы узла сборки и очистки конденсата, тренды, кнопки управления программой, параметры технологического процесса.

Переход из одной экранной формы в другую осуществляется путем перевода указателя мыши на закладку нужной экранной формы и нажатием левой кнопки мыши.

<i>Техн. схема</i>	<i>Тренды</i>	<i>Паспорт качества</i>	<i>Архивные отчеты</i>	<i>Настройки</i>	<i>Месячные отчеты</i>	<i>Цвет фона</i>
<i>Журнал рег. СИ</i>	<i>Журнал событий</i>	<i>Акт приема-сдачи</i>	<i>Текущие отчеты</i>	<i>Вент/ДЕ</i>	<i>Резерв</i>	

Рисунок 16 – Панель оператора

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 именем и паролем необходимо нажать кнопку **Пользователь** в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода, показанное ниже.

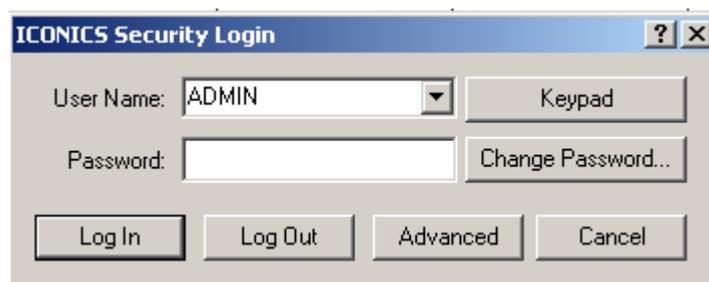


Рисунок 17 – Вход в систему

В выпадающем списке этого окна выбирается имя пользователя, а в поле Password введите свой пароль. При вводе пароля проследите за текущей раскладкой клавиатуры и регистром вводимых символов.

После ввода логина и пароля, если же они оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов ГРС. Открытие мнемосхем объектов ГРС происходит нажатием на прямоугольную область мнемосхемы основных объектов в соответствии с названием объекта, за которым необходимо вести контроль. Мнемосхемы некоторых объектов включают в себя дополнительные мнемосхемы, которые позволяют вести более тщательный контроль состояний объектов и управлением этими объектами. Открытие дополнительных мнемосхем осуществляется нажатием на прямоугольной области с соответствующим названием функции или на фигуре устройства мнемосхемы объекта ГРС.

### 2.7.2 Разработка экранных форм АС

Переход на экран «Схема» осуществляется нажатием левой клавишей мыши на кнопку «Схема». Эта экранная форма предназначена для контроля текущих технологических параметров ГРС. На схеме постоянно осуществляется отображение текущих параметров узла сбора и очистки конденсата:

- давление газа в трубопроводе;
- температура на выходе;
- состояние задвижек;

- уровень конденсата;

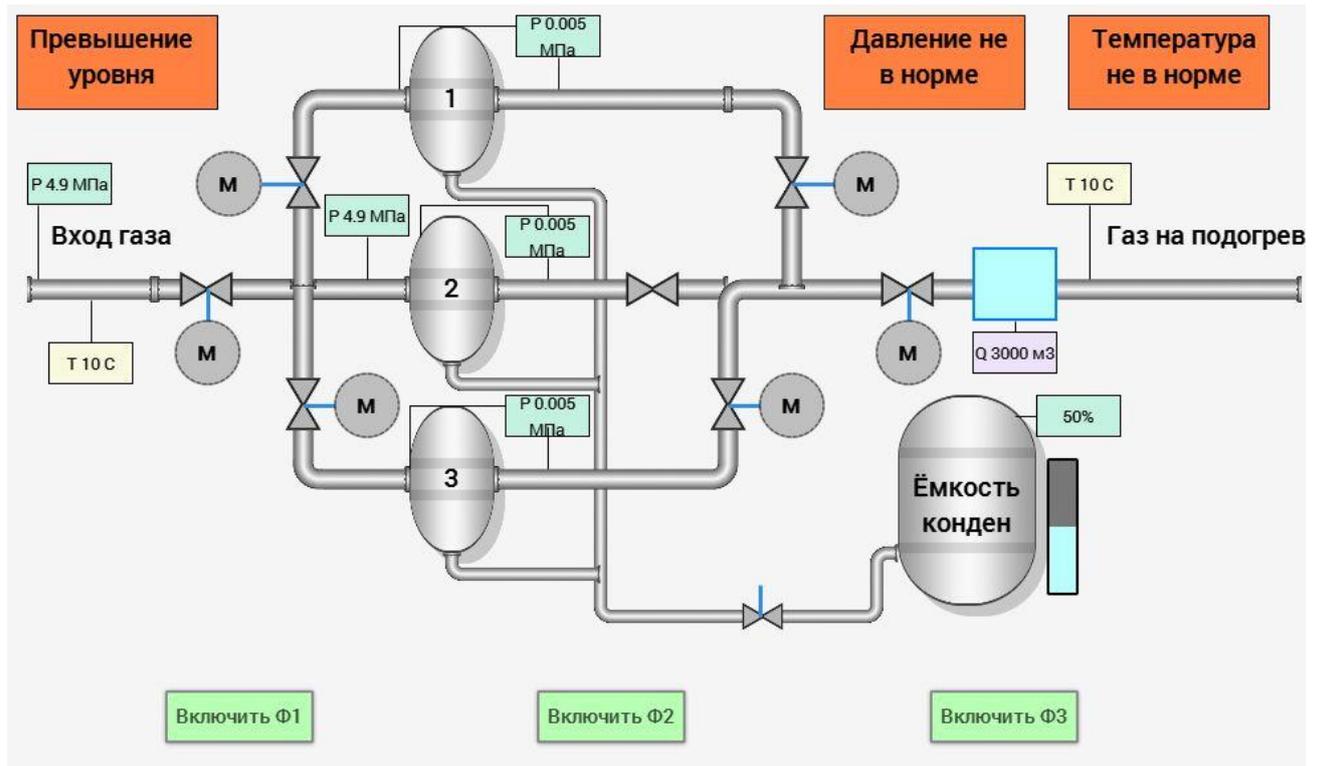


Рисунок 18 – Мнемосхема ГРС

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Т32	Суриков

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение назначения объекта и определение целевого рынка
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности проекта

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. График проведения и бюджет НИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Т32	Суриков		

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

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, в частности – газодобывающие компании. Для данных предприятий разрабатывается модернизация автоматизированной системы управления с системой тестирования электроавтоматики узла очистки и сбора конденсата ГРС.

Данная разработка рассматривается для ГРС АО «ТомсТрансГаз».

#### 3.1. Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 11). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 111 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Повышение производительности	0,08	5	2	4	0,4	0,16	0,32
Удобство 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	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Надежность	0,12	5	2	4	0,6	0,24	0,48
Уровень шума	0,02	2	2	2	0,04	0,04	0,04

Безопасность	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	1	2	1	0,03	0,06	0,03
Простота эксплуатации	0,07	5	3	4	0,35	0,21	0,28
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	0	4	0,2	0	0,2
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	4	0	5	0,08	0	0,1
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	2	3	0,06	0,06	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
Цена	0,07	5	5	1	0,35	0,35	0,07
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,04	2	2	1	0,08	0,08	0,04
Наличие сертификации разработки	0,04	1	3	5	0,04	0,12	0,2
<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>61</b>	<b>3,67</b>	<b>2,67</b>	<b>3,42</b>

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Согласно оценочной карте можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: срок эксплуатации выше, цена разработки ниже, повышение производительности и безопасности, качественный интерфейс.

## 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР 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 этапе, представленные в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исп-ля	Загрузка
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Р	Р-100%
<b>Проведение НИР</b>				
Выбор направления исследования	2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, СД	Р-50%, СД-100%
	3	Разработка и утверждение техзадания (ТЗ)	Р, СД	Р-100%, СД-100%
	4	Календарное планирование работ	Р, СД	Р-50%, СД-100%
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка структурных схем	СД	СД-100%
	6	Разработка функциональных схем	СД	СД-100%
	7	Выбор технических средств автоматизации	Р, СД	Р-50% СД-100%
	8	Выбор алгоритмов управления	Р, СД	Р-50% СД-100%
	9	Разработка экранной	СД	СД-100%

		формы		
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	СД	СД-100%

### 3.2.2 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:

В таблице 15 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 13 – Временные показатели проведения работ

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		T <sub>min</sub> , чел-дн.	T <sub>max</sub> , чел-дн.	T <sub>ож</sub> , чел-дн.	T <sub>р</sub> , раб.дн		T <sub>кд</sub> , кал.дн	
					Р	СД	Р	СД
1	Р	1	2	1,4	1,4	-	2	-
2	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1,4	1	2
3	Р, СД	2	3	2,4	2,4	2,4	3	3
4	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1,4	1	2
5	СД	2	3	2,4	-	2,4	-	3
6	СД	5	10	7	-	7	-	10
7	Р, СД	2	3	2,4	1,2	2,4	2	3
8	Р, СД	3	6	4,2	2,1	4,2	3	6
9	Р, СД	3	6	4,2	-	4,2	-	6
10	СД	1	2	1,4	-	1,4	-	2
Итого					8,5	26,8	12	37

На основе таблицы 13 построим календарный план-график (Приложение Д). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 14 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.



На руководителя приходится 12 дней, на студента-дипломника 37 дней.

На основе таблицы 6 построим календарный план-график. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 14 – План-график

№	Вид работы	Исп-ли	Ткд	С 16.04.2018 г. по 24.05.2018 г.																											
1	Составление и утверждение задания НИР	Р	2																												
2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р СД	1 2																												
3	Разработка и утверждение ТЗ	Р СД	3 3																												
4	Календарное планирование работ	Р СД	1 2																												
5	Разработка структурных схем	СД	3																												
6	Разработка функциональных схем	СД	10																												
7	Выбор технических средств автоматизации	Р СД	2 3																												
8	Выбор алгоритмов управления	Р СД	3 6																												
9	Разработка экранной формы	СД	6																												
10	Составление пояснительной записки	СД	2																												

-руководитель      - студент-дипломник

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 15 приведены материальные затраты. В расчете

материальных затрат учитываются транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 15 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб
Контроллер "Овен ПЛК150 "	шт.	1	440600	550750
Датчики давления "Метран-75А"	шт.	2	16500	37950
Датчики давления "Метран-150АС"	шт.	3	22400	77280
Датчик температуры "Метран-274 ЕХ"	шт.	1	6600	7590
Сигнализатор уровня "Rosemount 2120"	шт.	1	23100	26565
Сейсмограф	шт.	1	25500	29325
Датчик качества	шт.	1	10200	12240
Задвижка 30с964нж	шт.	4	70000	336000
Электропривод ЭП-4	шт.	4	50000	240000
<b>Итого:</b>				<b>1077700</b>

### 3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы ОВЕН. В таблице 16 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования, руб	Общая стоимость, руб.
CodeSys	1	35100	35100
<b>Итого:</b>			<b>35100</b>

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия,

выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

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

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

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

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

Тарифы на оклады приняты согласно тарифной сетке окладов ТПУ.

Руководитель – старший преподаватель ТПУ.

Студент – УВП при ТПУ.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата, руб	Районный коэффициент, %	Месячный должностной оклад работника, руб	Среднедневная заработная плата, руб	Продолжительность работ, дней	Зарботная плата основная, руб
Руководитель	24960	30	32448	1471,33	8,5	12506,27
Инженер	9489	30	12335,7	559,35	26,8	14990,62
Итого:						27496,90

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

Отчисления во внебюджетные фонды составляет 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб
Руководитель проекта	12506,27
Инженер	14990,62
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,00
Итого:	8249,07

### 3.3.5 Накладные расходы

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

руб.

Где 0,15 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1077700
2. Затраты на специальное оборудование	35100
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	27496,9
4. Отчисления во внебюджетные фонды	8249,07
5. Накладные расходы	172281,9
<b>6. Бюджет затрат НТИ</b>	<b>1320827,87</b>

### 3.4 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 ресурсэффективности.

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:

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

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

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

$\Phi_{max}$  – 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).

Так как разработка имеет одно исполнение, то

$$\frac{p}{финр} = \frac{\Phi_p}{\Phi_{max}} = \frac{1320827,87}{1750000} = 0,75;$$

В работе рассмотрены аналоги:

Аналог 1 – существующая система АСУ ТП, спроектированная компанией АО «Элком». Система АСУ ТП разработана на базе оборудования Wika и SCADA Simplight;

Аналог 2 – спроектированная система АСУ ТП компанией ООО «ТомсНИПИнефть». Система АСУ ТП разработана на базе промышленного оборудования Siemens с применением SCADA Trace Mode.

Смета бюджетов для рассмотренных аналогов в таблице 20.

Таблица 20 – Смета бюджетов для рассмотренных аналогов

	Проектируемая АСУ ТП	Аналог 1	Аналог 2
Бюджет затрат	1320827,87	1500000	1750000

Для аналогов соответственно:

$$I_{фина1}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{1500000}{1750000} = 0,86; I_{фина1}^{a2} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{1750000}{1750000} = 1;$$

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;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности представлен ниже.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Повышение роста производительности труда пользователя	0,25	5	4	5
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	5	5
3. Надёжность	0,25	4	4	4
4. Экономичность	0,25	5	4	4
5. Помехоустойчивость	0,1	4	5	5
ИТОГО	1	4,65	4,25	4,5

$$I_{\text{тп}} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 = 4,65;$$

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

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

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{\text{финр}}^p$ ) и аналога ( $I_{\text{финаi}}^{ai}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{финр}}^p}; I_{\text{финаi}}^{ai} = \frac{I_m^{ai}}{I_{\text{финаi}}^{ai}};$$

В результате:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{финр}}^p} = \frac{4,65}{0,75} = 6,2; I_{\text{фина1}}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\text{фина1}}^{a1}} = \frac{4,25}{0,86} = 4,94; I_{\text{фина2}}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_{\text{фина2}}^{a2}} = \frac{4,5}{1} = 4,5.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финаi}}^{ai}}$$

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,75	0,86	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективностиразработки	4,65	4,25	4,5
3	Интегральный показатель эффективности	6,2	4,25	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	-	1,46	1,38

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.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО

Школа	ИШИТР	Отделение	АиР
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	АТПП

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

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

<i>Анализ оборудования автоматизированной системы</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описание надежности и безопасности движжек</li> <li>2. Описание датчиков и повышение надежности системы</li> </ol>
<i>Связь контроллера и оператора</i>	1. Защита данных от ошибок
<i>Интерфейсы оператора</i>	1. Удобство и защита использования мнемосхемы

**Перечень графического материала:**

<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	<i>Рассмотрена мнемосхема оператора. Указано удобство управлениями технологическими параметрами</i>
---	---

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

--	--

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
	Суриков Егор Евгеньевич		

## **4. Социальная ответственность**

### **Введение**

В выпускной работе рассматривается разработка автоматизированной системы узла очистки и сбора конденсата на газораспределительной станции. В данном разделе работы представлены и рассмотрены основные факторы, оказывающие влияние на работников предприятия, такие как производственная и экологическая безопасность. Также разработан комплекс мероприятий, снижающий негативное воздействие проектируемой деятельности на работников и окружающую среду.

Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. В данном разделе работы дается характеристика рабочей зоны, которой представляет собой площадку узла очистки и сбора конденсата, непосредственно куда проектировалась автоматизированная система управления. Проанализированы опасные и вредные факторы.

#### 4.1. Задвижки

При разработке системы автоматизации в ВКР, на трубопроводы устанавливаются регулирующие клапана с электроприводом. Задвижка 30с964нж, а электропривод ЭП4 «Тулаэлектропривод». С целью безопасности была выбрана искробезопасная цепь, а тип привода выбран асинхронным, работающим от переменного тока 220 В с частотой сети.

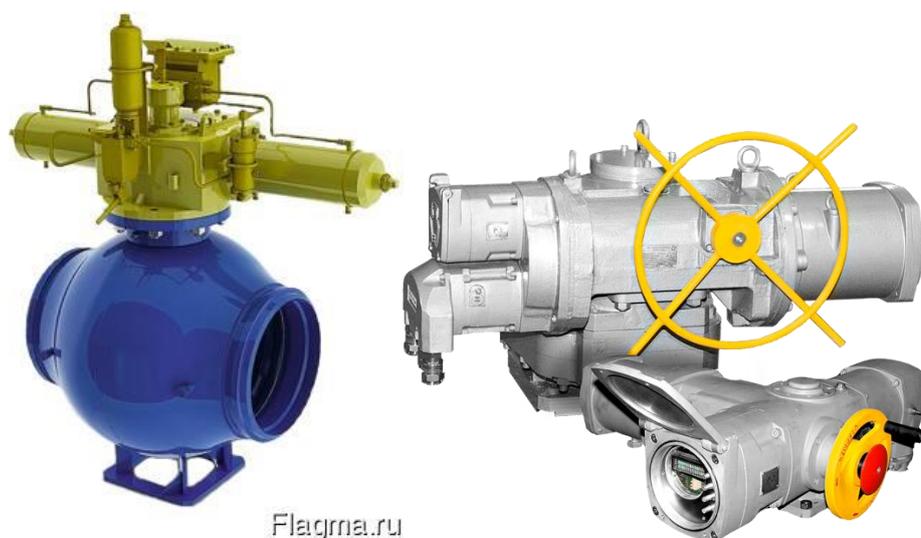


Рисунок 19 – Регулирующий кран с электроприводом RV113

Таблица 23 – Характеристики электропривода

Характеристика	Значение
Тип сигнала управления	4–20 мА
DN, мм	250
Крутящий момент, Н·м	160
Число оборотов шпинделя	43
Класс защиты	IP 67
Температурный диапазон, °С	От –40 ... до +60
Взрывозащищённое исполнение	1ExdПВТ4
Средняя наработка на отказ	200 000 ч

## 4.2. Датчики

Комплекс аппаратно-технических средств (КАТС) АСУ с диагностикой электроавтоматики узла сбора и очистки конденсата ГРС включает в себя устройства измерения и индикации, интерфейсные линии связи, а также систему диагностики электроавтоматики.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе и, посредством, коммуникационных интерфейсов осуществляют передачу этой информации на верхний уровень Системы (на АРМ оператора).

В ходе технологического процесса и диагностики электроавтоматики в соответствии с ТЗ предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА, при этом подбор необходимо вести для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями.

## 4.3. Датчик давления

В качестве датчиков давления были выбраны датчики Метран-75 и Метран-150, т.к они имеют малую относительную погрешность, широкую возможность перестройки диапазона, поддержка HART-протокола и самое главное в связи с ТЗ о диагностике электроавтоматики, а в частности после сейсмо воздействия, интеллектуальные датчики Метран-75 и Метран-150 имеют функцию самодиагностики.

Таблица 24 – Характеристики датчика давления

Критерии выбора	Сапфир-22М	Rosemount 3051С	КВАРЦ-2	Метран-150	Метран-75
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар				
Диапазоны пределов измерений	-	0–13,8МПа	0–100МПа	0–6МПа	0–25 МПа
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,075%	0,1%	0,25%	0,075%
Перестройка диапазонов измерений	-	100:1	-	25:1	100:1

Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex	ExiaIICT5	ExiaIICT5X	ExibIICT5X	ExdIICT5
Температура окружающей среды	-50 +80 °С	-40 +85	-40 +65	-40 +70 °С	-40 +85 °С
Наличие ЖКИ	нет	да	нет	да	да
Срок службы	12 лет	12 лет	6 лет	12 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	-	IP65	IP54	IP66	IP66
Критерии выбора	Сапфир-22М	Rosemount 3051С	КВАРЦ-2	Метран-150	Метран-75
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазоны пределов измерений	-	0–13,8МПа	0–100МПа	0–6МПа	0–25 МПа
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,075%	0,1%	0,25%	0,075%
Перестройка диапазонов измерений	-	100:1	-	25:1	100:1
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex	ExiaIICT5	ExiaIICT5X	ExibIICT5X	ExdIICT5
Температура окружающей среды	-50 +80 °С	-40 +85	-40 +65	-40 +70 °С	-40 +85 °С
Наличие ЖКИ	нет	да	нет	да	да
Срок службы	12 лет	12 лет	6 лет	12 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	-	IP65	IP54	IP66	IP66

Таблица 25 – Технические характеристики датчика давления Метран-75

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	Жидкости, газ, газовые смеси, пар
Пределы измерений	От 10,5 кПа до 25МПа
Основная приведенная погрешность	±0,5%; ±0,2%; ±0,1%
Выходной сигнал	4-20 мА/HART
Взрывозащищенные исполнения	1ExdIICT6X
Диапазон температур окружающей среды	от -40 до 85°С; от -51 до 85°С (опция)
Интервал между поверками	до 5 лет
Степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды	IP 66
Время наработки на отказ	150 000 ч

Таблица 26 – Основные характеристики датчика давления Метран-150 АС

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	Жидкости, газ, газовые смеси, пар
Пределы измерений	От 10,5 кПа до 25МПа
Основная приведенная погрешность	$\pm 0,5\%$ ; $\pm 0,2\%$ ; $\pm 0,1\%$
Выходной сигнал	4-20 мА/HART
Взрывозащищенные исполнения	1ExdIICT6X
Диапазон температур окружающей среды	от -40 до 85°C; от -51 до 85°C (опция)
Интервал между поверками	до 5 лет
Степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды	IP 66
Время наработки на отказ	150 000 ч

Для повышения надежности зарезервируем датчики

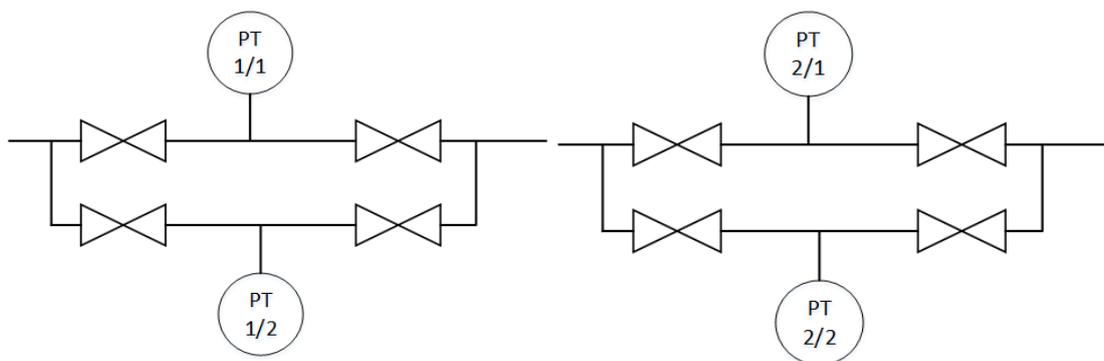


Рисунок 20 – Резервирование датчиков давления

### Датчики температуры

Для измерения температуры был выбран датчик Метран-274, т.к по ТЗ удовлетворяет степени защиты, а также в связи с возможными сейсмическими воздействиями, данный датчик имеет возможность самодиагностики, имеется протокол HART.

Метран-274 предназначен для измерения температуры нейтральных и агрессивных сред, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.

Таблица 27 – Технические характеристики Метран-274

Техническая характеристика	Значение
Диапазон преобразуемых температур, °С	-150...+300
Выходной сигнал, мА	4-20
Предел допускаемой основной приведенной	0,25; 0,5

погрешности, $\pm\gamma, \%$	
Зависимость выходного сигнала от температуры	линейная
Степень защиты от воздействия пыли и воды	IP65
Виброустойчивость	V1
Межповерочный интервал	4 года
Температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	От - 45 до 70
Средняя наработка на отказ	50 000 ч

Для повышения надежности зарезервируем датчики.

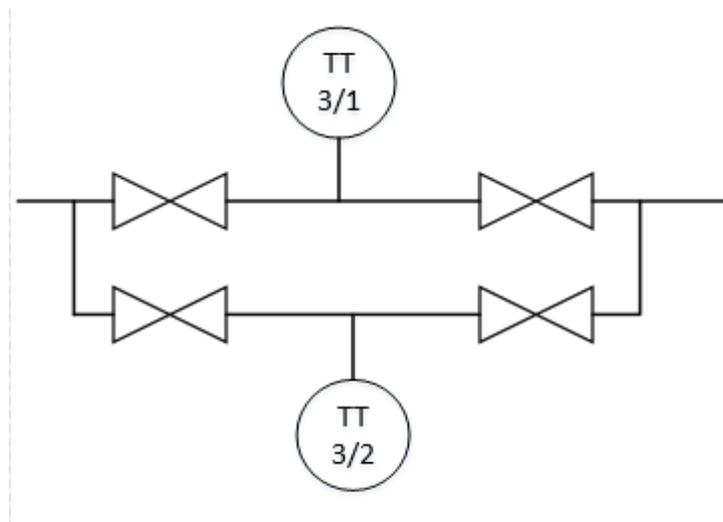


Рисунок 21 – Резервирование датчиков температуры

### Обеспечение информационной безопасности

Информационная безопасность системы обеспечивается следующими средствами:

- разделением внутренней технологической сети и внешних информационных сетей;
- подключение дополнительных рабочих станций осуществляется через коммуникационное и серверное устройства с ограничением права доступа;
- передача информации с/на верхний уровень управления осуществляется через специализированный сервер;
- наличием контрольной информации в пакетах, передаваемых по сети Ethernet, затрудняющих случайное/намеренное искажение передаваемой информации;
- присвоением уникальных адресов сети Ethernet управляющим

контроллерам;

– парольной системой доступа к возможностям изменения управляющего программного обеспечения;

– парольной системой доступа к настройкам системы управления с рабочей станции.

#### **4.4. Связь контроллера и оператора**

Контрольная сумма (хеш) — определенное значение рассчитанное для данных с помощью известных алгоритмов. Предназначается для проверки целостности данных при передаче.

В ВКР используется алгоритм MD5. MD5 — используется не только для проверки целостности данных, но и позволяет получить довольно надежный идентификатор файла. Последний часто используется при поиске одинаковых файлов на компьютере, чтобы не сравнивать все содержимое, а сравнить только хеш.

#### **4.5. Интерфейсы**

Экранная форма предназначена для контроля текущих технологических параметров ГРС. На схеме постоянно осуществляется отображение текущих параметров узла сбора и очистки конденсата:

- Давление газа в трубопроводе;
- температура на выходе;
- состояние задвижек;
- уровень конденсата;

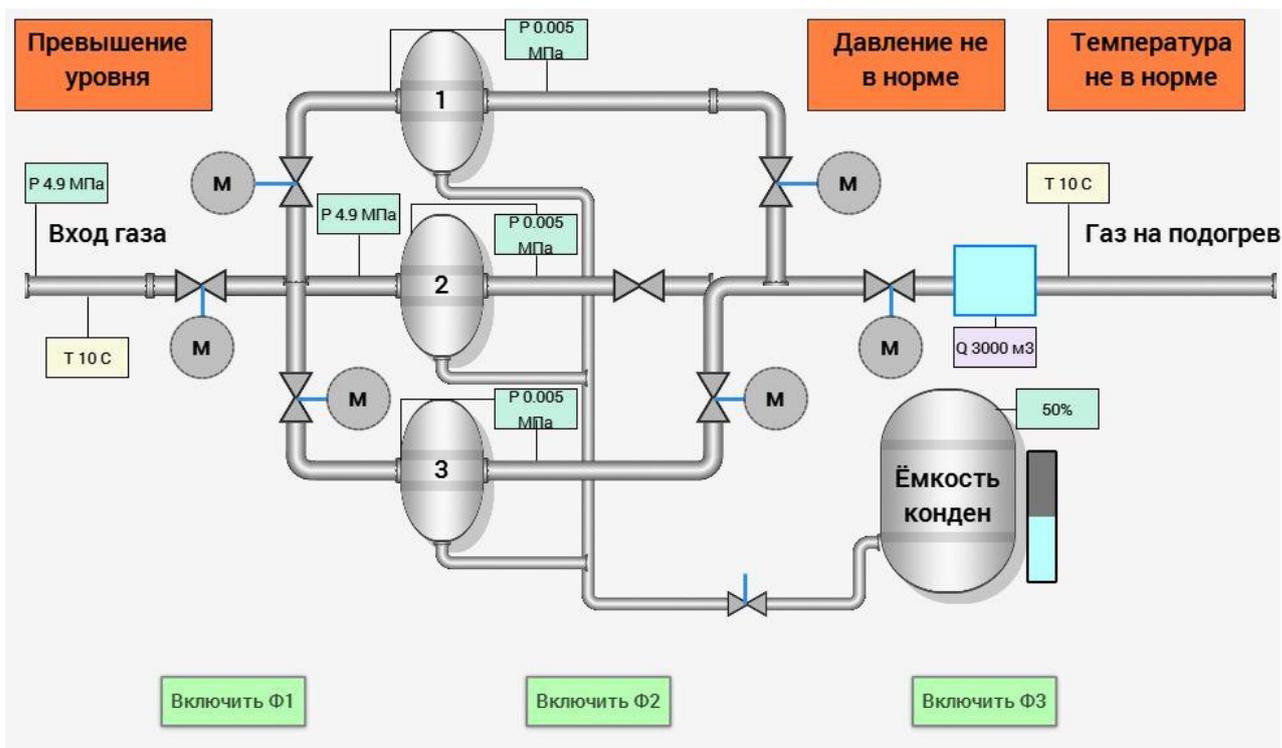


Рисунок 22 – Мнемосхема

Для обеспечения безопасности показания с датчиков не активны, они только меняются в реальном времени.

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 **Пользователь** в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода, показанное ниже.

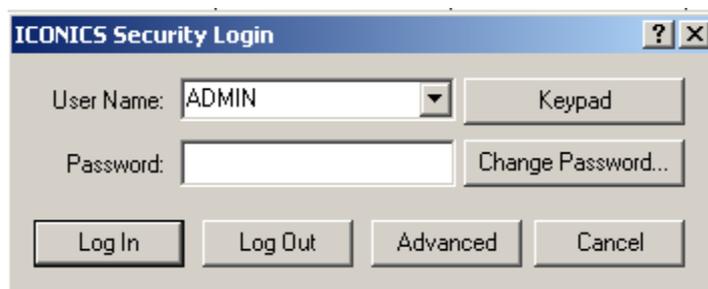


Рисунок 23 – Вход в систему

## **Заключение**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система управления с системой тестирования электроавтоматики узла очистки и сбора конденсата ГРС, удовлетворяющая требованиям технического задания.

В ходе выполнения работы были изучены особенности технологического процесса очистки и сбора конденсата на ГРС, разработаны структурная, функциональная схемы автоматизации, схемы соединений внешних проводок. Также, был разработан план расположения оборудования и проводок в помещении операторной. Кроме того, был осуществлен выбор комплекса аппаратно-технических средств. Помимо этого, были разработаны и программно-реализованы алгоритмы управления отдельными процессами технологического процесса. Также, был выполнен расчет надежности внедряемой системы.

И, наконец, было выполнено технико-экономическое обоснование проекта, и рассмотрены вопросы экологической безопасности, производственной санитарии и других условий труда.

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы была обеспечена модернизация автоматизированной системы управления с системой тестирования электроавтоматики узла очистки и сбора конденсата ГРС.

## Список использованных источников

1. Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем: учебно-методическое пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 173 с.
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. Шкляр В. Н. Надежность систем управления: учебное пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2011. – 126 с.
4. Технологический регламент ТР 09-70-2012. – Томск, 2012. – 89 с.
5. ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP). – М.: Стандартинформ, 2007.
6. ГОСТ 21.408 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – М.: Стандартинформ, 2014.
7. ГОСТ 8.631-2013 (OIML R 60:2000) Государственная система обеспечения единства измерений. Датчики весоизмерительные. Общие технические требования. Методы испытаний (Metrological regulation for load cells). – М.: Стандартинформ, 2014.
8. РМГ 62-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешностей измерений при ограниченной исходной информации. – М.: Стандартинформ, 2008.
9. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – М.: Стандартинформ, 2010.

10. ГОСТ Р МЭК 61508-6-2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2 и ГОСТ Р МЭК 61508-3. – М.: Стандартинформ, 2014.

11. IP (степень защиты оболочки) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/IP\\_\(степень\\_защиты\\_оболочки\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/IP_(степень_защиты_оболочки)), свободный.

12. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы»;

13. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

14. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;

15. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;

16. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.

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

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

19. СНиП 2.11.03–93 “Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы”

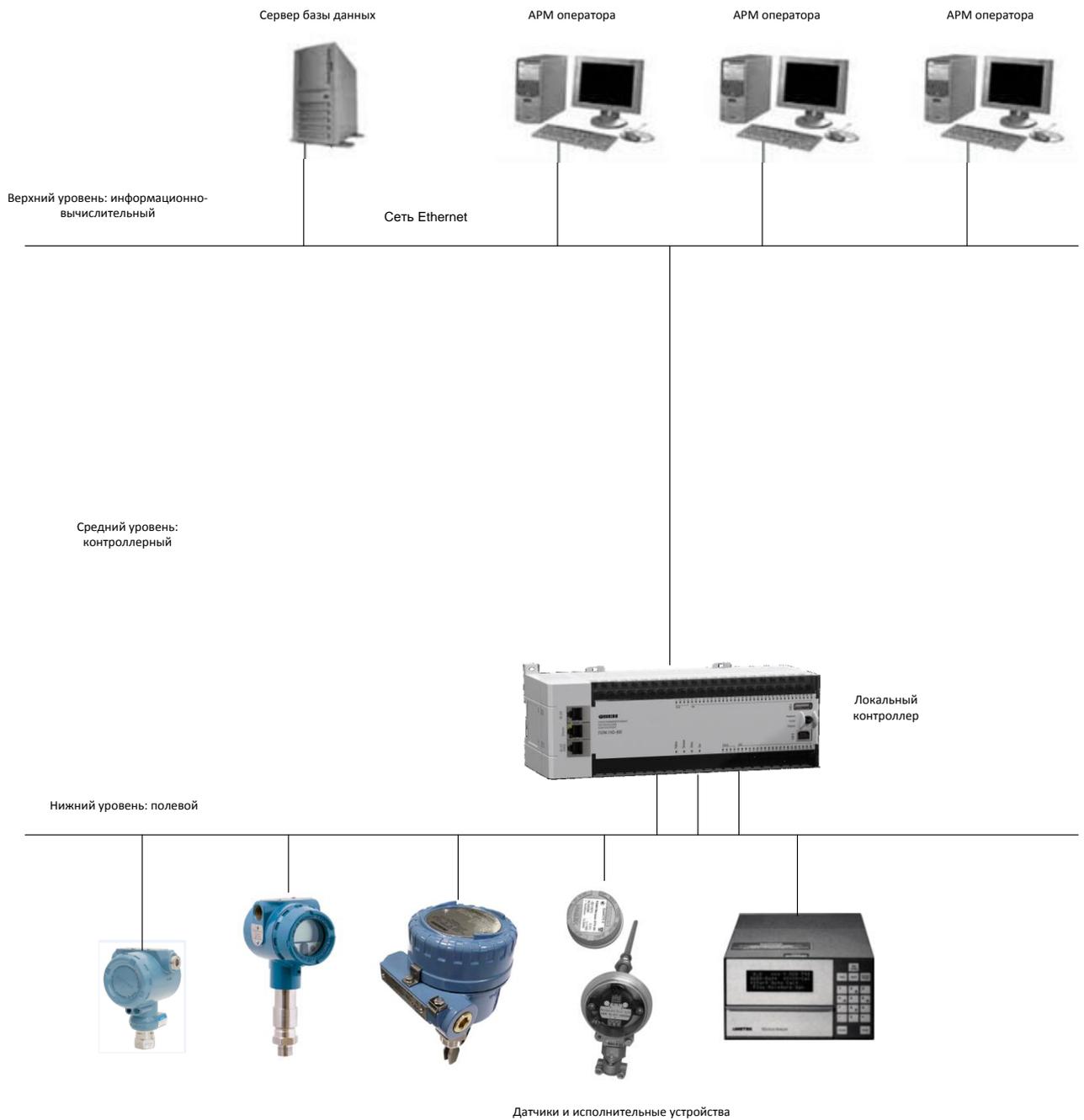
20. ППБ 01–93 «Правила пожарной безопасности Российской Федерации».

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

22. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

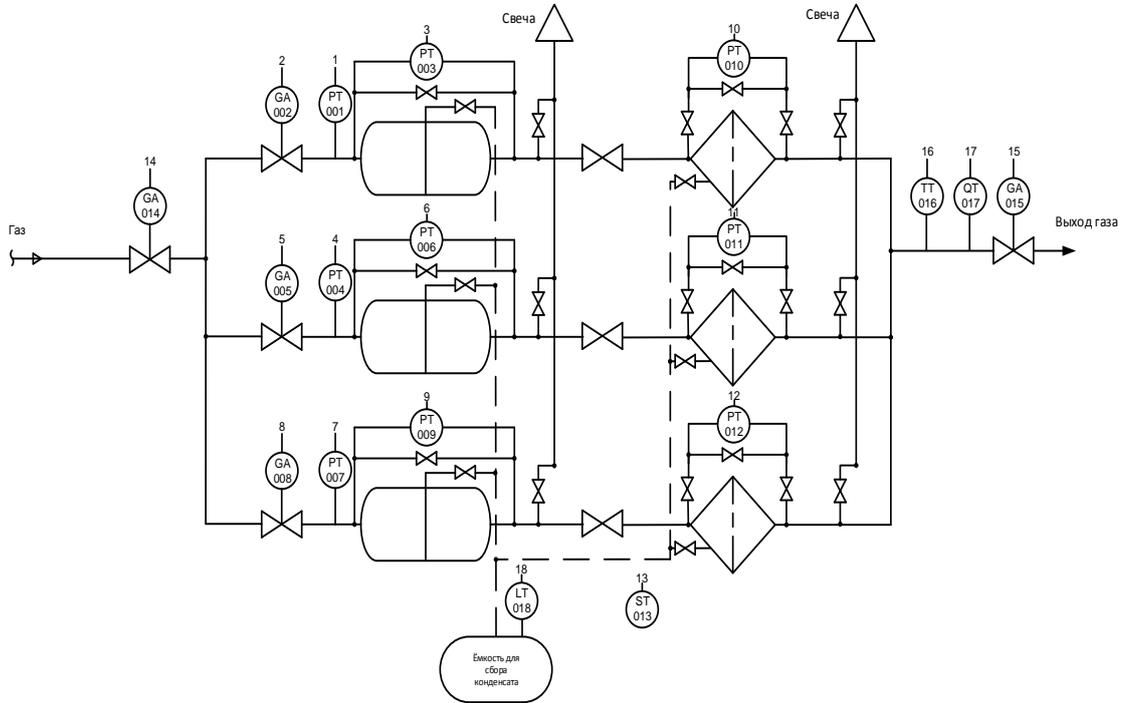
# Приложение А

## Схема структурная комплекса аппаратно-технических средств



# Приложение Б

## Функциональная схема автоматизации



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
SCADA	Управление																			
	Измерение																			
	Сигнализация																			
Приборы по месту		PC 001	GSA 002	PC 003	PC 004	GSA 005	PC 006	PC 007	GSA 008	PC 009	PC 010	PC 011	PC 012	SI 013	GSA 014	GSA 015	TC 016	QC 017	LA 018	
Шкафы управления		PI 001		PI 003	PI 004		PI 006	PI 007		PI 009	PI 010	PI 011	PI 012	SI 013	HL		TI 016	QT 017	HL2	
		Давление на входе 1, МПа	Положение задвижки на входе 1	Диф. давление на обпараторе 1, МПа	Давление на входе 2, МПа	Положение задвижки на входе 2	Диф. давление на обпараторе 2, МПа	Давление на входе 3, МПа	Положение задвижки на входе 3	Диф. давление на обпараторе 3, МПа	Диф. Давление на обпараторе 1, МПа	Диф. Давление на обпараторе 2, МПа	Диф. Давление на обпараторе 3, МПа	Позиция сойсмотрафа, Балл	Положение задвижки	Положение задвижки	Температура на выходе, С	Качество газа, %	Уровень воды, М	



# Приложение Г

## Схемы соединений внешних проводов

