

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



Институт электронного обучения
 Направление подготовки 150304 Автоматизация технологических процессов и производств
 Кафедра систем управления и мехатроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка автоматизированной системы управления факельным сепаратором

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т21	Казачинский Евгений Владимирович		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	к.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Губин Владимир Евгеньевич	к.т.н.		

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»**



Институт электронного обучения
Направление подготовки 150304 Автоматизация технологических процессов и производств
Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой СУМ
_____ Губин В.Е.
(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
3–8Т21	Казачинский Евгений Владимирович

Тема работы:

Разработка системы автоматизированного управления факельного сепаратора

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</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>Факельные сепараторы (ФС) предназначены для очистки от капельной жидкости газа, сбрасываемого на факел. Они входят в состав факельной системы при обустройстве газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений, а также газо- и нефтеперерабатывающих заводов.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Описание технологического процесса 2 Выбор архитектуры АС 3 Разработка структурной схемы АС 4 Функциональная схема автоматизации 5 Разработка схемы информационных потоков АС 6 Выбор средств реализации АС 7 Разработка схемы соединения внешних проводок 8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 9 Разработка экранных форм АС
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Функциональная схема технологического процесса 2 Перечень входных/выходных сигналов ТП 3 Схема соединения внешних проводок 4 Функциональная схема автоматизации (ГОСТ 21.408–2013 и ANSI/ISA–S 5.1–2009) 5 Структурная схема САР локального технологического объекта 6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма 7 Дерево экранных форм 8 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта 9 Обобщенная структура управления АС 10 Схема информационных потоков 11 Трехуровневая структура АС

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т21	Казачинский Евгений Владимирович		

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

Институт электронного обучения
Направление подготовки 150304 Автоматизация технологических процессов и производств
Кафедра систем управления и мехатроники
Уровень образования – бакалавр
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.05.2017 г.	Основная часть	60
12.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
05.05.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Громаков Е.И.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин В.Е.	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 109 страниц машинописного текста, таблиц, рисунков, 1 список использованных источников из 16 наименований, 12 приложений.

Объектом исследования является блок подготовки газа (сепаратор факельной системы) установки комплексной подготовки газа.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления сепаратора факельной системы УКПГ с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

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

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.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

УСТАНОВКА КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА, БЛОК ПОДГОТОВКИ ГАЗА, КЛАПАН С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ, СЕПАРАТОР ФАКЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, КОММУТАЦИОННЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

Глоссарий

Термин	Определение
АС	Автоматизированная система это - комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации
Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)	Интерфейс – это совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой
Видеокадр	Видеокадр – это область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.
Мнемосхема	Мнемосхема – это представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ
Мнемознак (мнемосимвол)	Мнемознак – это представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.
Интерфейс оператора	Интерфейс оператора – это совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой
Профиль АС	Понятие «профиль» определяется как <i>подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС.</i> Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM (Open System Environment/Reference Model), предложена в ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000-3–99
Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet)	Протокол – это набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами
Кавитация	Кавитация – это образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных газом, паром или их смесью.
Техническое задание на АС (ТЗ)	Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы

Технологический процесс (ТП)	Технологический процесс – последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов)
СУБД	Система управления базами данных это – совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным
Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС
SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных)	Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных
ФЮРА. 425280	ФЮРА это – код организации разработчика проекта (ТПУ); 425280 это – код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85 (в соответствии с шестизначной классификационной характеристикой ОКП этот код означает программно-технические комплексы для распределенного автоматизированного управления технологическим объектом, многофункциональные)
ОРС-сервер	ОРС-сервер – это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС
Стандарт	Стандарт – образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними др. подобных объектов. Стандарт в Российской Федерации – документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг
Объект управления	Объект управления – обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления
Программируемый логический контроллер (ПЛК)	Программируемый логический контроллер или программируемый контроллер – специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и

	исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьёзного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени.
Диспетчерский пункт (ДП)	Диспетчерский пункт – центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства
Автоматизированное рабочее место (АРМ)	Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA-системы
Распределенная система управления (РСУ)	Распределенная система управления – система управления технологическим процессом, характеризующаяся построением распределённой системы ввода вывода и децентрализацией обработки данных
ТЕГ	ТЕГ – метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры
Корпоративная информационная система (КИС)	Корпоративная информационная система – это масштабируемая система, предназначенная для комплексной автоматизации всех видов хозяйственной деятельности больших и средних предприятий, в том числе корпораций, состоящих из группы компаний, требующих единого управления.
Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП)	Автоматизированная система управления технологическим процессом – комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершенный продукт
Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор	Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор – устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.
Modbus	Modbus – это коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер»

Обозначения и сокращения

Аббревиатура	Краткая характеристика
OSI (Open Systems Interconnection)	Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем
PLC (Programmable Logic Controllers)	Программируемые логические контроллеры (ПЛК).
HMI (Human Machine Interface)	Человеко-машинный интерфейс
OSE/RM (Open System Environment Reference Model)	Базовая модель среды открытых систем
API (Application Program Interface)	Интерфейс прикладных программ
EI (External Environment Interface)	Интерфейс внешнего окружения
OPC (Object Protocol Control)	OLE для управления процессами
OLE (Object Linking and Embedding)	Протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ
SNMP (Simple Network Management Protocol)	Протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP
ODBC (Open DataBase Connectivity)	Программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных)
ANSI/ISA (American National Standards Institute/Instrument Society of America)	Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей
DIN (Deutsches Institut für Normung)	Немецкий институт по стандартизации
IP (International Protection)	Степень защиты
LAD (Ladder Diagram)	Язык релейной (лестничной) логики
ППЗУ	Программируемое постоянное запоминающее устройство
КМР	Клапан малогабаритный регулирующий
АЦП	Аналого-цифровой преобразователь
ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь
МККТТ	Международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии
УКПГ	Установка комплексной подготовки газа
ФС	Функциональная схема
КИПиА	Контрольно-измерительные приборы и автоматика
ВНИИМС	Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы
САР	Система автоматического регулирования
ПО	Программное обеспечение
УСО	Устройство сопряжения (связи) с объектом, устройство ввода/вывода

Содержание

Введение.....	14
1 Техническое задание.....	16
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП.....	16
1.2 Назначение системы	16
1.3 Цели создания системы	16
1.4 Требования к техническому обеспечению	17
1.5 Требования к метрологическому обеспечению	18
1.6 Требования к программному обеспечению.....	18
1.7 Требования к математическому обеспечению.....	19
1.8 Требования к информационному обеспечению.....	19
2 Основная часть	21
2.1 Описание технологического процесса.....	21
2.2 Выбор архитектуры АС.....	23
2.3 Разработка структурной схемы АС.....	29
2.4 Функциональная схема автоматизации	31
2.4.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ.....	32
2.4.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA.....	32
2.5 Разработка схемы информационных потоков фак	33
2.6 Выбор средств реализации факельного сепаратора.....	37
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования факельного сепаратора	37
2.6.2 Выбор датчиков.....	44
2.6.3 Выбор исполнительных механизмов	63
2.6.4 Разработка схемы внешних проводок.....	70
2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС факельного сепаратора.....	71

2.6.6 Экранные формы АС факельного сепаратора.....	76
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	82
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	82
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	82
3.1.3 Технология QuaD	84
3.1.4 SWOT – анализ	85
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	86
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	86
3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	87
3.3 Бюджет научно-технического исследования	90
3.3.1 Расчет материальных затрат	90
3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование.....	91
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	91
3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	91
3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	91
3.3.6 Накладные расходы	92
3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ..	92
Социальная ответственность.....	96
4 Вредные факторы	97
4.1 Опасные факторы	99
4.2 Экологическая безопасность.....	100
4.3 Чрезвычайные ситуации.....	102
4.3.1 Загазованность воздушной среды	103
4.3.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	104

4.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений	105
Заключение	107
Список используемых источников	108
Приложение А. Функциональная схема	110
Приложение Б. Перечень вход/выходных сигналов.....	111
Приложение В. Трехуровневая система АС	112
Приложение Г. Обобщённая структура управления АС.....	113
Приложение Д. Структурная схема автоматизации	114
Приложение Е. Функциональная схема автоматизации по ANSI.....	115
Приложение Ж. Схема информационных потоков	116
Приложение И. Схема внешних проводок	117
Приложение К. Алгоритм сбора данных	118
Приложение Л. Структурная схема автоматического регулирования	119
Приложение М. Дерево экранных форм.....	120
Приложение Н. Мнемосхема АС факельного сепаратора	121

Введение

Автоматизация – является одной из главных составляющих успеха любого предприятия. Именно здесь находятся большие резервы по оптимизации и совершенствованию всех этапов деятельности предприятий и бизнес-процессов. Именно поэтому, сегодня, в условиях перегруженности информацией, важность разработки и внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами не вызывает абсолютно никакого сомнения.

Ведь именно благодаря комплексной автоматизации производства различные технологические участки, объекты, цеха и (или) предприятия функционируют как единый автоматизированный комплекс. Кроме того, непосредственное участие человека заключается лишь в принятии некоторых решений, в то время как остальные задачи решаются системой управления в автоматическом режиме.

Все это, в свою очередь, позволяет:

- сократить численность обслуживающего персонала;
- нарастить производственные мощности;
- повысить эффективность производственного процесса;
- повысить качество продукции;
- снизить расход сырья;
- повысить ритмичность производства;
- повысить безопасность, экологичность, экономичность и т.д.

Таким образом, именно автоматизированный труд на сегодняшний день наиболее приятен и эффективен.

Неудивительно, что в силу вышеописанного, целью данной выпускной квалификационной работы является разработка системы автоматизированного управления факельным сепаратором.

Данные объекты нефтегазовой отрасли чрезвычайно важны, т.к. именно эти аппараты очищают сжигаемый газ от различного рода капельных жидкостей, попадание которых на факел высокого и (или) низкого давления

недопустимы в связи с большими рисками возникновения нештатных ситуаций на производстве.

В процессе достижения поставленной цели были также осуществлены систематизация и углубление теоретических знаний в области проектирования автоматизированных систем управления, приобретение и развитие практических навыков по применению теоретической базы при решении инженерных задач и др.

Работа состоит из трех частей:

- 1 Техническое задание.
- 2 Основная часть.
- 3 Экономическая и социальная часть.

В первой части работы выдвинуты все основные требования, которые должны быть соблюдены при разработке автоматизированной системы управления факельным сепаратором.

В основной части описана непосредственно разработка системы управления:

- описан технологический процесс;
- выбрана архитектура системы управления;
- разработана структурная схема автоматизированной системы, а также функциональные схемы автоматизации;
- подобран комплекс технических средств, необходимый для реализации системы;
- разработаны схемы внешних проводок;
- проработано алгоритмическое обеспечение системы;
- разработаны мнемосхемы управления технологическим процессом.

В последней части работы оценена экономическая эффективность разработки, а также ее экологичность и безопасность.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

Факельные сепараторы (ФС) предназначены для очистки от капельной жидкости газа, сбрасываемого на факел. Они входят в состав факельной системы при обустройстве газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений, а также газо- и нефтеперерабатывающих заводов.

1.2 Назначение системы

Назначением системы является проектирование АСУ ТП блока подготовки газа, а именно сепаратора факельной системы. АСУ ТП должна обеспечивать:

- автоматизированный контроль и управления в реальном масштабе времени технологическим процессом приема, очистки от капельной жидкости, отпуска газа;
- безопасность технологического процесса приема, очистки от капельной жидкости, отпуска газ;
- автоматического и дистанционного проведения технологического процесса в безопасное состояние при возникновении аварийных ситуаций (пожар, выход из строя технологического оборудования и прочее);
- контроля уровня продукта, его нахождения в заданных нормативных пределах и перевод блока подготовки газа в безопасное состояние при выходе уровня за границы диапазона;
- контроль технологических параметров насосов газожидкостной смеси и газа.
- управления насосами газожидкостной смеси.

1.3 Цели создания системы

Целью создания системы является формирование высокого качественного уровня 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 и математических методов контроля и управления технологическими процессами и объектами;
- снижение трудоемкости управления технологическими процессами;
- повышение безопасности производства, улучшение экологической обстановки в районе производства.
- минимизация технологических издержек (экономия электроэнергии, продление ресурса электродвигателей).

1.4 Требования к техническому обеспечению

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

Программно-технический комплекс АС должен допускать возможность наращивания, модернизации и развития системы, а также иметь резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

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

Степень защиты технических средств от пыли и влаги должна быть не менее IP65.

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.

Контроль уровня в емкостях с нефтью должен производиться не менее, чем тремя независимыми датчиками с сигнализацией верхнего предельного уровня не менее, чем от двух измерителей.

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Для узла измерения давления газожидкостной смеси и газа в трубопроводе использовать расходомеры на базе осредняющих напорных трубок (ОНТ). Основная относительная погрешность измерения расходомера должна составлять не более 1%.

Основная относительная погрешность датчиков температуры, вибрации, сигнализаторов должна составлять не более 0,2%.

Для узла измерения уровня газожидкостной смеси в сепараторе использовать радарный уровнемер. Основная погрешность измерения уровня должна составлять не более 0,125%.

1.6 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное 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).

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту ИЕС 61131-3.

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

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

1.7 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение должно включать в свой состав совокупность всех алгоритмов, обеспечивающих реализацию возлагаемых на систему функций во всех режимах работы. Математические методы и алгоритмы, используемые для шифрования/дешифрования данных, а также программное обеспечение, реализующее их, должны быть сертифицированы уполномоченными организациями для использования в государственных органах Российской Федерации.

1.8 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение должно быть достаточно по объему и содержанию для оперативной и достоверной оценки состояния технологического оборудования, режимов его работы, функционирования подсистем АСУ ТП и распознавания отказов. Его возможности должны быть

таковы, чтобы, не допуская информационной перегрузки оперативного персонала, предоставлять ему своевременную и достаточную информацию для принятия оптимальных решений.

2 Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

Функциональная схема факельного сепаратора приведена в приложении А.

Факельный сепаратор является горизонтальным цилиндрическим сосудом работающим под давлением, с установленными уголковой и сетчатой насадками. Для проведения профилактических работ и удобства обслуживания предусмотрены технологические штуцеры, штуцеры для приборов КИП и А и люк-лаз.

Через штуцер входа подается газожидкостная смесь. Газожидкостная смесь поступает на уголковую насадку, поток равномерно распределяется по сечению аппарата и часть капельной жидкости отделяется. Далее поток поступает к вертикальной сетчатой насадке, где и происходит дальнейшее отделение газа от жидкой фазы. Жидкость выводится через штуцер в закрытую дренажную емкость.

Поток газожидкостной смеси поступает по трубе с расходомером в факельный сепаратор. При поступлении потока открывается задвижка К-1. Далее, жидкость вместе с газом закачивается в факельный сепаратор при помощи насосов Н-1/1-2. Н-1/1-2 работают параллельно, у этих насосов общие приемный и напорный коллекторы. При нормальном режиме работы, только один насос работает, задвижки К-1,2 находятся в открытом положении. Другой насос - резервный, задвижка К-3 закрыта.

При поступлении потока газожидкостной смеси в факельный сепаратор, задвижки К-1,2 находятся в открытом положении, задвижка К3 в закрытом положении (К3 это резервная задвижка и открывается только во время ремонтных работ, либо при поломки задвижки К-2), задвижка К-2 закрыта. Во время рабочего процесса необходимо постоянный контроль за уровнем жидкости в факельном сепараторе и в нужный момент задвижки К-1

и К-2 должны быть закрыты. Также нужно контролировать значения температуры и давления в сепараторе.

Задвижка К2 является по сути регулятором давления. Регулятор давления К-2 контролирует давление на выходе насосного агрегата с тем, чтобы оно было не выше необходимого, которое определяется исходя из условий прочности трубопровода и не ниже заданного давления на входе насосной.

Таблица состава (перечня) вход/выходных сигналов (измерительных, сигнальных, командных и управляющих) приведена в приложении Б.

2.2 Выбор архитектуры автоматизированной системы.

В процессе создания пользовательского интерфейса автоматизированной системы необходимо определить профиль пользовательского проекта. Профиль является набором стандартов, предназначенных для выполнения определенной задачи. Причины из-за которых применяется профиль пользовательского проекта

- уменьшение трудозатрат на проектирование АС;
- улучшение уровня качества оборудования АС;
- обеспечение возможности наращивания вычислительных ресурсов системы;
- возможность функционального объединения задач информационных систем.

Профили автоматизированной системы состоят из следующих групп:

- профиль прикладного программного обеспечения;
- профиль среды АС;
- профиль защиты информации АС;
- профиль инструментальных средств АС.

В качестве профиля прикладного ПО будет использоваться программный пакет CodeSys. Профиль среды автоматизированной системы будет основан на ОС Windows XP. Профиль защиты будет включать в себя стандартные защитные компоненты WindowsXP. Инструментальные средства будут основаны на пакете программных средств OpenPCS.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM представлена на рисунке 1.

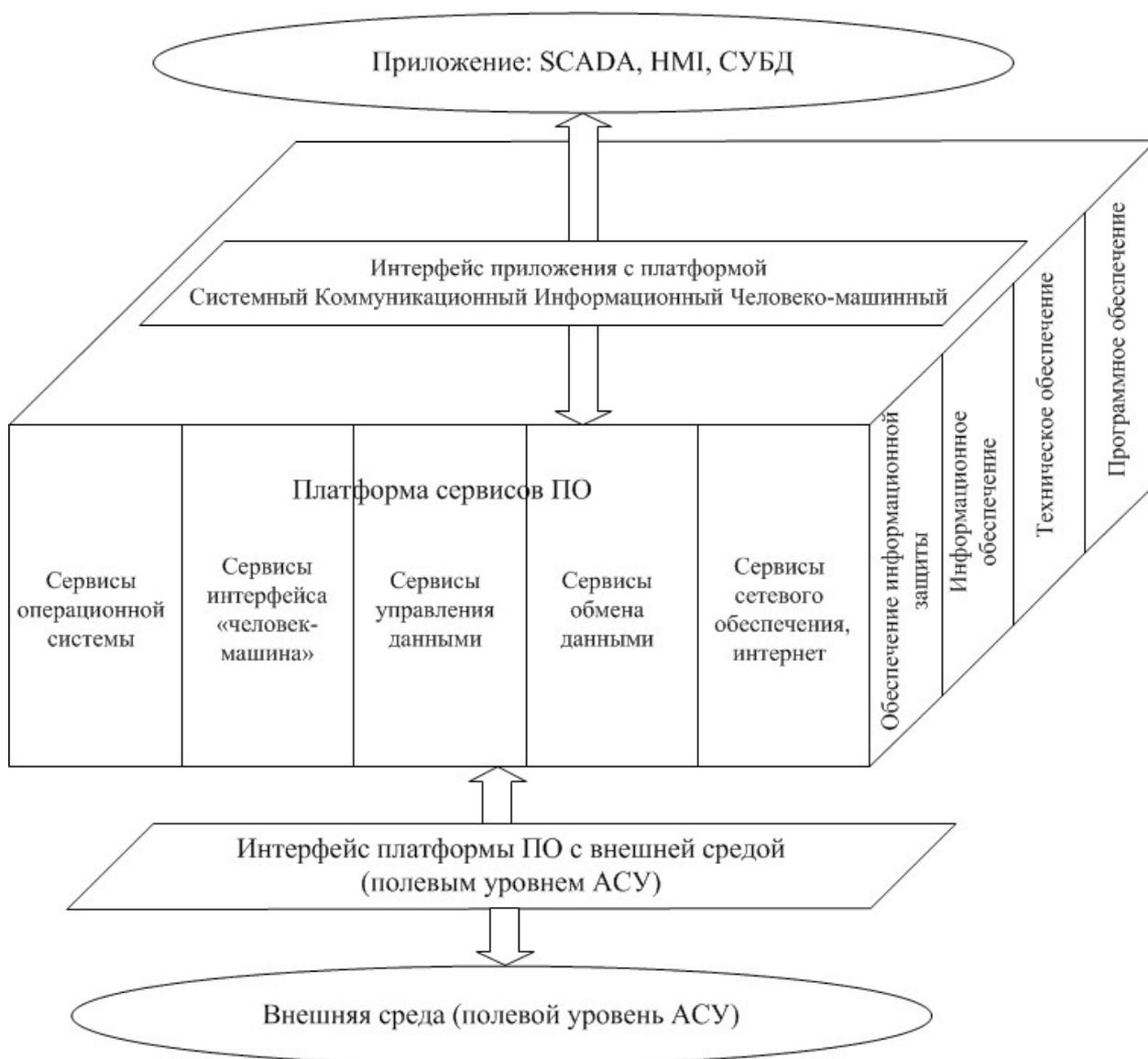


Рисунок 1 – Концептуальная модель архитектуры OSE/RM

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM предусматривает разбиение ПО на три уровня:

- внешняя среда;
- платформа сервисов;
- прикладное ПО.

Взаимодействие уровней между собой происходит через интерфейсы.

Полевой уровень автоматизированной системы представляет собой внешнюю среду АС.

Платформа сервисов ПО оказывает сервисы API и EEI через соответствующие интерфейсы.

На верхнем уровне располагается прикладное программное обеспечение, которое включает в себя СКАДА - системы, СУБД и НМИ.

Открытые распределенные автоматизированные системы клиент – сервер являются самым актуальным программным обеспечением АС.

Клиент взаимодействует с сервером с помощью стандарта OPC. OPC предоставляет универсальный интерфейс для разработчиков ПО (функции для обмена данными со всеми устройствами автоматизированной системы).

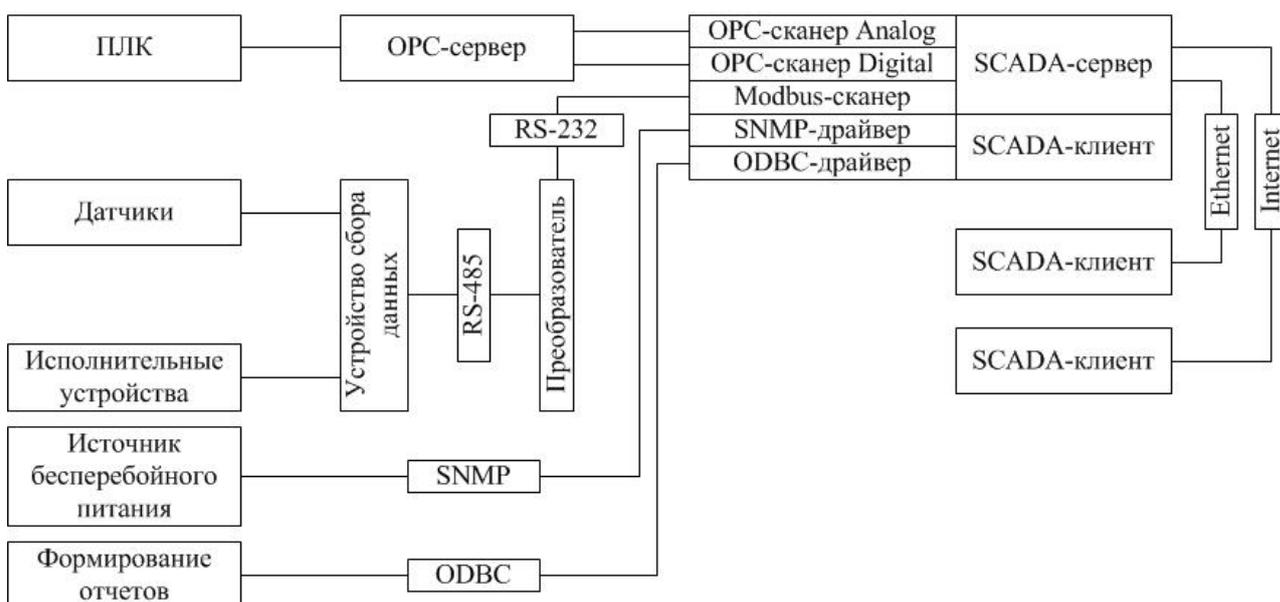


Рисунок 2 – Структура OPC - взаимодействий СКАДА

Взаимодействие промышленных контроллеров со СКАДА осуществляется с помощью OPC - сервера.

Взаимодействие датчиков и исполнительных устройств со SCADA происходит посредством токового сигнала 4 – 20 миллиампер. Такой сигнал широко используется для взаимодействия промышленного электронного оборудования. Для передачи данных используются линии связи RS - 232, RS - 485, RS - 422, сети TCP/IP. PROFINET (IEC 61850) это стандарт с помощью которого предоставляется доступ к устройствам, датчикам со всех уровней, этот стандарт работает практически со всеми сетями полевого уровня (AS-I, Ethernet, PROFIBUS, CAN, LonWorks и др.).

SCADA коммуницирует с источником бесперебойного питания с помощью протокола SNMP, с помощью этого протокола можно контролировать всю сетевую инфраструктуру, контролируя сетевое оборудование самых разных типов, он позволяет следить за OSE/RM и дает возможность производить анализ отчетов за определенный промежуток времени. SNMP в первую очередь нужен для отслеживания состояния сети автоматизированной системы, и так же дает доступ к управлению сетевыми устройствами.

Протокол ODBC используется для формирования отчетов, информационного обмена данными в автоматизированной системе, ODBC дает возможность единообразно работать с различными источниками данных.

Основные стандарты OPC это:

- OPC DA, основной и наиболее востребованный стандарт. Описывает набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК, РСУ, ЧМИ, ЧПУ и другими устройствами,

- OPC AE предоставляет функции уведомления по требованию о различных событиях: аварийные ситуации, действия оператора, информационные сообщения и другие,

- OPC DX предоставляет функции организации обмена данными между OPC-серверами через сеть Ethernet. Основное назначение — создание шлюзов для обмена данными между устройствами и программами разных производителей,

- OPC XML-DA предоставляет гибкий, управляемый правилами формат обмена данными через SOAP и HTTP.

Стандарт протокола транспортного уровня должен быть частью профиля среды автоматизированной системы, стандарты локальных сетей (стандарт Ethernet IEEE 802.3 или другие стандарты), а также стандарты средств сопряжения данной автоматизированной системы с сетями общего назначения (CAN, RS - 485, ProfiBus и тп.).

Задачей профиля защиты информации является обеспечение политики информационной безопасности. Функцию защиты берут на себя различные части автоматизированной системы:

- Средства реализуемые ОС;
- средства защиты от несанкционированного доступа, выполняющиеся на уровне ПО промежуточного слоя;
- функцией над управлением данными, выполняющиеся с помощью СУБД;
- защита ПО с помощью антивирусных программ;
- защита информации во время передачи данных в распределенных системах;
- управление и контроль над средствами безопасности.

Основным и самым важным документом в области информационной безопасности являются рекомендации X.800. Частью профиля защиты автоматизированной системы являются рекомендации X.800 с распределением защитных функций информации, а так же применяемых механизмов защиты по уровням модели АС.

Профиль инструментальных средств, интегрированный в автоматизированную систему, отражает методы и технологию создания, становления данной автоматизированной системы. Инструментальные средства функциональной области, встроенные в автоматизированную систему, охватывают функции администрирования, связанные:

- с управлением оптимизации, и исправной работы системы в целом;
- администрированием настройками прикладного ПО, выпуском версий;
- управлением учетных записей пользователей имеющих доступ к данным системы и администрированию ресурсов;
- повторной конфигурацией приложений в связи с изменениями прикладных функций автоматизированной системы;

- Администрированием, конфигурированием пользовательских интерфейсов;
- Ведением БД;
- Исправлением ошибок в системе из-за сбоев и аварий.

2.3 Разработка структурной схемы автоматизированной системы.

Разрабатываемая АС будет контролировать технологический процесс факельного сепаратора. В соответствии с техническим заданием необходимо разработать систему автоматизированного управления. В данном объекте управления непрерывно замеряется уровень газожидкостной смеси, температура внутри сепаратора, давление, а в трубопроводах – давления на всасе насоса, замеряется скорость электродвигателя насоса, непрерывно замеряется поток газожидкостной смеси на всасывающем и нагнетающем коллекторе. Клапан и электропривод являются исполнительными устройствами.

Программно - аппаратная платформа определяет специфику каждой системы управления. Автоматизированная система состоящая из трех уровней приведена в приложении В.

Полевой уровень АС представляет собой первичные датчики и исполнительные устройства: три реле по уровню жидкости, один термометр сопротивления с записью и индикацией значений температуры, датчик скорости, два датчика расхода, уровнемер, клапана с электроприводом.

Средний уровень представляет из себя локальный контроллер.

Верхний уровень так-же называется информационно – вычислительным, состоит из компьютеров и сервера БД, а также коммуникационного контроллера, это оборудование объединено в одну сеть. Компьютеры в операторной работают под управлением ОС Windows XP на которых установлено ПО CodeSys.

Общая структура управления автоматизированной системы приведена в приложении Г.

С полевого уровня данные поступают на средний к ПЛК, который в свою очередь собирает, обрабатывает и хранит информацию о параметрах технологического процесса, регулирует и управляет технологическим процессом, осуществляет исполнение команд с операторной, обменивается информацией с пунктами управления.

Далее информация направляется в сеть ДП, пройдя через ПЛК верхнего уровня, данный ПЛК осуществляет следующие операции:

- собирает информацию с локального контроллера;
- обрабатывает данные, масштабирует;
- поддерживает единое время в системе управления;
- синхронизирует работу подсистем;
- организует архивы по выбранным параметрам;
- организует обмен данными между локальными ПЛК и верхним

уровнем.

Диспетчерский пункт представляет из себя несколько станций управления, которые являются автоматизированным рабочим местом оператора. Здесь же располагается сервер на котором хранится БД. Мониторы компьютеров диспетчера отображают ход технологического процесса.

Устройства системы управления объединены каналами связи. На полевом уровне ПЛК обменивается данными со всеми устройствами АС полевого уровня. Связь между локальным ПЛК и ПЛК верхнего уровня происходит с помощью интерфейса Ethernet.

Связь АРМ оперативного персонала между собой, и с контроллером верхнего уровня происходит посредством интерфейса сети Ethernet.

2.4 Функциональная схема автоматизации

ФС автоматизации это технический документ, который определяет функционально - блочную структуру как отдельных узлов автоматического контроля, так и управления, регулирования технологическим процессом и оснащением объекта управления датчиками и другими устройствами автоматизации. ФС отображает системы автоматического управления, контроля, дистанционного регулирования и сигнализации.

Каждый элемент системы управления изображается схематически, все они объединены функциональной связью. Технологическая схема автоматизированного процесса, схематично изображена на функциональной схеме автоматического регулирования и контроля. Оборудование на схеме показано условными элементами схем.

Во время разработки ФС автоматизации решаются задачи:

- Получение первичной информации о состоянии техпроцесса, а также оборудования;
- Непосредственное воздействие на техпроцесс, регулирование, контроль и поддержания параметров технологического процесса;
- Регистрация и управление технологическими параметрами процессов, а также управление состоянием оборудования.

Были разработаны два вида ФС автоматизации:

- по ГОСТ 21.208 - 2013 «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»;
- по Стандарту американского общества приборостроителей ANSI/ISA S5.1. «Instrumentation Symbols and Identification».

2.4.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ

ФС автоматизации выполнена по ГОСТ 21.208-2013 а также по ГОСТ 21.408-2013 ФС находится в приложении Д. На функциональной схеме подчеркнуты каналы измерения, а также каналы управления. Контур 3-4 поддерживает необходимое давление в нагнетательном коллекторе насосов.

2.4.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA

ФС автоматизации выполнена по ANSI/ISA S5.1 и находится в приложении Е. По этой схеме автоматизации выполняются следующие процессы:

- Процесс измерения давления в нагнетательных трубопроводах, а также регистрация этого процесса на автоматизированном рабочем месте оператора, и управление при помощи регулятора давления.
- Процесс измерения объема потока газожидкостной смеси, и регистрация его на АРМ.
- Процесс измерения уровня ГЖС в сепараторе, отображение верхнего и нижнего уровней, а также верхнего предельного и нижнего предельного уровня жидкости в резервуаре.
- Процесс измерения потока ГЖС, поступающей в сепаратор, а также процесс измерения потока на нагнетающем коллекторе.

2.5 Разработка схемы информационных потоков факельного сепаратора

Схема информационных потоков факельного сепаратора находится в приложении Ж, это трехуровневая система сбора и хранения данных:

- Нижний уровень (сбора и обработка данных);
- Средний уровень (текущее хранение данных);
- Верхний уровень (архивирование и хранение корпоративной информационной системы).

Данные физических устройств ввода и вывода находятся на нижнем уровне. Они содержат информацию аналоговых и цифровых сигналов, информацию о вычислении и преобразовании.

На среднем уровне находится буферная БД, она запрашивает информацию с внешних систем, а также является источником информации для АРМ - приложений. Другими словами, средний уровень это маршрутизатор потоков данных от систем телемеханики и автоматики к формам АРМ приложений. На этом этапе из полученной информации контроллер формирует пакеты данных. Сигналы между коммуникационным ПЛК, ПЛК верхнего уровня и АРМ оператора передаются посредством протокола Ethernet.

Информация о технологическом процессе поступают в локальную вычислительную сеть в формате OPC:

- данные о объеме потока поступающей ГЖС, м³/ч,
- данные о объеме потока газа на выходе, м³/ч,
- данные о уровне ГЖС в факельном сепараторе, мм,
- данные о температуре ГЖС в факельном сепараторе, °С,
- данные о давлении в нагнетательном коллекторе, МПа,
- данные о давлении в факельном сепараторе, МПа,
- данные о скорости двигателя, м/с.

Всем элементам системы автоматического управления присвоен ТЕГ (идентификатор), который представляет из себя символьную строку. Структура шифра выглядит следующим образом:

AAA_BBB_CCCC_DDDDD, где:

- AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:
 - DAV – давление;
 - TEM – температура;
 - URV – уровень;
 - RAS – расход;
 - UPR – управляющий сигнал;
 - SKR – скорость;
- BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
 - TRB – трубопровод;
 - N11 – насос Н-1/1;
 - N12 – насос Н-1/2;
 - K02 – регулятор давления К-2;
 - FSP – факельный сепаратор;
- CCCC – уточнение, не более 4 символов:
 - VHOD – входной трубопровод в факельный сепаратор;
 - VYHD – выходной трубопровод из факельного сепаратора;
 - VSAS – всасывающий коллектор;
 - NGNT – нагнетательный коллектор;
 - GAZ – газ;
 - GJSM – газожидкостная смесь;
 - VALD – вал двигателя.
- DDDDD – примечание, не более 5 символов:
 - REG – регулирование;
 - AVARN – верхняя аварийная сигнализация;
 - AVARL – нижняя аварийная сигнализация;

- PREDH – верхняя предупредительная сигнализация;
- PREDL – нижняя предупредительная сигнализация.

Знак подчеркивания _ в данном представлении это знак пробела который нужен для отделения частей идентификатора друг от друга.

Кодировка сигналов в SCADA отображена в таблице №1.

Таблица 1 – Кодировка всех сигналов в SCADA-системе

Кодировка	Расшифровка кодировки
RAS_TRB_VHOD	Расход поступающей газожидкостной смеси
RAS_TRB_VYHD	Расход выходящей газожидкостной смеси
DAV_N11_NGNT	Давление в нагнетательном коллекторе
UPR_N11_VHOD_REG	Управление задвижкой
URV_FSP_GJSM	Уровень газожидкостной смеси в факельном сепараторе
URV_FSP_GJSM_PREDL	Нижний уровень газожидкостной в факельном сепараторе
URV_FSP_GJSM_PREDH	Верхний уровень газожидкостной в факельном сепараторе
URV_FSP_GJSM_AVARH	Верхний аварийный уровень газожидкостной смеси в факельном сепараторе
TEM_FSP_GJSM	Температура газожидкостной смеси в факельном сепараторе
DAV_FSP_GJSM	Давление в газожидкостной смеси в факельном сепараторе
UPR_N12_VYHD_REG	Управление электродвигателем насоса
SKR_N12_DVAL	Скорость на валу двигателя насоса

Верхний уровень представляет из себя БД КИС, а также БД АСУ ТП. Данные для операторов представляются набором экранных форм АРМ. На компьютерном экране АРМ специалиста отображены различные информационные и регулирующие техпроцесс элементы. На рабочем месте диспетчера формируются различные отчеты в формате XML. Отчеты генерируются по следующим расписаниям:

- Часовой отчет;
- Суточный отчет;
- Месячный отчет;
- Отчет по требованию оператора.

Отчеты сформированы по определенным шаблонам:

- Сводка по текущему состоянию элементов АС;

– сводка по текущим измерениям.

Подсистема АС отвечающая за сохранение истории изменений параметров техпроцесса, сохраняет все изменения с определенной детализацией. Сохранение данных в БД происходит при помощи модуля истории CodeSys. Для того чтобы обеспечить информации необходимую дискретность, данные хранящиеся более трех месяцев прореживаются.

2.6 Выбор средств реализации АС факельного сепаратора

Целью выбора программных и технических компонентов автоматизированной системы является анализ целесообразности и совместимости выбранных элементов АС.

Программно-технические средства АС факельного сепаратора состоят из: измерительных и исполнительных устройства, системы сигнализации и контроллерного оборудования.

Измерительные устройства собирают данные о параметрах техпроцесса. Исполнительные устройства осуществляют регулирующее действие на объект управления в соответствии с задачами и алгоритмами управления. ПЛК осуществляет вычислительные и логические операции.

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования АС факельного сепаратора

В основе АС факельным сепаратор будет задействовано два контроллера Siemens SIMATIC S7-400 (рис. 3) (первый ПЛК – локальный, второй ПЛК – коммуникационный). Обмен данными между этими контроллерами происходит посредством интерфейса Ethernet.

S7-400 – это мощнейшие ПЛК из семейства SIMATIC. Эти контроллеры используются для решения сложнейших задач автоматического регулирования и контроля, благодаря поддержке многопроцессорной конфигурации, способны работать с 131072 цифровыми или 8192 аналоговыми каналами ввода и вывода, но высокая производительность ПЛК этой модели обусловлена не только лишь мощностью центральных процессоров, свою роль играет поддержка параллельного доступа к памяти программ и памяти данных.

Контроллер SIMATIC S7 - 400 обладает модульной конструкцией и может использовать в своем составе различные модули, такие как: модульные процессоры, модули блоков питания, сигнальные модули, функциональные модули, коммуникационные и интерфейсные модули. Все модули систем локального и распределенного ввода и вывода поддерживают функцию замены

модулей во время работы ПЛК. В случае необходимости S7-400 может укомплектовываться резервированными блоками питания, это может пригодиться на случай замены неисправного БП.

ПЛК S7-400 может укомплектовываться семи типами центральных процессоров. В случае необходимости, в одном ПЛК может быть установлено четыре центральных процессора. Все ЦП используют встроенный комбинированный интерфейс MPI/DP, почти все процессоры обладают дополнительными интерфейсами PROFIBUS DP. Встроенные интерфейсы MPI обладают скоростью передачи данных 12 Мбит/с.

ПЛК S7-400 использует мощнейшие коммуникационные способности. Многие инженерные решения учитывают эту особенность контроллера и основываются только на использовании систем распределенного ввода и вывода этого S7-400. ПЛК идеально подходит для таких конфигураций. Как пример, можно привести ПЛК S7-400, который включает в свой состав блок питания, ЦПУ 417-4 и коммуникационный процессор CP 443-1, способен подключиться к четырем сетям PROFIBUS DP а также к четырем сетям Industrial Ethernet либо PROFINET.

Главным достоинством ПЛК этой модели можно считать поддержку CiR (Configuration in RUN) и тактовую синхронизацию. Синхронизацию в сетях PROFIBUS и PROFINET.

CiR дает возможность изменять настройки системы управления не останавливая эту систему, не останавливая производственный технологический процесс. С помощью CiR можно:

- добавить новые или убрать ранее существующие станции распределенного ввода и вывода, устройства полевого уровня, которые выполняют функции ведомого оборудования PROFIBUS DP/PA;
- добавить новые или убрать ранее существующие станции распределенного ввода и вывода SIMATIC ET 200M;
- выполнить переконфигурирование модулей SIMATIC ET 200M;
- отменить введенные настройки конфигураций.

Режим тактовой синхронизации дает возможность синхронизации множества циклов в системе распределенного ввода и вывода, Этот режим синхронизирует: циклы выполнения программы ПЛК S7-400, циклы обмена информации через PROFIBUS DP, циклы обслуживания входов/выходов станций распределенного ввода и вывода и т.п. Исчезает погрешность вызванная разницей во времени в процессе считывания данных, за счет тактовой синхронизации существенно повышается точность измерения в распределенных измерительных системах, системах позиционирования, а также в системах автоматического регулирования.

Для построения АСУ с повышенными требованиями к надежности функционирования, используются ПЛК SIMATIC S7-400H. Этот контроллер состоит из 2 одинаковых подсистем, функционирующих по принципу «ведущий - ведомый». Данные подсистемы включают в себя 1 или 2 БП и ЦПУ. Если нужно, эти подсистемы дополняются и другими модулями. Центральные процессоры обеих подсистем связываются между собой двумя каналами синхронизации оптическими кабелями.

При стандартном построении системы ввода и вывода, функцию резервирования выполняет ОС ЦПУ S7-400H. При разработке программ для ПЛК S7-400H, это позволяет не обращать внимание на то что в системе используется два ЦПУ, наличие зарезервированных каналов ввода и вывода, наличие зарезервированных коммуникационных каналов. Программа, которая написана для обычного ПЛК S7-400, полностью совместима с ПЛК S7-400H и может использоваться для обслуживания зарезервированной системой. В худшем случае резервная система включается в работу не более чем через 100 мс.

Для построения ПЛК S7-400H могут быть использованы только ЦПУ типов 414-4H и ЦПУ 417-4H. Эти ЦПУ своими характеристиками схожи с ЦПУ 414-3 и ЦПУ 417-4 соответственно. Эти процессоры отличаются используемыми интерфейсами и операционной системой. В состав процессора

Н-CPU входит: 1 комбинированный интерфейс MPI/DP, 1 интерфейс PROFIBUS DP и 2 гнезда для модулей синхронизации.

ПЛК S7-400H поддерживают расширенную технологию CiR, которая позволяет изменить некоторые настройки параметров ЦПУ, и также поддерживает состав модулей ввода и вывода в монтажных стойках ПЛК S7-400H.

Для программирования, настройки оборудования, настройки систем промышленной связи, конфигурирования параметров и диагностики ПЛК S7-400 служит пакет STEP 7. Кроме того, для программирования ПЛК S7-400 могут быть использованы инструментальные средства проектирования, которые включают в свой состав языки программирования высокого уровня S7-HiGraph, CFC, S7-SCL, S7-GRAPH и т.п.



Рисунок 3 – Контроллер Siemens SIMATIC S7-400

- Модульный ПЛК для решения сложных задач САУ
- Большой выбор модулей, которые максимально адаптируют систему к требованиям задачи.
- Использование распределенных структур ввода и вывода.
- Замена модулей ПЛК, когда система находится в работе.
- Простое включение в сетевые конфигурации.
- Эргономичное исполнение конструкции.
- Увеличение функциональных возможностей за счет усовершенствования системы управления.

- Большое количество встроенных функций благодаря высокой мощности.

ПЛК SIMATIC S7-400 имеет:

- сертификат Госстандарта России
- метрологический сертификат Госстандарта России
- разрешение на применение федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору
- экспертное заключение о соответствии функциональных показателей интегрированной системы автоматизации SIMATIC S7 отраслевым требованиям и условиям эксплуатации энергопредприятий РАО “ЕЭС России”.
- сертификат о типовом одобрении Российского Морского Регистра Судоходства.
- сертификаты CSA, ABS, FM, DNV, BV, UL, CE, LRS, IEC, GLS DIN.

Области применения

ПЛК S7-400 применяется в машиностроении, автомобилестроении, этот контроллер применяется, в различных технологических установках, системах измерения и обработки информации, в складском хозяйстве в текстильной, химической промышленности и т.п.

Конструктивные особенности

ПЛК S7-400 могут укомплектовываться:

- Модулем ЦПУ. В зависимости от того насколько сложные стоят задачи в ПЛК S7-400 могут быть использованы различные типы ЦПУ. Если есть необходимость, можно использовать многопроцессорные конфигурации, включающие до 4 ЦПУ.
- Сигнальными модулями (SM), используемые для ввода/вывода цифровых и аналоговых сигналов.

- Коммуникационными процессорами (CP) с помощью которых происходит организация сетевого обмена информации посредством интерфейсов PROFINET, PROFIBUS, PtP Industrial Ethernet.

- Функциональными модулями (FM) – посредством этих интеллектуальных модулей решаются задачи скоростного счета, автоматического управления, позиционирования и другие задачи.

- Интерфейсными модулями (IM) С помощью которых стойки расширения подключаются к базовому блоку компьютера.

- Блоками питания (PS) для запитывания ПЛК от сети переменного, либо постоянного тока.

Конструкция ПЛК S7-400 отличается хорошей гибкостью и удобством технического обслуживания:

- Монтажные стойки предназначены для установки всех модулей и фиксации в рабочем положении при помощи винтов. Все модули объединяются между собой с помощью внутренней шины монтажных стоек. К базовому блоку возможно подключать 21 стойку расширения.

- Почти все модули размещаются в монтажных стойках в произвольном порядке. Определенные посадочные места используются только для блоков питания.

- Съёмные фронтальные соединители, дают возможность осуществлять быструю замену модулей без демонтажа их внешних цепей , а также упрощают подключение внешних цепей модулей. Во избежании ошибок при замене модулей применяется механическое кодирование фронтальных соединителей.

- С помощью гибких соединителей TOP Connect, существенно упрощается монтажные работы и снижается время выполнения этих работ.

Технические характеристики модуля ввода и вывода дискретных сигналов SM 323 и модуля ввода и вывода аналоговых сигналов SM 334 отображены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики

Технические параметры		Значения
Модуль ввода/вывода дискретных сигналов SM 323		
Габариты ШхВхГ (мм)		40x125x120
Масса (кг)		0,26
Количество входов		16
Количество выходов		16
Длина кабеля (обычного/экранированного), не более		600м/1000м
Фронтальный соединитель		40-полюсный
Напряжение питания	<u>номинальное значение</u>	=24В
	<u>допустимый диапазон изменений</u>	20,4...28,8В
Количество одновременно опрашиваемых входов		16
Гальваническое разделение		<u>есть</u>
Потребляемый ток, не более		80мА
Потребляемая мощность		6,5Вт
Индикация состояний входов и выходов		1 зеленый диод на каждый канал
Модуль ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334		
Габариты ШхВхГ (мм)		40x125x120
Масса (кг)		0,2
Количество входов		4
Количество выходов		2
Длина экранированного кабеля, не более		100м
Фронтальный соединитель		20полюсный
Напряжение питания нагрузки		=24В
Питание датчиков		<u>есть</u>
Защита от неправильной полярности		<u>есть</u>
Гальваническое разделение		<u>есть</u>
Защита датчиков от короткого замыкания		<u>есть</u>
Потребляемый ток, не более		80мА
Потребляемая мощность		2Вт
Параметры аналого-цифрового преобразователя	<u>принцип измерения</u>	<u>интегрирование</u>
	Разрешающая способность, включая знаковый разряд	12бит
	<u>настройка параметров интегрирования</u>	<u>есть</u>
	<u>время интегрирования</u>	20мс
	Базовое время ответа модулю	350мс
Параметры цифро-аналогового преобразователя	Разрешающая способность, включая знаковый разряд	12бит
	Время преобразования на канал, не более	500мкс
	Время установки выходного сигнала, не более	0,8мс

2.6.2 Выбор датчиков

2.6.2.1 Выбор расходомера

Во время работы факельного сепаратора, необходимо следить за потоком поступающей газожидкостной смеси и знать объем поступившей ГЖС, кроме этого необходимо вести учет объема газа, сброшенного на факел. Характеристики перекачиваемой газожидкостной смеси приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики перекачиваемой нефти

	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Плотность	кг/м ³	838
2	Вязкость при 20°C	мм ² /с	5,86
3	Выход фракций, не менее, до температуры: 200 °C 300 °C 350 °C	% об.	27 47 57
4	Массовая доля парафина, не более	% масс.	6,0
5	Массовая доля воды, не более	% масс.	0,5
6	Класс опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76*		3
7	Предельно допустимая концентрация аэрозоля нефти в воздухе рабочей зоны (при перекачке и отборе проб)	мг/м ³	10
8	Температура самовоспламенения	°C	250
9	Рабочее давление в трубопроводе, не более	МПа	9

Для измерения потока газожидкостной смеси, давления, будет использован датчик расхода Метран-350, на основе ОНТ Annubar (Рисунок 5). Датчики расхода в основе которых лежит осредняющая напорная трубка Annubar используются для измерения потока газа, пара, жидкости в системах автоматического управления, регулирования и контроля технологических процессов в самых разных отраслях промышленности, а также хорошо справляется с задачами коммерческого и технологического учета. Основные достоинства датчиков этого типа:

– Благодаря конструктивным особенностям подобных решений исключается потребность в импульсных линиях и другого оборудования, уменьшается количество возможных мест утечек рабочей среды;

- Благодаря низким безвозвратным потерям давления в трубе, сокращаются затраты на электроэнергию;
- мультипараметрические преобразователи 3051SMV, которые входят в составе датчиков расхода, производят вычисления мгновенного массового расхода газа, жидкости, пара;
- монтаж расходомера экономичен и менее трудоёмок в сравнении с монтажом измерительного комплекса на основе стандартной диафрагмы;



Рисунок 4 – Внешний вид расходомера

Технические характеристики расходомера Метран-350 приведены в таблице 4:

Таблица 4 – Технические характеристики расходомера Метран-350

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	<u>жидкость</u> , газ, пар
Температура измеряемой среды	-40...232°C (интегральный монтаж датчика); -100...454°C (удаленный монтаж датчика импульсными линиями)
Избыточное давление в трубопроводе, не более	10 МПа
Диаметр условного прохода трубопровода	<u>Dy</u> 50...2400
Динамический диапазон	8:1, 14:1
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0,8%
Температура окружающего воздуха	-40...85°C – с ЖК-индикатором -60...85°C – без ЖК-индикатора
Выходной сигнал	4...20 мА/HART
Расстояние передачи токового сигнала	до 2,5 км
Физические интерфейсы связи с компьютерной средой	Hart
Протоколы связи с компьютерной средой	HART
Взрывозащищенное исполнение	<u>есть</u>
Степень защиты от воздействия пыли и влаги	IP 66, IP 68
Напряжение питания от внешнего источника постоянного тока	11...55 В без внешней нагрузки (при передаче сигнала по 4...20 мА) или с $R_{н} > 250$ Ом (при передаче сигнала по HART-протоколу)
Средний срок службы расходомера	10 лет
Средняя наработка на отказ	150000 часов
<u>Межповерочный интервал</u>	4 года

Принципом действия расходомера типа Annubar является измерение потока среды (газа, пара, жидкости,) методом переменного перепада давления посредством осредняющей напорной трубки.

ОНТ Annubar 485 (рисунок 5) является погружной конструкцией, которая использует в своей основе Т-образную форму. Данная конструкция используется для измерения потока в трубопроводах диаметром от 50 до 2400 мм.

Расходомер устанавливается передней частью навстречу потоку измеряемой среды, пересекая поток по всему сечению. В центре передней поверхности профиля, на протяжении всей длины, в самом центре оси

трубопровода, располагаются щелевидные пазы, которые осредняют скорость потока измеряемой среды и принимают давление торможения, которое передается в камеру высокого давления P1. Из-за изменения в конструкции расходомера (точечных отверстий на щелевидные пазы), осреднение скорости стало более точным и более полным, осредняющая напорная трубка меньше засоряется.

Конструкция Фронтальной части профиля имеет широкую и плоскую Т-образную форму, за счет этого точка отрыва потока стала стабильней, а значит более стабильным стал сигнал перепада давления, зона повышенного давления перед профилем также стала более обширной. За счет этого, сигнал из камеры высокого давления P1, передаваемый на измерительную мембрану датчика, будет выше, чем у других конструкция профилей при таком же значении расходе.

По всей длине, с тыльной стороны профиля расходомера, располагаются отверстия, которые воспринимают давление разрежения, это давление передается в камеру низкого давления P2. Разница давлений между камерой P1 и камерой P2, это перепад давления ($\Delta P = P1 - P2$), который пропорционален расходу потока.

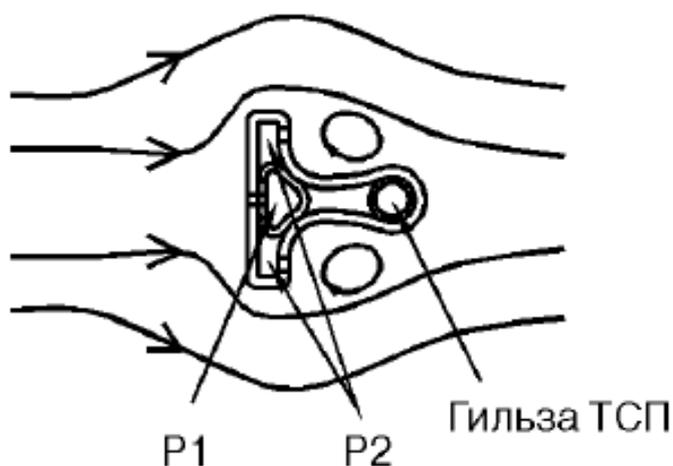


Рисунок 5 – ОНТ Annubar 485

Установка расходомера Annubar 485: Расходомеры встроенной конструкции (установка датчика непосредственно на ОНТ Annubar) не требует наличия импульсных линий, и другой арматуры.

Установка Annubar 485 включает 4 этапа (рисунок 6):

- В месте монтажа, в трубопроводе высверливается отверстие.
- Монтируется соединительная бобышка (материал которой должен соответствовать материалу трубопровода).
- Annubar 485 стягивается с бобышкой шпильками и болтами.
- Annubar 485 подключается к БП и компьютеру (в случае необходимости).

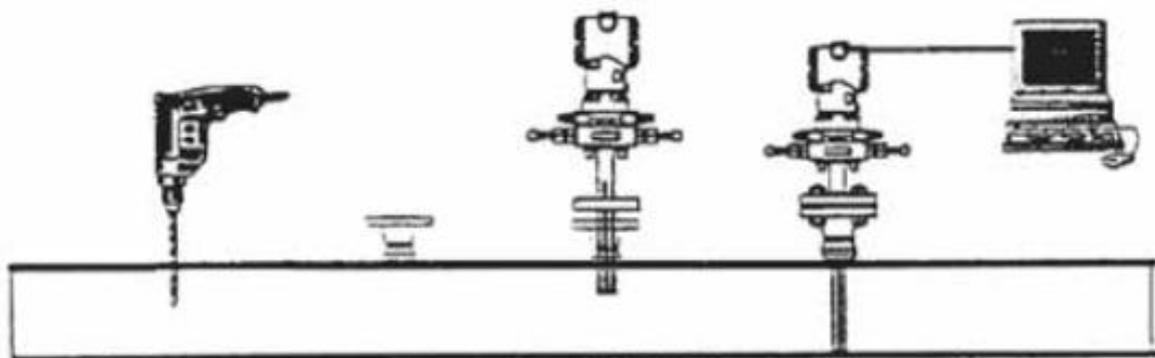


Рисунок 6 – Монтаж расходомера

При установке расходомера для измерений потока газожидкостной смеси нужно чтобы боковой дренажный клапан был расположен отверстием вверх для вывода газа. Установку датчика на горизонтальной трубе рекомендуется делать как на представленном рисунке 7:

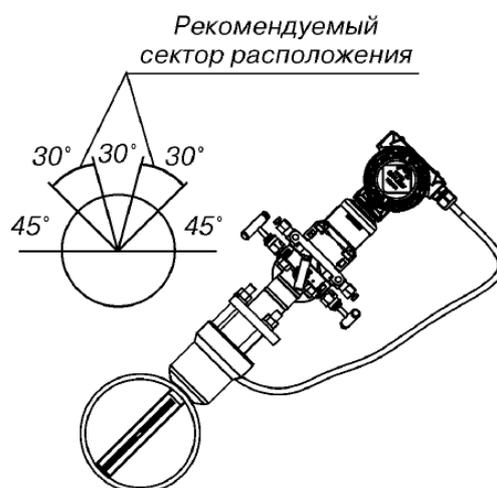


Рисунок 7 – Рекомендуемое положение Annubar 485 при установке на горизонтальном трубопроводе

Кроме этого, существуют требования к ориентации осредняющей напорной трубке расходомера относительно трубопровода. Допустимые отклонения ориентации ОНТ расходомера при монтаже изображены на рисунке 8.

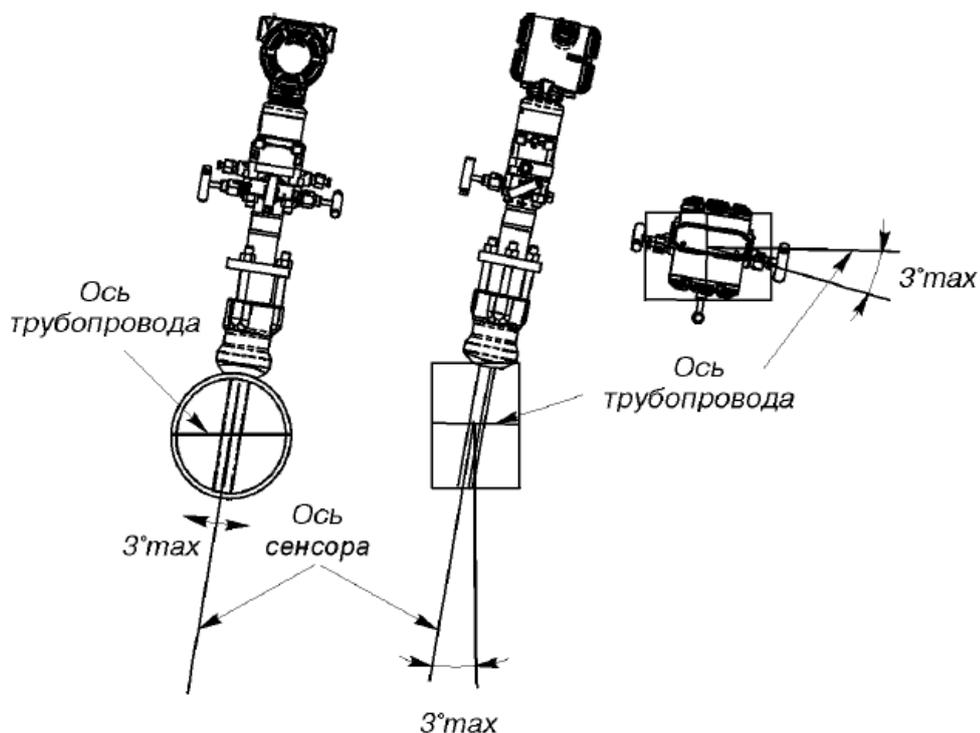
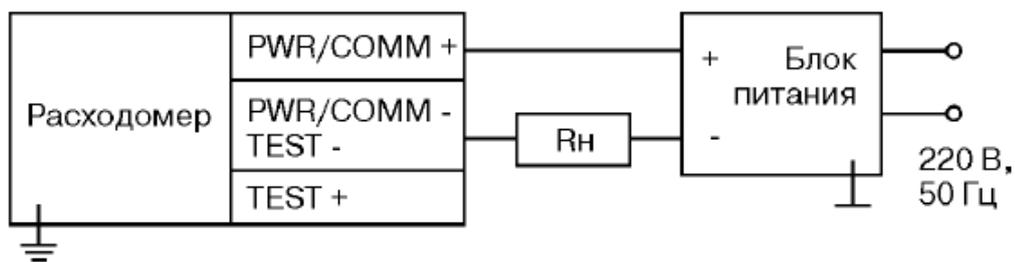


Рисунок 8 – Допустимые отклонения ориентации Расходомера
Подключение к источнику питания, рисунок 9:



R_n - сопротивление нагрузки.

Рисунок 9 – Схема подключения к источнику питания.

Закладная конструкция необходимая для крепления к трубопроводу, заказывается отдельно (рисунок 10):

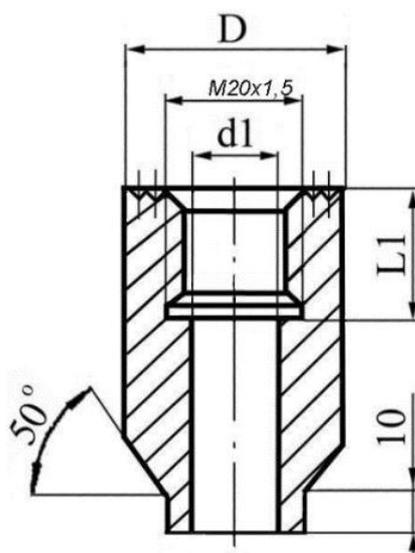


Рисунок 10 –Закладная конструкция для крепления к трубопроводу

2.6.2.2 Выбор датчиков давления

Для того чтобы отслеживать значение давления в напорном трубопроводе, а также для того чтобы контролировать давление в факельном сепараторе необходимы датчики давления. Для этих целей будут использоваться датчики давления серии Метран-75 (рисунок 11).



Рисунок 11 – Датчик давления Метран-75

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-75 непрерывно преобразуют измеряемую величину в унифицированный выходной токовый, либо унифицированный цифровой сигнал.

Датчики давления серии Метран-75 измеряют:

- избыточное давление (Метран-75G);
- абсолютное давление (Метран-75А);
- давление - разрежения (Метран-75G).

Технические характеристики датчика Метран-75 приведены в таблице 5.

Таблица 5 – 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°C; от -51 до 85°C (опция)
Интервал между поверками	до 5 лет
Степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды	IP 66

Измерительный блок датчика давления Метран-75 изображен на рисунке 12. Датчик состоит из таких элементов как сенсорный модуль и электронный преобразователь. В состав сенсорного модуля входит измерительный блок и плата аналого – цифрового преобразователя. Давление поступает в камеру измерительного блока, под действием давления происходит деформация чувствительного элемента сенсора, эта деформация преобразуется в изменение электрического сигнала. Электронный преобразователь воспринимает этот сигнал и преобразует его в выходной сигнал.

В измерительном блоке датчика давления применён тензомодуль на кремниевой подложке. Сенсором тензорезистивного модуля служит пластина 1 из кремния с пленочными тензорезисторами (структура КНК – кремний на кремнии). Давление воздействует на разделительную мембрану 3, а также на разделительную жидкость 2, что в свою очередь воздействует на сенсор тензорезистивного модуля. Под воздействием давления происходит деформация чувствительного элемента, Это в свою очередь вызывает изменение электрического сопротивления тензорезисторов чувствительного элемента и разбаланс схемы моста Уинстона. При разбалансе образуется электрический сигнал, этот сигнал измеряется аналого-цифровым преобразователем и подается в электронный преобразователь. Электронный преобразователь формирует изменение в выходной сигнал.

В датчике давления Метран 75А полость над чувствительным элементом находится в состоянии вакуума и герметизирована.

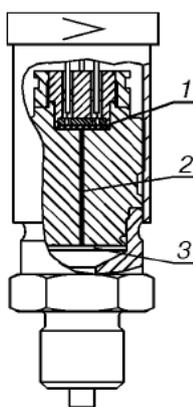


Рисунок 12 – Схема измерительного блока

Электрическое запитывание датчиков происходит от сети постоянного тока напряжением от 10,5 до 42,4 В, при этом допустимые пределы сопротивления (сопротивления линии связи и приборов) зависят от подаваемого напряжения питания датчиков давления и не может выходить за границы определенных значений.

Установочные и присоединительные размеры отображены на рисунке 13.

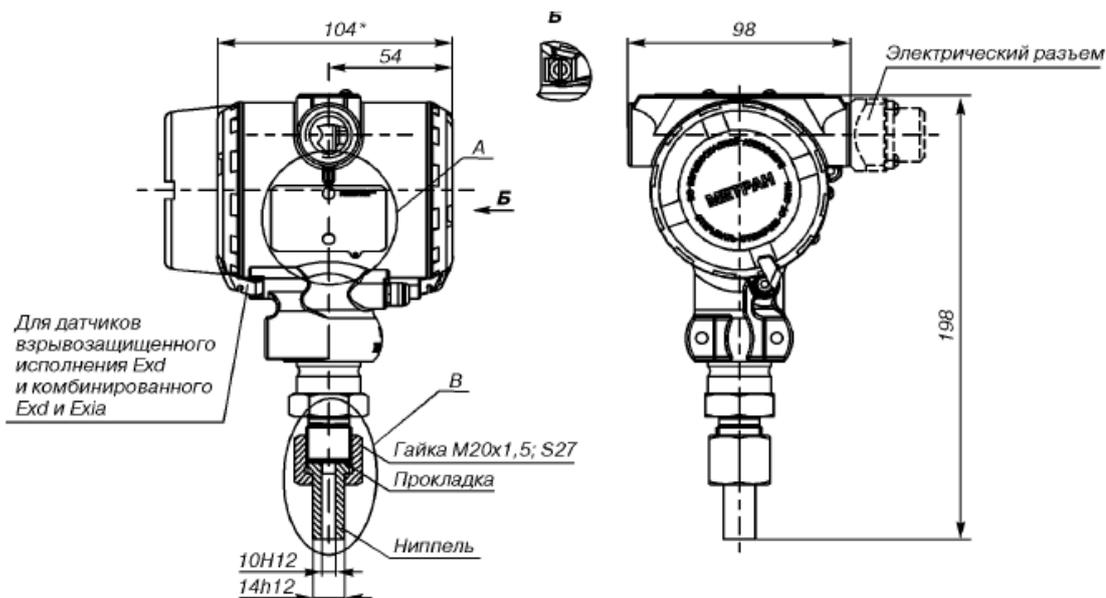


Рисунок 13 – Установочные и присоединительные размеры датчиков

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 14)

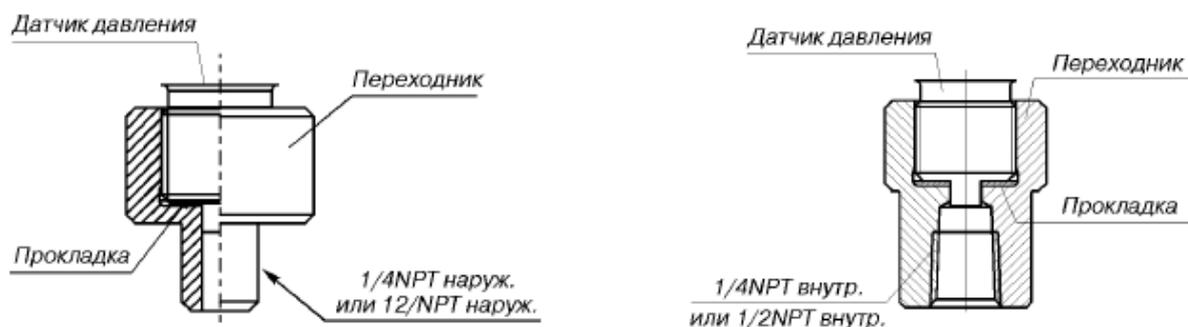


Рисунок 14 – Переходники типа 1/4NPT наружная или 1/2NPT наружная или типа 1/4NPT внутренняя или 1/2NPT внутренняя

2.6.2.3 Выбор датчика температуры

Измерение температуры в факельном сепараторе будем производить с помощью термопреобразователя (ТП) сопротивления Метран-274 с унифицированным выходным сигналом (рисунок 15).



Рисунок 15 – ТП Метран-274

ТП Метран-274 используется для осуществления измерений температуры различных сред. При этом, материал из которого сделана защитная арматура коррозионностойкий по отношению к измеряемой среде.

Сенсор первичного преобразователя а также встроенный в корпус датчика давления измерительный преобразователь преобразуют измеренное значение температуры в нормированный токовый сигнал, по этой причине в дополнительном нормирующем преобразователе нет необходимости. В таблице 6 отображены технические характеристики датчика.

Таблица 6 – Технические характеристики Метран-274

Техническая характеристика	Значение
Диапазон преобразуемых температур, °C	-50...100
Выходной сигнал, мА	4-20
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, $\pm\gamma, \%$	0,25; 0,5
Зависимость выходного сигнала от температуры	<u>линейная</u>
Степень защиты от воздействия пыли и воды	IP65
<u>Виброустойчивость</u>	V1
Напряжение питания	от 18 до 42 В постоянного тока –для <u>термопреобразователей с выходным сигналом 4-20 мА;</u>
<u>Межповерочный интервал</u>	4 года
Температура окружающего воздуха, °C	От - 55 до 80

Внешнее электрическое подключение нужно производить в соответствии с рисунком 16:

Выходной сигнал 4-20 мА

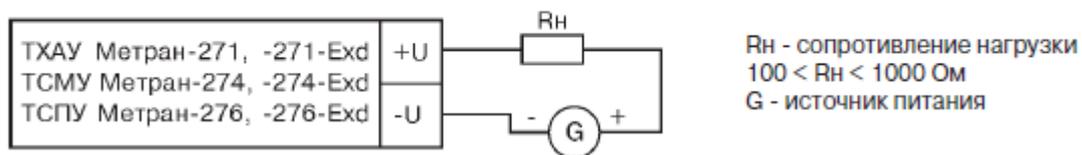


Рисунок 16 – Схема внешних электрических подключений
Установочные и присоединительные размеры приведены на рисунке

17:

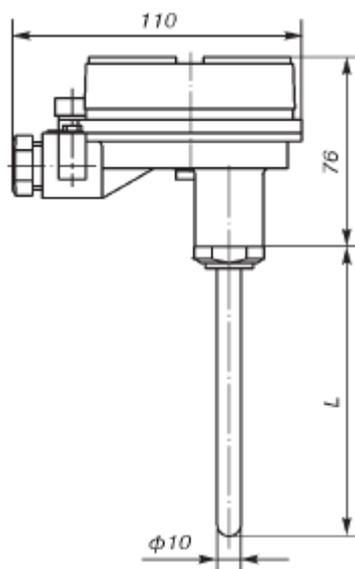


Рисунок 17 – Схема внешних электрических подключений
Длина монтажной части L может быть от 120 мм до 2500 мм.

2.6.2.4 Выбор уровнемера

Чтобы следить за уровнем жидкости в факельном сепараторе будет использован уровнемер ПМП-063 изображенный на рисунке 18.



Рисунок 18 – Уровнемер ПМП-063

Уровнемер ПМП-063 предназначен для непрерывного замера уровня жидкости в резервуаре и преобразования этого параметра в токовый сигнал 4 – 20 мА. Уровнемер ПМП-063 поддерживает протокол HART, этот протокол в данном случае используется для получения информации и калибровки датчика.

Данный уровнемер может быть использован в системах автоматизации пищевой, химической, нефтяной, газовой, коммунально-хозяйственной и других промышленных отраслях.

Таблица 7 – Технические характеристики уровнемера ПМП-063

Техническая характеристика	Значение
Длина направляющей, мм	150 ... 6000
Нижний/верхний неизмеримый уровень, мм	≤ 50
Шаг измерения уровня, мм	5
Схема подключения	2-хпроводная
Напряжение питания, VDC	15 ... 42
Защита от обратной полярности напряжения	есть
Ограничение выходного тока	40 мА
Основная погрешность (нелинейность), %	0,2

Продолжение Таблицы 7

Техническая характеристика	Значение
Длина направляющей, мм	150 ... 6000
Нижний/верхний неизмеримый уровень, мм	≤ 50
Шаг измерения уровня, мм	5
Схема подключения	2-хпроводная
Напряжение питания, VDC	15 ... 42
Защита от обратной полярности напряжения	Есть
Ограничение выходного тока	40 мА
Основная погрешность (нелинейность), %	0,2
Температурная погрешность, % / 10 °С	0,2
Давление измеряемой среды, МПа (не более)	10
Диапазон температур контролируемой среды, °С	-50 ... +80
Диапазон температур окружающей среды, °С	-50 ... +60
Маркировка взрывозащиты	Ga/GbExdIIВТ3
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP66
Средний срок службы, лет	15

Конструкция ПМП-063 приведена на рисунке 19:

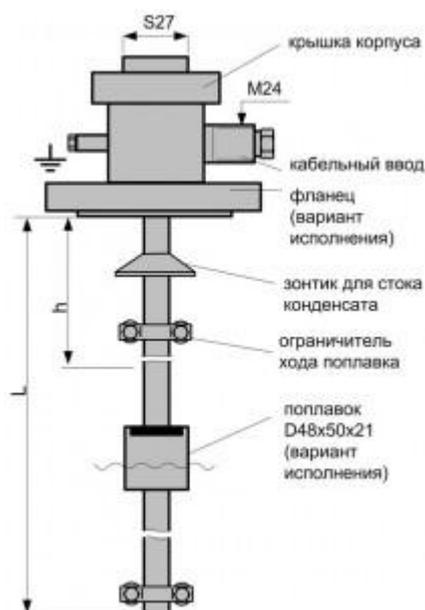


Рисунок 19 – Конструкция уровнемера

Для процесс измерения уровня используется поплавок, внутри которого находится магнит, этот магнит воздействует своим полем на чувствительные элементы, представляющие собой герметичные контакты (геркон). Непрерывность измерения уровня жидкости с интервалом в 5 мм достигается за счет установки герконов в ряд с определенным шагом между ними, а также соединением через резисторы, согласно по схемы резистивного

делителя напряжения, который изображен на рисунке 20. Чтобы обеспечить измерению необходимую линейность, используются резисторы с одинаковыми номиналами и одинаковым температурным коэффициентом сопротивления.

В корпусе уровнемера расположена электронная плата, которая преобразует значение уровня в токовый сигнал, на плате находятся винтовые клеммные зажимы с помощью которых присоединяется кабель.

Калибровка уровнемера ПМП-063 происходит посредством протокола HART, с использованием HART-модема и специализированного ПО.

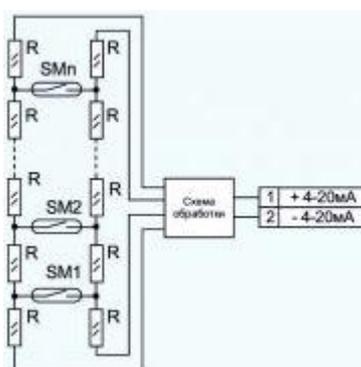


Рисунок 20 – Электрическая схема ПМП-063

2.6.2.5 Выбор датчика – сигнализатора уровня

Кроме уровнемера ПМП-063, необходимо установить датчики предельных уровней, которые срабатывают при достижении определенного уровня капельной жидкости в сепараторе. Сигнал о высоком уровне жидкости может служить для отключения насосов, также сигналы с сигнализаторов уровня можно использовать для открытия/закрытия задвижек на трубопроводе факельного сепаратора. Помимо аварийных сигналов, системой автоматизации сепаратора подаются предупредительные сигналы, когда уровень жидкости достигает верхнего и нижнего уровней.

Для этих целей будут использованы сигнализаторы уровня жидкости ПМП-052 приведенные в рисунке 21.



Рисунок 21 – Внешний вид сигнализатора ПМП-052

Данный сигнализатор ПМП-052 используется для контроля от одного до четырех уровней заполнения емкости (бака, резервуара) за счет переключения контактных групп реле когда достигается определенный уровень жидкости в резервуаре. Сигнализаторы уровня ПМП-052 используются в:

- системах с автоматическим управлением перекачивающего насоса и/или электромагнитного клапана;
- системах предотвращающих переполнение емкости;
- системах предотвращающих “сухой” хода насоса и др.

Технические характеристики ПМП-052 отображены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики сигнализатора уровня ПМП-052

Техническая характеристика	Значение
Длина направляющей, мм (не более)	6000
Количество контролируемых уровней, шт.	1 ... 4
Погрешность установки величины контрольного уровня, мм	± 2
Давление контролируемой среды, МПа (не более)	2,5
Температура окружающей среды, °С	–50 ... +60
Температура контролируемой среды, °С	–50 ... +60
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP66
Маркировка взрывозащиты	Ga/GbExdIIБТЗ
Средняя наработка на отказ, ч	100000
Средний срок службы, лет	15

В конструкцию ПМП-052 входит направляющая – труба, приваренная к металлическому корпусу с крышкой и кабельным вводом, крышка закручивается по резьбе. На направляющей расположены свободно движущиеся поплавки (от одного до четырех), ход которых ограничивается стопорами (рисунок 22).

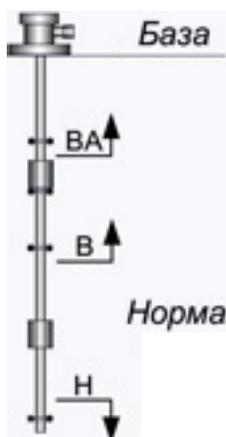


Рисунок 22 – Пояснительный рисунок

Сигнализатор уровня ПМП-052 работает по принципу применения герконов, которые располагаются в направляющей, герконы изменяют свое состояние (замкнут и разомкнут) посредством воздействия магнитного поля магнита, встроенного в поплавки. При дальнейшем изменении уровня жидкости, обратного переключения геркона не происходит, из-за поплавка который ограничен стопором. Для улучшения нагрузочной способности и для подключения емкостных и индуктивных нагрузок, опционально, ПМП-052 может иметь в своем составе электронные модули с выходом:

- транзисторным (DC24);
- симисторным (AC24, AC220).

Эти модули не требуют отдельного запитывания.

Электрическая схема сигнализатора уровня ПМП-052 с нумерацией выходов отображена на рисунке 23.

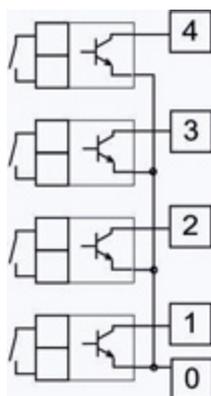


Рисунок 23 – Пояснительный рисунок

2.6.2.6 Нормирование погрешности канала измерения

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации ВНИИМС Госстандарта».

Как канал измерения будет использован канал измерения расхода. Погрешность этого канала не должна быть больше 1 %. Разрядность АЦП равна 12 разрядам.

Рассчитаем допустимую погрешность по формуле:

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2)},$$

где $\delta = 1\%$ – необходимая суммарная погрешность для канала измерений с доверительной вероятностью 0,95;

δ_2 – погрешность передачи канала измерений;

δ_3 – погрешность, вносимая аналого-цифровым преобразователем;

$\delta_4, \delta_5, \delta_6$ – дополнительные погрешности, которые вносятся температурой окружающей среды, измеряемой температурой, электропроводностью измеряемой среды, соответственно.

Погрешность, которая вносится двенадцатиразрядным аналого-цифровым преобразователем, можно рассчитать так:

$$\delta_3 = \frac{1 \cdot 100}{2^{12}} = 0,02 \text{ \%}.$$

Погрешность передачи канала измерений устанавливается так:

$$\delta_2 = \frac{1 \cdot 15}{100} = 0,15 \text{ \%}.$$

На дополнительные погрешности влияние оказывает:

- температура окружающего воздуха;
- температура измеряемой среды;
- электропроводимость измеряемой среды.

Дополнительную погрешность, вызванная влиянием температуры окружающего воздуха, находим следующим образом [4]:

$$\delta_4 = \frac{1 \cdot 27}{100} = 0,27 \text{ \%}.$$

Дополнительную погрешность, вызванная влиянием температуры измеряемой среды, можно найти так [4]:

$$\delta_5 = \frac{1 \cdot 27}{100} = 0,27 \text{ \%}.$$

Дополнительную погрешность, которая вызывается электропроводимостью измеряемой среды, установим следующим образом:

$$\delta_6 = \frac{1 \cdot 8}{100} = 0,08 \text{ \%}.$$

Соответственно, допустимая основная погрешность датчика расхода не должна превышать

$$\delta_1 \leq \sqrt{1 - (0,0225 + 0,0004 + 0,0729 + 0,0729 + 0,0064)} = 0,9.$$

В результате расчетов становится ясно, что основная погрешность выбранного датчика расхода не превышает допускаемой расчетной погрешности. Соответственно, прибор может быть применен для использования.

2.6.3 Выбор исполнительных механизмов

2.6.3.1 Выбор регулирующего клапана

Исполнительное устройство это устройство в АС, которое осуществляет управляющее воздействие со стороны регулирующего устройства, на объект управления путем механического воздействия регулирующего органа.

Процесс регулирования происходит от исполнительного устройства, изменяющего процесс в необходимом направлении в соответствии поставленной задачей – стабилизации контролируемой величины.

В процессе перекачки ГЖС в факельный сепаратор нужно контролировать давление с выхода насоса. Как механизм с помощью которого можно регулировать давление ГЖС, будет использован клапан с электроприводом.

Для контроля давления будет использован метод дросселирования (рис. 24). РЕ-РТ-РС-РУ – контур регулирования давления (Р).

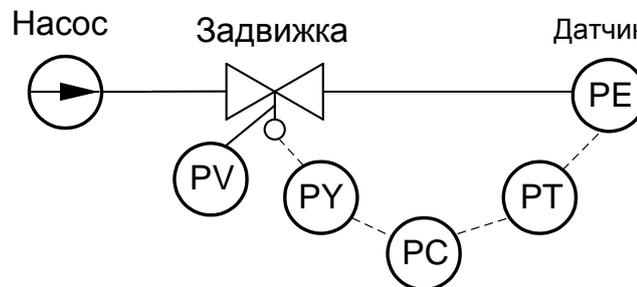


Рисунок 24 – Метод дросселирования

Метод дросселирования потока, это самый распространённый способ быстрого и плавного изменения величины давления в настоящее время. В качестве дросселирующего устройства может быть использован вентиль (кран, задвижка, дроссельная втулка) либо специальная шайба.

Для дросселирования необходимо использовать задвижку только на напорном трубопроводе насоса, на всасывающем трубопроводе метод дросселирования не применяется, так-как дросселирование на трубопроводе

всасывающей задвижки увеличит сопротивление линии всасывания и как следствие введет насос в режим кавитации.

Управление подачи потока с помощью задвижки удобно, посредством нее быстро изменяется скорость работы насоса в зависимости от обстоятельств, если насос задействован в переменном режиме. В случае необходимости, когда необходима какая-то определенная подача, после остановки насос нужно заново настраивать, для того чтобы вывести его на заданный режим работы. В данном случае необходимо применит дроссельную шайбу, она способствует постоянному перепаду давления при постоянном расходе потока.

Конструкция выбранного клапана представляет собой – клеточно-плунжерное регулирующие-отсечное устройство типа КМРО.

Пропускная способность клапана K_v ($\text{м}^3/\text{час}$) рассчитывается по формуле:

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

где Δp_0 – значение потери давления на клапане, эту потерю принимают как $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

Δp – разница между давлением в трубопроводе до и давлением после клапана;

ρ – плотность среды (выражается в $\text{кг}/\text{м}^3$);

$\rho_0 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ – плотность воды (в соответствии с определением значения K_v).

Исходные данные для расчета пропускной способности:

Δp_0 – потеря давления на клапане $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

Δp – разница между давлением в трубопроводе до и после клапана $0,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

ρ – плотность ГЖС $838 \text{ кг}/\text{м}^3$;

Q_{\max} – максимальный расход $480 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчетной пропускной способностью клапана, должно быть значение как минимум 621 м³/ч.

Присоединительный размер клапана к трубопроводу, в соответствии с таблицей зависимости диаметра трубопровода от расхода жидкости составляет 200 мм.

В качестве регулирующего клапана используется VFG2, который представляет собой регулирующее седельное проходное устройство представленное на рисунке 25



Рисунок 25 – Клапан регулирующий седельный проходной VFG2

Технические характеристики VFG2 отображены в таблице 10.

Таблица 9 – Технические характеристики клапана

Техническая характеристика	Значение
Условный проход Ду, мм	200
Пропускная способность Kv, м ³ /ч	320
Ход штока, мм	50
Динамический диапазон регулирования	Более 100:1
Характеристика регулирования	Линейная (30%)/логарифмическая (70%)
Коэффициент начала кавитации Z	0,3
Протечка через закрытый клапан, % от Kvs	0,03
Условное давление P _y , МПа	16
Макс. перепад давления для закрытия клапана ΔP _{макс.} МПа	10
Температура регулируемой среды T, °C	-40...150
Присоединение	Фланцевое
Корпус клапана и крышка	Серый чугун
Седло, золотник и шток	Нержавеющая сталь
Уплотнение сальника	EPDM

Характеристика регулирования отображена на рисунке 26:

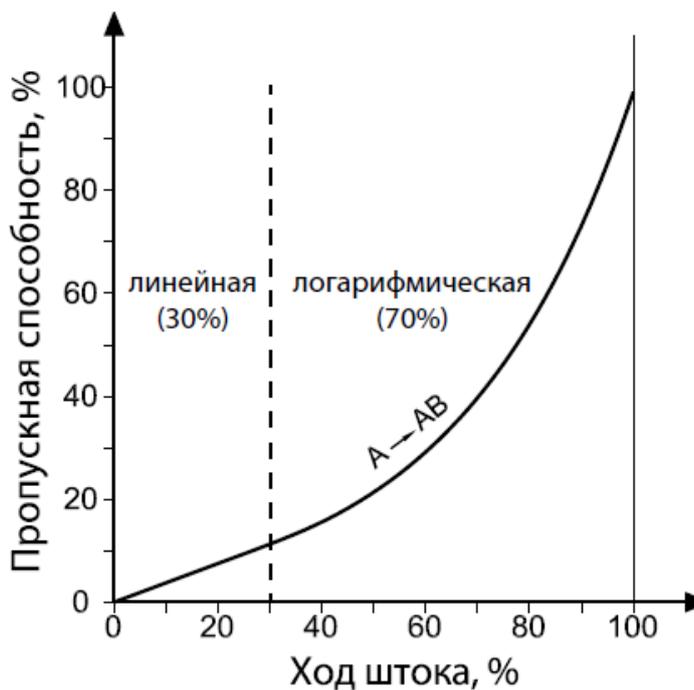


Рисунок 26 – Характеристика регулирования

При установке клапана необходимо удостовериться, что направление движения контролируемого потока совпало с направлением стрелки, на корпусе клапана. Прежде чем монтировать клапан с электроприводом на свое рабочее место, нужно удостовериться в наличии свободного пространства для последующего обслуживания клапана

Устройство клапана отображено на рисунке 27:

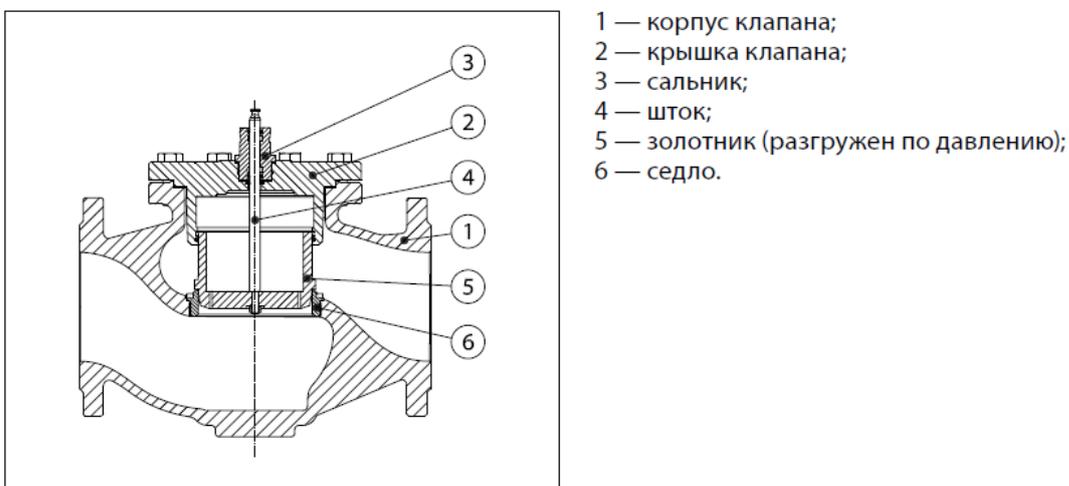


Рисунок 27 – Устройство клапана

Клапан хорошо совместим с электрическими приводами Danfoss, такими как:

- АМЕ 655;
- АМЕ 658 SD, SU.

Для управления клапаном будем использовать электропривод Danfoss АМЕ 655 (рис. 28):



Рисунок 28 – Электропривод Danfoss АМЕ 655

Технические характеристики привода отображены в таблице

Тип электропривода	АМЕ 655	АМЕ 658 SD, SU
Питающее напряжение	24 или 230 В; от +10 до -15%; переменный или постоянный ток	
Потребляемая мощность, ВА	14,4 (24 В) 16,1 (230 В)	19,2 (24 В) 35,7 (230 В)
Частота тока, Гц	50/60	
Входной управляющий сигнал Y	От 0 до 10 В (от 2 до 10 В) [Ri = 40 кОм]	
	От 0 до 20 мА (от 4 до 20 мА) [Ri = 500 Ом]	
Выходной сигнал X	Трехпозиционный	
	От 0 до 10 В (от 2 до 10 В) [Ri = 10 кОм] От 0 до 20 мА (от 4 до 20 мА) [Ri = 510 Ом]	
Развиваемое усилие, Н	2000	
Максимальный ход штока, мм	50	
Время перемещения штока на 1 мм, с	2 или 6	2 или 6
Максимальная температура теплоносителя, °С	200 (350 с с адаптером ZF4 для VFGS)	
Рабочая температура окружающей среды, °С	От 0 до + 55	
Относительная влажность окружающей среды, %	0-95, без выпадения конденсата	
Температура транспортировки и хранения, °С	От -40 до +70 (хранение в течение 3 дней)	
Степень безопасности	II	
Класс защиты	IP 54	
Масса, кг	5,3	8,6
Устройство защиты	—	Есть
Время перемещения штока на 1 мм, при котором срабатывает устройство защиты; с	—	≥1
Ручное позиционирование	Электрическое и механическое	Электрическое и механическое
Реакция на перебои питания	Шток остается в том же положении	Устройство защиты опускает (версия SD) или поднимает (версия SU) шток
CE — маркировка соответствия стандартам	Директива по низким напряжениям 2006/95/ЕС. EMC-директива 2004/118/ЕС	

Таблица 1 – Технические характеристики привода.

2.6.3.2 Выбор регулятора асинхронного двигателя

Перекачка газожидкостной смеси происходит посредством центробежного насоса Д200-36Б. Характеристики этого насоса отображены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики насоса Д200-36Б

Техническая характеристика	Значение
Подача, м ³ /час	180
Напор, м	25
Частота вращения, об/мин	1450
Потребляемая мощность, кВт	22
Плотность перекачиваемое жидкости кг/м ³	До 1100
Температура перекачиваемой жидкости, °С	До 95

Насос Д200-36Б приводится в действие с помощью асинхронного двигателя АИР 180S4. Технические характеристики АИР180S4 отображены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики электродвигателя АИР 180 S4

Техническая характеристика	Значение
Мощность, кВт	22
Частота вращения, об/мин	1470
Ток при 380В, А	43
КПД, %	90
Масса, кг	160

Для контроля оборотов электродвигателя будет использован преобразователь частоты. Преобразователь частоты используется для генерации трехфазного напряжения переменной частоты и амплитуды из однофазного или трехфазного напряжения с фиксированной частотой. С помощью диодного моста, а также конденсатора большой емкости происходит выпрямление трехфазного напряжения. Напряжение в звене постоянного тока превращается в трехфазное напряжение изменяемой частоты и амплитуды. Во входной цепи электродвигателя, для конвертации в трехфазное напряжение применяются быстродействующие электронные ключи, которые называются IGBT транзисторами, биполярные транзисторы с изолированным затвором.

Ключи служат для подключения каждой фазы электродвигателя к положительной, или к отрицательной шине. Продолжительность подачи напряжения и полярность напряжения настраивается очень точно, с помощью этой широтно-импульсной модуляции напряжения постоянного тока, можно сгенерировать необходимое синусоидальное напряжение.

В качестве преобразователя частоты будем использовать HYUNDAI N700V-220HF (рис. 29).



Рисунок 29 – Преобразователь частоты HYUNDAI N700V-220HF

Выбор данной модели обусловлен тем, что она может выдать необходимую мощность 22 кВт и ток 43А. Технические характеристики HYUNDAI N700V-220HF отображены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики преобразователя частоты HYUNDAI N700V-220HF

Техническая характеристика	Значение
Пылевлагозащита	IP20
Мощность двигателя, не более, кВт	22
Номинальный ток двигателя, не более, А	48
Номинальное входное напряжение, В	3-фазы 380-480В ($\pm 10\%$) 50/60 Гц
Выбор напряжения питания двигателя, В	380/400/415/440/460/480 В, Заводская установка 440В
Номинальное выходное напряжение, В	3-фазы 380-480В (Соответствует входному напряжению)
Диапазон выходных частот, Гц	0,1 - 400 Гц
Точность частоты	Цифровая установка: $\pm 0.01\%$ от максимальной частоты. Аналоговая: $\pm 0.2\%$ ($25 \pm 10^\circ\text{C}$)

Продолжение таблицы 13.

Разрешение по частоте	Цифровая установка: 0.01 Гц, Аналоговая установка: макс. частота/4,000
Метод управления	ШИМ система модуляции пространственного вектора
Характеристика напряжение/частота	Вольт/частотное управление, свободное вольт/частотное управление, свободное управление напряжение/частота, безсенсорный векторный контроль
Цифровой интерфейс/протокол	Порт RS485/ Modbus
Перегрузочная способность	150%/ 60 сек
Пусковой вращающий момент	200% при 0,5 Гц
ПИД-управление	ПИД-регулятор встроен
Дистанционное управление	1. Съёмная панель управления, вынос 1,5 - 3 метра 2. Цифровой оператор ОРЕ-N7 с функцией копирования (опционально), вынос 1,5 - 3 метра 3. Клеммы цепи управления 4. Порт RS485 (RJ45)
Аналоговая входная команда	Входное напряжение: пост. тока 0 ~ +10В, -10 ~ +10В (Входное сопротивление 10КОм), Входной ток: 4~20мА (входное сопротивление 180 Ом)

2.6.4 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешних проводок приведена в приложении И.

Первичными и внешними приборами являются:

- расходомеры Метран-350;
- датчики уровня ПМП-063;
- датчики давления Метран-75;
- датчики-сигнализаторы уровня ПМП-052.
- датчики температуры Метран-274;

У Всех приборов, за исключением сигнализаторов уровня, аналоговый выходной сигнал 4-20 мА + HART протокол. Сигнализаторы уровня имеют дискретный выходной сигнал 24 VDC "сухой контакт".

Все внешитовые датчики подключены по двух проводной схеме. В качестве кабеля используется КВВГ. Этот кабель состоит из медных токопроводящих жил, пластмассовой изоляции в пластмассовой оболочке, защитного покрова и предназначен для фиксированного присоединения к электрическим аппаратам, распределительным устройствам, приборам, с переменным напряжением до 660 вольт и частотой до 100 Гц, либо номинальным постоянным напряжением до 1000 вольт при температуре окружающей среды от -50 °С до $+50$ °С. Медные жилы кабеля КВВГ однопроволочные. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается внутри трубы, диаметром в 20 мм.

2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС Факельного сепаратора

В АС на разных уровнях управления применяются различные алгоритмы:

- Пуск и останов технологического оборудования с помощью релейных пусковых схем, которые реализуются на контроллере и SCADA-форме;
- ПИД-алгоритмы автоматического управления параметрами технологического оборудования (управление положением исполнительного устройства, управление давлением, и т. д.) (реализуются на контроллере);
- алгоритм управления сбора измерительных сигналов (алгоритмы как универсальные логически завершенные программные блоки, помещенные в ППЗУ ПЛК) (реализуются на контроллере);
- алгоритмы централизованного управления автоматизированной системы (реализуются на контроллере и SCADA-форме) и т.п.

В этой работе разработаны алгоритмы автоматизированной системы:

- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм автоматического управления технологическими параметрами.

Для представления алгоритма пуска и останова и сбора данных будем пользоваться правилами ГОСТ 19.002.

2.6.5.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения уровня газожидкостной смеси в сепараторе. Для данного канала необходимо разработать алгоритм сбора информации. Алгоритм сбора данных канала измерения уровня ГЖС в факельном сепараторе находится в приложении К.

При включении датчика запускается процесс подготовки уровнемера к работе. Затем начинается проверка на достоверности кода входного сигнала аналого-цифрового преобразователя и масштабирование показаний. Если значения уровня не изменились, программа завершает работу. В случае изменения уровня, формируется и посылается пакет данных. Полученные данные выводятся на дисплей, датчик опрашивается о превышении максимального предельного уровня, если это так, то выводится аварийное сообщение, если нет датчик опрашивается о превышении максимально-допустимого уровня, если это так, то выводится предупреждающее сообщение, если нет датчик опрашивается о минимально-допустимом уровне, в случае когда уровень ниже минимально допустимого, выводится предупреждающее сообщение.

2.6.5.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

Во время перекачивания ГЖС в факельный сепаратор нужно поддерживать давление ГЖС в нагнетательном коллекторе, давление не должно превышать заданный уровень, этот уровень давления обусловлен прочностью трубопровода, также давление не должно быть ниже определенного уровня, чтобы избежать кавитации насосных агрегатов. Поэтому регулируемый параметр техпроцесса будет давление ГЖС в нагнетательном коллекторе на выходе насоса. Как алгоритм регулирования будет использован алгоритм ПИД-регулирования, ПИД-регулирование позволит обеспечить требуемое качество регулирования, достаточно небольшое время выхода на режим и низкую чувствительность к внешним возмущениям.

Структурная схема автоматического управления давлением находится в приложении Л. Структурная схема состоит из таких элементов как: задание, контроллер с ПИД регулятором, регулирующее устройство, объект управления.

ФС системы поддержания заданного давления в трубопроводе отображена на рисунке 30.



Рисунок 30 – ФС системы поддержания давления в трубопроводе

Объектом управления выступает участок трубопровода после насоса. С панели управления в операторной задается необходимое давление, которое нужно поддерживать в трубопроводе. Затем значение величины этого давления переводится в унифицированный токовый сигнал 4...20 мА и подается на контроллер. В контроллер также приходит значение с датчика

давления, в процессе сравнения этих значений формируется выходной токовый сигнал. Данный сигнал поступает на преобразователь, на выходе преобразователя присутствует напряжение питания двигателя насосного агрегата. В следствии чего получаем угловую скорость на выходе насосного агрегата, пропорционально которой изменяется поток нагнетаемой жидкости. Затем в зависимости от положения задвижки, происходит изменение давление в трубопроводе.

Линеаризованная модель системы управления описывается уравнениями:

Частотного преобразователя:

$$T_1 \frac{df}{dt} + f = k_1 \cdot I$$

Асинхронного двигателя:

$$T_2 \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_2 \cdot f$$

Задвижки:

$$\frac{dx}{dt} = \omega$$

Преобразования в объем:

$$Q = k_3 \cdot x$$

Трубопровода:

$$T \frac{dP}{dt} + P = k_4 \cdot Q$$

Здесь:

P_3 – заданное давление;

Q – объем газожидкостной смеси;

x – положение штока задвижки;

P – давление в трубопроводе;

Исходные данные приведены в таблице 14:

Таблица 14 – Исходные данные

K_1	T_1	k_2	T_2	K_3	T	k_3
25	0.25	20	0.08	1800	180	0.2

Во время управления объектом, нужно чтобы давление на выходе соответствовало 6 МПа, поэтому роль передаточной функции задания выполняет ступенчатое воздействие, в момент запуска программы, это воздействие меняет свое значение от 0 до 6.

Модель в Simulink отображена в приложении Л и приведена на рисунке 31.

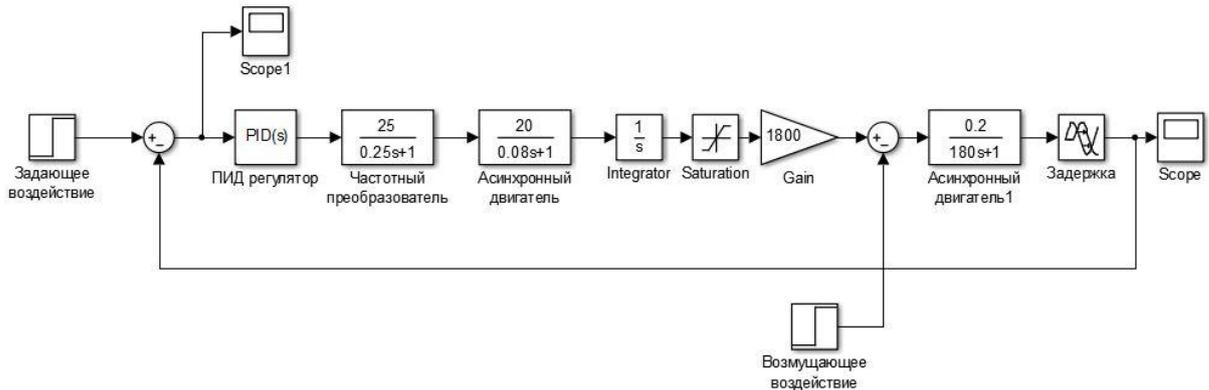


Рисунок 31 – Модель в Simulink

График переходного процесса САР отображен на рисунке 32.

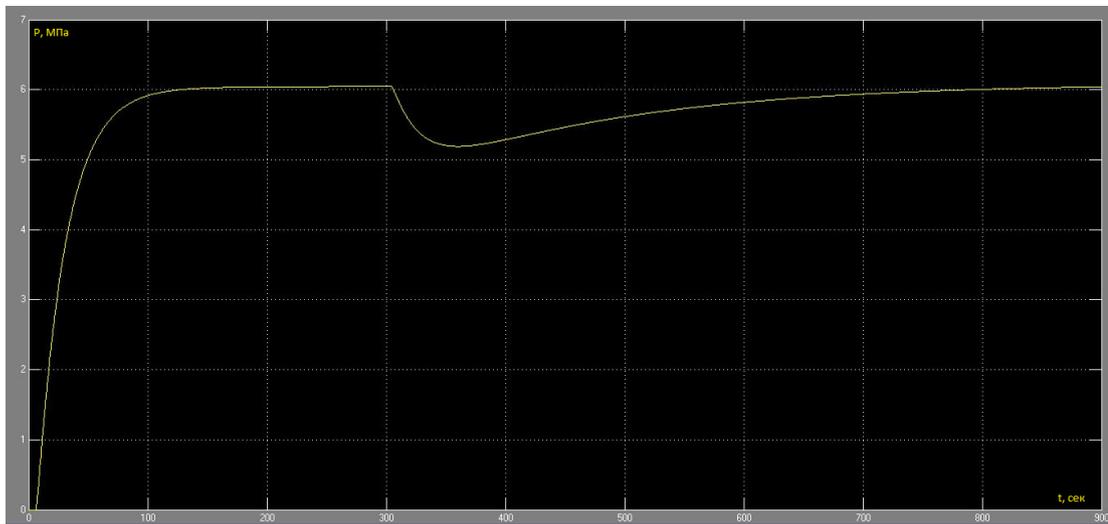


Рисунок 32 – График переходного процесса САР

По графику можно сказать, система имеет апериодический характер, присутствует транспортное запаздывание. Система не имеет перерегулирования и выходит на установившееся значение приблизительно за

140 секунд, на 300 секунде введено возмущающее воздействие, с которым система справляется без перерегулирования.

2.6.6 Экранные формы АС факельного сепаратора

Управление в автоматизированной системе блока подготовки газа факельным сепаратором реализовано посредством системы CodeSys. CodeSys предназначена для применения на действующих установках технологического оборудования, которому необходима промышленная компьютерная техника, отвечающая жестким требованиям со стороны надежности системы, стоимости и безопасности. CodeSys совместима с оборудованием самых разных производителей, использующим OPC технологии. Другими словами, данная SCADA - система не ограничивает выбор оборудования нижнего уровня, так-как предоставляет обширный набор драйверов или серверов ввода и вывода. Это дает возможность подключения внешних, независимо работающих компонентов, в том числе разработанных отдельно программных и аппаратных модулей сторонних производителей.

2.6.6.1 Разработка дерева экранных форм

Дерево экранных форм находится в приложении М.

Оператор может осуществлять навигацию экранных форм с используя кнопки прямого вызова. При запуске проекта, появляется экран авторизации пользователя, в полях экрана необходимо ввести логин и пароль пользователя. После входа в систему, отображается мнемосхема основных объектов факельного сепаратора: Факельный сепаратор, каналы регулирования давления, входная насосная станция и каналы управления давлением. Кроме этого, с экрана мнемосхемы основных объектов, у оператора есть прямой доступ к карте с нормативными параметрами факельного сепаратора. Для того чтобы открыть блоки подготовки газа, нужно нажать на прямоугольную область мнемосхемы основных объектов с соответствующим названием объекта. Мнемосхемы нескольких объектов факельного сепаратора включают в себя дополнительные мнемосхемы, эти мнемосхемы дают возможность вести более тщательный контроль состояний объектов факельного сепаратора

и управлением параметрами этих объектами. Открыть дополнительные мнемосхемы можно с помощью нажатия на прямоугольную область с соответствующим названием, или на фигуру устройства мнемосхемы объекта факельного сепаратора.

2.6.6.2 Разработка экранных форм АС ФС

Интерфейс пользователя, это рабочее окно (рис. 33), состоящее из следующих областей:

- главное меню;
- область видеокadra;
- окно оперативных сообщений;



Рисунок 33 – Рабочее окно

2.6.6.3 Главное меню

Вид главного меню отображен на рисунке 34.



Рисунок 34 – Главное меню

Кнопки и индикаторы главного меню выполняют следующие функции:

- кнопка «СПРАВКА» – вызывает меню «Справка»;

– кнопки-индикаторы «Н-1/1», «Н-1/2», – отображает состояние насосов и вызывает мнемосхемы насосных агрегатов;

– индикаторы "Нижний/верхний допустимый/аварийный уровень" – индикаторы уровня жидкости в факельном сепараторе.

У кнопок-индикаторов есть цветовая кодировка. Цветовая кодировка индикаторов отображена в таблице 15.

Таблица 15 – Цветовая кодировка индикаторов

Индикатор	Цвет	Значение
Н-1/1, Н-1/2	<u>зеленый</u>	Агрегат/объект включен
	<u>желтый</u>	Агрегат/объект отключен
	<u>оранжевый</u>	Агрегат находится в режиме «Резерв»
	<u>красный</u>	Авария агрегата/объекта

2.6.6.4 Область видеокadra

Видеокadры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием. В состав видеокadров входят:

– мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;

– всплывающие окна управления и установки режимов объектов и параметров;

– табличные формы, предназначенные для отображения различной технологической информации, не входящей в состав мнемосхем, а также для реализации карт ручного ввода информации (установок и др.).

В области видеокadра АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- факельный сепаратор (Приложение Н);
- входной насос;

На мнемосхеме «Факельный сепаратор» отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры;

- измеряемые параметры трубопроводов;
- состояние и режим работы задвижек.

2.6.6.5 Мнемознаки

На рисунке 35 представлен мнемознак аналогового параметра:

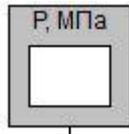


Рисунок 35 – Мнемознак аналогового параметра

В нижней части отображается значение аналогового параметра.

Приняты следующие цвета основной для отображения аналогового параметра:

- серый цвет – параметр достоверен и в норме;
- желтый цвет – параметр достоверен и достиг допустимого (максимального или минимального) значения;
- красный цвет – параметр достоверен и достиг предельного (максимального или минимального) значения;
- темно-серый цвет – параметр недостоверен;
- коричневый цвет – параметр маскирован.

Красный цвет основной части сопровождается миганием до тех пор, пока оператор не выполнит операцию квитирования, т.е. не подтвердит факт установки аварийного состояния аналогового параметра.

В части верхней отображается единица измерения аналогового параметра.

Мнемознак задвижка имеет следующие цветовые обозначения:

- зеленый цвет – задвижка открыта;
- желтый цвет – задвижка закрыта;
- периодическая смена зеленого и желтого цветов – задвижка открывается/закрывается;
- серый цвет – неопределенное состояние.

Мнемознак факельный сепаратор показан на рисунке 36.

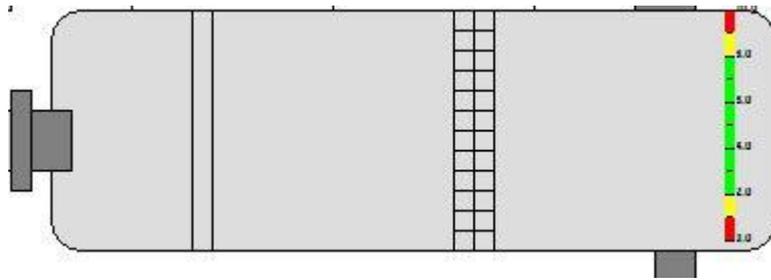


Рисунок 36 – Мнемознак резервуар

Прямоугольник белого фона используется для отображения, как дискретных состояний, так и предельных значений аналогового параметра, и принимает следующий вид:

- состояние 1 – красный цвет – предельный нижний уровень (значение дискретного параметра).
- состояние 2 – желтый цвет – допустимый нижний уровень (значение дискретного параметра);
- состояние 3 – зеленый цвет – норма;
- состояние 4 – желтый цвет) – допустимый верхний уровень (значение дискретного параметра);
- состояние 5 – красный цвета) – предельный верхний уровень (значение дискретного параметра).

Мнемознак лампочка имеет следующие цветовые обозначения:

- красный цвет – предельный уровень;
- желтый цвет – допустимый уровень;
- серый цвет – параметр в норме.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т21	Казачинский Евгений Владимирович

Институт	Кибернетики	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

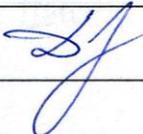
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Определение назначения объекта и определение целевого рынка</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Разработка НИР на этапы, составление графика работ</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Оценка технико-экономической эффективности проекта</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Матрица SWOT*
3. *Альтернативы проведения НИ*
4. *График проведения и бюджет НИ*
5. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	К.И.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т21	Казачинский Евгений Владимирович		

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

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, в частности – газодобывающие компании. Для данных предприятий разрабатывается модернизация АС блока подготовки газа, установки УКПГ.

В таблице 16 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 2 – Карта сегментирования рынка

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

Согласно карте сегментирования, можно выбрать следующие сегменты рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 17). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления УКПГ, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 3 – 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
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,05	5	1	4	0,25	0,05	0,2
Удобство в эксплуатации	0,06	3	2	4	0,18	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,09	3	4	2	0,27	0,36	0,18
Надежность	0,11	5	2	5	0,55	0,22	0,55
Уровень шума	0,03	2	2	2	0,06	0,06	0,06
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	2	2	1	0,06	0,06	0,03
Простота эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	0	4	0,2	0	0,2
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	5	0	5	0,1	0	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,06	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
Цена	0,06	3	5	1	0,18	0,3	0,06
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,03	2	1	1	0,06	0,03	0,03
Срок выхода на рынок	0,04	2	4	5	0,08	0,16	0,2
Наличие сертификации разработки	0,02	1	3	5	0,02	0,06	0,1
Итого:	1	63	52	67	3,54	2,71	3,53

Согласно оценочной карте можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: цена разработки ниже, повышение надежности и безопасности, простота эксплуатации.

3.1.3 Технология QuaD

Для упрощения процедуры проведения QuaD проведем в табличной форме (таблица 18).

Таблица 4 – Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышение производительности	0,04	80	100	0,8	3,2
Удобство в эксплуатации	0,06	75	100	0,75	4,5
Помехоустойчивость	0,05	40	100	0,4	2
Энергоэкономичность	0,07	50	100	0,5	3,5
Надежность	0,1	90	100	0,9	9
Уровень шума	0,03	30	100	0,3	0,9
Безопасность	0,1	95	100	0,95	9,5
Потребность в ресурсах памяти	0,03	50	100	0,5	1,5
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	55	100	0,55	2,75
Простота эксплуатации	0,06	55	100	0,75	3,3
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	60	100	0,6	3
Ремонтопригодность	0,02	85	100	0,85	1,7
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,05	70	100	0,7	3,5
Уровень проникновения на рынок	0,03	20	100	0,2	0,6
Цена	0,06	85	100	0,85	5,1
Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	80	100	0,8	4,8

Продолжение таблицы 18

Послепродажное обслуживание	0,05	75	100	0,75	3,75
Финансирование научной разработки	0,03	50	100	0,5	1,5
Срок выхода на рынок	0,04	30	100	0,3	1,2
Наличие сертификации разработки	0,02	10	100	0,1	0,2
Итого:	1				65,5

Средневзвешенное значение позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Средневзвешенное значение получилось равным 65,5, что говорит о том, что перспективность разработки выше среднего.

3.1.4 SWOT – анализ

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

Сильные стороны:

С1. Экономичность и энергоэффективность проекта;

С2. Экологичность технологии;

С3. Более низкая стоимость;

С4. Наличие бюджетного финансирования;

С5. Квалифицированный персонал;

Слабые стороны:

Сл1. Отсутствие прототипа проекта;

Сл2. Отсутствие у потребителей квалифицированных кадров;

Сл3. Мало инжиниринговых компаний, способной построить производство под ключ;

Сл4. Отсутствие необходимого оборудования ;

Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования.

Возможности:

В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;

В2. Использование существующего программного обеспечения;

В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт;

В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые в научных исследованиях;

В5. Повышение стоимости конкурентных разработок;

Угрозы:

У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства;

У2. Развитая конкуренция технологий производства;

У3. Ограничения на экспорт технологии;

У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции;

У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства;

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 19.

Таблица 5 – SWOT-анализ

		Сильные стороны					Слабые стороны				
		С1	С2	С3	С4	С5	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Возможности	В1	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	В2	+	0	-	0	+	-	-	-	-	-
	В3	+	+	0	0	-	-	-	-	-	-
	В4	0	-	+	0	-	-	-	-	-	-
	В5	+	0	+	0	-	-	-	-	-	-
Угрозы	У1	-	-	-	-	-	+	+	0	0	+
	У2	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0
	У3	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0
	У4	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	У5	-	-	-	-	-	+	-	-	0	+

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 20.

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследования	Подбор и изучение материалов по теме	Студент-дипломник
	Изучение существующих объектов проектирования	Студент-дипломник
	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-дипломник
Теоретическое и экспериментальное исследование	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник
	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник
	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент-дипломник
Обобщение и оценка результатов	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент-дипломник
	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, студент-дипломник
Разработка технической документации и проектирование	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Студент-дипломник
	Студент-дипломник	Студент-дипломник
	Составление схемы информационных потоков	Студент-дипломник
	Разработка схемы внешних проводок	Студент-дипломник
	Разработка алгоритмов сбора данных	Студент-дипломник
	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Студент-дипломник
	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент-дипломник
	Проектирование SCADA–системы	Студент-дипломник
Оформление отчета	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник

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:

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

В таблице 21 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 7 – Временные показатели проведения работ

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

На основе таблицы 21 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 22 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 8 – План-график

Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ												
		Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь
		3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	■												
Подбор и изучение материалов по теме	Студент-дипломник	■												
Изучение существующих объектов проектирования	Студент-дипломник		■											
Календарное планирование работ	Студент-дипломник		■											
	Студент-дипломник		■											
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник			■										
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник			■										
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент-дипломник				■									
Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель					■								
	Студент-дипломник					■								
Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель					■								
	Студент-дипломник					■								
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Студент-дипломник						■							
Составление перечня вход/выходных сигналов	Студент-дипломник							■						
Составление схемы информационных потоков	Студент-дипломник								■					
Разработка схемы внешних проводок	Студент-дипломник									■				
Разработка алгоритмов сбора данных	Студент-дипломник										■			
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Студент-дипломник											■		
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Студент-дипломник												■	
Проектирование SCADA–системы	Студент-дипломник													■
Составление пояснительной записки	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 23 приведены материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 9 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер "Siemens SIMATIC S7-400"	шт.	2	30798	76995
Расходомер "МЕТРАН 350"	шт.	2	29000	72500
Датчики давления "МЕТРАН-75"	шт.	2	16000	36800
Датчик температуры "МЕТРАН-274"	шт.	1	2280	2622
Уровнемер "ПМП-063"	шт.	1	80000	92000
Сигнализатор уровня "ПМП-052"	шт.	3	23120	79764
Клапан регулирующий VFG2	шт.	1	52250	62700
Электропривод Danfoss AME 655	шт.	1	109112	130934,4
Асинхронный двигатель АИР180S	шт.	1	34775	43468,75
Преобразователь частоты Hyundai N700V-22HF	шт.	1	15430	19287,5
Итого:				597784,15

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования контроллера фирмы Codesys. В таблице 24 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 10 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
Codesys	1	14000	14000
итого:			14000

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 25.

Таблица 11 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премимальный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Зарботная плата основная
Руководитель	23264,86	0,3	0,2	1,3	45366,5	2278,50	4	9113,98
Инженер	7800	0,3	0,5	1,3	18252	916,69	39	35751,00
Итого:								44864,99

3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 9113,98 = 1367,09$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 35751 = 5362,65$$

3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 26.

Таблица 12 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	9113,98	1367,09
Инженер	35751	5362,65
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	27,1	27,1
Итого:	12158,41	1823,76

3.3.6 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (1866591 + 35100 + 44864,99 + 6729,74 + 13982,17) \cdot 0,016$$

$$= 31476,29$$

Где 0,016 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	597784,15
2. Затраты на специальное оборудование	14000
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44864,99
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6729,74
5. Отчисления во внебюджетные фонды	13982,17
6. Накладные расходы	31476,29
7. Бюджет затрат НТИ	708837,34

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3 – 8Т21	Казачинский Евгений Владимирович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

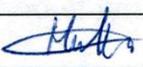
<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) – Опасность взрыва, пожара, из-за разгерметизации оборудования факельного сепаратора 	<p>Рабочим местом является технологическая площадка факельного сепаратора, здание насосов факельного сепаратора. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров УКПП, технологическая площадка расположено на территории УКПП. Вредными факторами производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: недостаточная освещённость рабочей зоны, повышенный уровень шума, вредные вещества.</p> <p>Опасными проявлениями факторов производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: электрический ток, загазованность воздушной среды.</p> <p>Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара, взрыва.</p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. СанПиН 2.2.4.548 – 96. 2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03 3. СП 52.13330.2011, 4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03 5. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ 6. СНиП 2.11.03-93 7. ППБ 01-93 8. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. №123-ФЗ, 2013.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; 	<p>1. Повышенный уровень шума на рабочем месте.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Опасность поражения электрическим током.</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Воздействие на литосферу происходит в результате утилизации твердых бытовых отходов. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом, воздействие на гидросферу не происходит.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий – Создание добровольной пожарной дружины и обучение персонала необходимым действиям в случае возникновения пожара на объекте. 	<p>Возможные ЧС на объекте: утечка газа, пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является взрыв. Пожар (на УКПГ подготавливается газ, который является взрывоопасным веществом) Загазованность окружающей среды.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Освещенность рабочего места в темное время суток должно соответствовать СНиП 23-05-95.</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	
--	--

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
3 – 8Т21	Казачинский Евгений Владимирович		

Социальная ответственность

В данном разделе выпускной квалификационной 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.

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом УКПГ. 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. Задачей оператора АСУ является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций.

При наиболее вероятных авариях (разлив газового конденсата, выброс газа) происходит выброс опасных веществ, приводящих к загрязнению атмосферного воздуха, а также происходит образование разлива конденсата. Для персонала наиболее опасными являются зоны загазованности и, возможно отравление нефтяным газом или парами газового конденсата.

4.Вредные факторы

Одним из важных факторов, влияющих на качество выполняемой работы, является шум. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБ(А)) на слух человека приводит к его частичной или полной потере. При выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, допустимое звуковое давление равно 75 дБА [4].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 [4]. Согласно данному документу при выполнении основной работы уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

Во время модернизации автоматизированной системы управления факельным сепаратором, были заменены насосы ВКС 3/5 К5 на более мощные ВКС 6,3/15 К5. Агрегаты располагаются в здании насосов факельного сепаратора, которое расположено за пределами технологической площадки ФС.

Уровень шума данных насосов выше чем у ВКС 3/5 К5 и составляет 70 дБА, на расстоянии метра от наружного контура агрегата. Для защиты органов

слуха, обслуживающему персоналу выдаются шумоподавляющие наушники, которые снижают уровень шума на 25-35 дБА в зависимости от частоты шума.

Вибрация подшипниковых опор не превышает $11,2 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$, что соответствует ГОСТ 30576-98

Уровня шума, после модернизации факельного сепаратора, составил 58 дБА. Для снижения уровня шума предприняли подавление шума в источнике с помощью звукоизоляционной защиты. После установки звукоизоляционного кожуха на факельный сепаратор уровень шума снизился до 43 дБА.

Освещение на площадке факельного сепаратора и в здании насосов после модернизации не изменилось и соответствует СНиП 23-05-95.

4.1 Опасные факторы.

Существует опасность поражения электрическим током в здании насосов факельного сепаратора. Мощность трехфазных электродвигателей составляет 2.2 кВт, выполнены во взрывозащищенном исполнении. Электродвигатели данных насосов заземлены в соответствии с ГОСТ12.2.007.0-75 и ГОСТ12.1.030-81. У двигателей есть защита от прикосновения к движущимся и токоведущим частям JP54 в соответствии с ГОСТ 14254-96.

В целях безопасности данные насосы запускаются дистанционно, нет необходимости постоянного присутствия оператора, все работы производятся на остановленном двигателе, электрические схемы которых разобраны. Исключается возможность ошибочной подачи напряжения во время работы, на кнопках дистанционного включения устанавливаются таблички “Не включать! Работают люди”.

Напряжение в автоматизированной системе управления факельного сепаратора не превышает 24 вольта постоянного тока, поэтому опасность поражения электрическим током отсутствует.

При нормальном режиме работы факельного сепаратора загазованности окружающей среды не происходит, но предусмотрена система непрерывного контроля загазованности на площадке факельного сепаратора, и в здании насосов ФС.

4.2 Экологическая безопасность

Производство по переработке и очистке нефти, попутного нефтяного и природного газа относят к I классу по санитарной классификации [20], то есть санитарно-защитная зона - 1000 м. В санитарно-защитной зоне не допускается размещать: жилую застройку, включая отдельные жилые дома, ландшафтно-рекреационные зоны и т. д.

В процессе эксплуатации УКПГ, а именно хранения осушки, очистки, хранения нефти и газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются «Методика по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу». Испарение нефти и нефтепродуктов с поверхностей происходит достаточно легко при любой температуре. При этом выделяются низкомолекулярные углеводороды с примесями, например, алканы и циклоалканы. Алканы сравнительно малоядовиты и поддаются биологическому разложению, в отличие от циклоалканов, которые плохо поддаются биологическому разложению.

Для уменьшения выбросов легкой фракции углеводородов в атмосферу в период эксплуатации обслуживающий персонал следит за исправным состоянием всех элементов ФС. При этом особое внимание обращается на сварные швы, фланцевые соединения, включая крепежные изделия, антикоррозионную защиту и изоляцию, дренажные устройства, опорные конструкции, арматуру (в том числе регулирующие устройства), приборы и средства контроля и автоматизации. проводятся мероприятия по уменьшению удельных показателей выбросов, в частности при модернизации факельного сепаратора был установлен фильтр на предохранительный клапан сепаратора. В остальном изменение в автоматизированной системе управления факельного сепаратора никак не повлияли на воздействие на атмосферу.

Воздействие на литосферу происходит из-за твердых бытовых и промышленных отходов, для уменьшения негативного воздействия на литосферу вышедшее из строя оборудование, контроллеры, датчики КИП отправляются предприятию изготовителю для восстановления, либо вторичной переработки. Воздействия на гидросферу не происходит.

4.3 Чрезвычайные ситуации.

Наиболее значительным фактором риска является разгерметизация факельного сепаратора и связанных с этим угроз:

Наличие в сепараторе значительного количества взрывопожароопасного вещества создает опасность аварийного выброса при разгерметизации оборудования.

Эксплуатация данного факельного сепаратора под давлением 0,10 МПа, создает дополнительную опасность разгерметизации.

Физический износ оборудования может привести к его разгерметизации и разрушению.

Воздействие статического и атмосферного электричества создают опасность возникновения источников зажигания и, как следствие, возникновению взрывов и пожаров.

Воздействия природного характера или несанкционированные действия на территории объектов могут привести к разгерметизации или к нарушению технологического режима, в том числе неисправности системы управления.

Площадка факельного сепаратора является взрывопожароопасным объектом и, согласно действующим нормативным документам, относится:

- по взрывопожароопасности [18] к категории А;
- по классификации взрывоопасных зон [19] к классу В-1г.

Таблица 1 - Характеристика взрывопожароопасности рабочих веществ

Наименование вещества	Класс опасности	Температура, °С		Концентрационный предел воспламенения % объемн.	
		Вспышки	Самовоспламенения	Нижний предел	Верхний предел
Нефтяной газ (метан)	4 (Умеренно опасные вещества)	-	537	5	15

Полевые датчики КИП предусматриваются во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» Ex(i), в обоснованных случаях - «взрывонепроницаемая оболочка» Ex(d). Приборы не имеющие соответствующей степени защиты установлены во взрывозащищенных коробках со степенью защиты «взрывонепроницаемая оболочка» Ex(d).

Для того чтобы избежать охлаждения сепаратора ниже -20°C предусмотрен обогрев с помощью теплоносителя. При низких температурах образуются парафины на стенках ФС.

Сепаратор оборудован приборами контроля технологических параметров:

- измерение давление в сепараторе;
- измерение и регулирование температуры;
- измерение уровня в сепараторе, контроль и регулирование предельных значений.

4.3.1 Загазованность воздушной среды.

Загазованность воздушной среды представляет большую опасность из-за характера случайности и неожиданности. Для обеспечения взрывопожарной безопасности установлены три газоанализатора PIR9400, на технологической площадке факельного сепаратора и два в здании насосов. PIR9400 обладает высокой чувствительностью к различным углеводородным газам и парам. Выходной сигнал 4–20 мА линейризуется в диапазоне 0–100% НКПР для шести стандартных газов: метана, этана, пропана, бутана, этилена и пропилена.

В здании ЦПУ установлен шкаф с панелью индикаторов и звуковой сигнализацией, на которую приходят сигналы от газоанализаторов. В случае превышения порога 15% НКПР срабатывает звуковая сигнализация. Также звуковая сигнализация установлена на площадке факельного сепаратора. При срабатывании сигнализации, оператор с центрального пульта останавливает оборудование факельного сепаратора, до выявления и устранения неисправности.

4.3.2 Обеспечение безопасности при аварийных и чрезвычайных ситуациях.

К работам на опасных производственных объектах допускаются работники, прошедшие обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, стажировку на рабочем месте, проверку знаний и практических навыков, проведение инструктажа по безопасности труда на рабочем месте и при наличии удостоверения, дающего право допуска к определенному виду работ;

- На время проведения работ и испытаний средства по ликвидации аварий на объекте содержатся в постоянной готовности, а также подготовлен план предупреждения и ликвидации аварий (ПЛА).

- Для защиты людей на время проведения работ по модернизации факельного сепаратора предусмотрены следующие мероприятия:

- для оповещения при возникновении ЧС рабочая бригада (монтажная, обслуживающая) снабжена мобильным комплектом радиостанции;

- бригада, выполняющая работы, оснащается аптечкой с необходимым запасом медикаментов и перевязочных материалов по установленному перечню, весь производственный персонал обучается способам оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях;

- персонал рабочей бригады (монтажной, обслуживающей) оснащается средствами индивидуальной защиты (спецодежда, спецобувь, средства защиты головы – каска защитная, средства защиты рук - рукавицы брезентовые) и средствами индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) соответствующих типов и марок;

- бригада (монтажная, обслуживающая) оснащается техническими средствами, оборудованными искрогасителями, инструментом искробезопасного исполнения, необходимыми средствами пожаротушения.

4.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений.

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

Согласно [6] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти - или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК[6] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

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

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Заключение

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления факельного сепаратора блока подготовки газа.

В ходе разработки выпускной квалификационной работы был изучен и проанализирован технологический процесс сепарации газа. Также, были проанализированы требования к удаленным объектам нефтегазовой отрасли в области климата процесса. Кроме того, были изучены характеристики рабочего продукта и проанализированы требования к современным системам автоматизации, на основе чего было сформировано техническое задание, содержащее в себе исчерпывающие требования к автоматизированной системе управления.

Помимо этого, в ходе выполнения работы был разработан полный перечень текстовых и графических материалов, необходимый для реализации системы автоматизированного управления технологическим процессом сепарации газа.

И наконец, на завершающем этапе работы были осуществлены технико-экономическая оценка проекта, а также оценка разработки с точки зрения безопасности, экологичности и производственной санитарии.

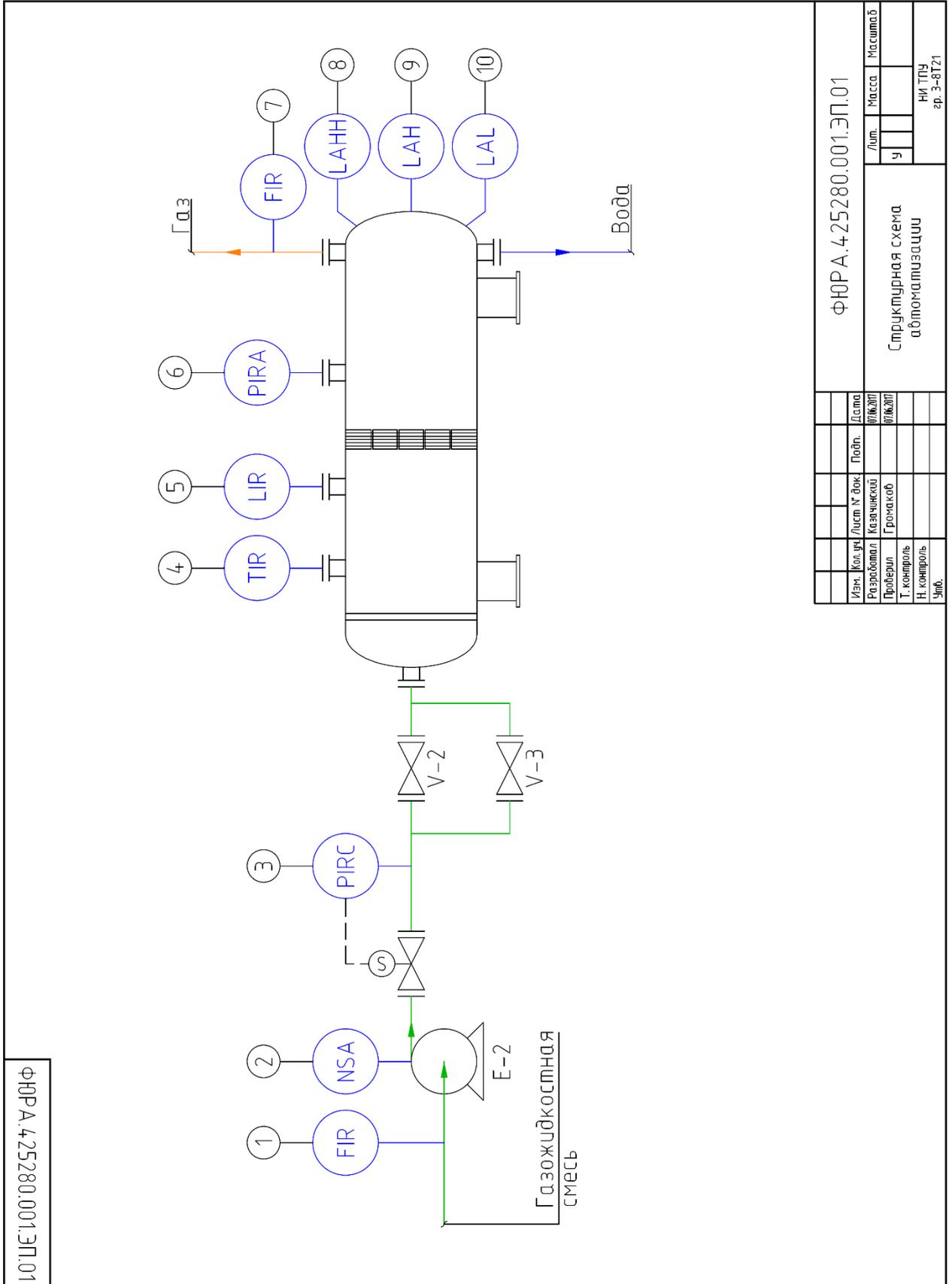
Таким образом, подытожив вышесказанное, результатом выполнения выпускной квалификационной работы стала разработка автоматизированной системы управления факельным сепаратором.

Список используемых источников

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

10. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
13. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.
14. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
15. ГОСТ Р 12.1.019-2009 (изм. №1) ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
16. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
17. МР 2.2.7.2129-06 "Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях. Методические рекомендации"; введ. 19.09.2006.
18. СП 4156-86 "Санитарные правила для нефтяной промышленности"; введ. 15.10.1986.
19. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т.7: В 2 кн. Кн.1: В.И. Иванов, И.Э. Власов. Метод акустической эмиссии / Кн. 2: Ф.Я. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика. – М.: Машиностроение, 2005. – 829 с.
20. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов; введ. 15.05.2003.

Приложение А. Функциональная схема



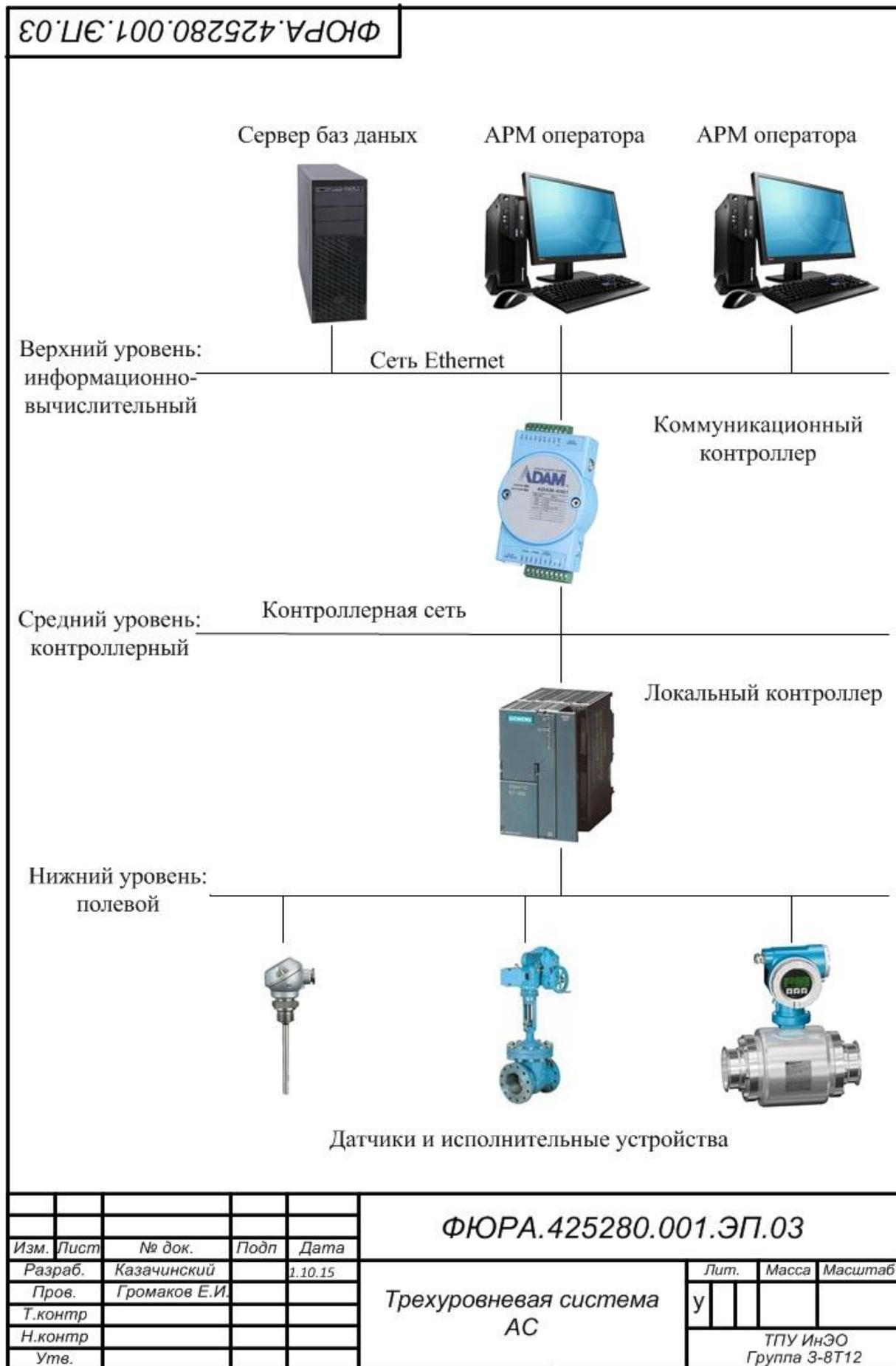
Приложение Б. Перечень вход/выходных сигналов

ФЮРА.425280.001.ЭП.02

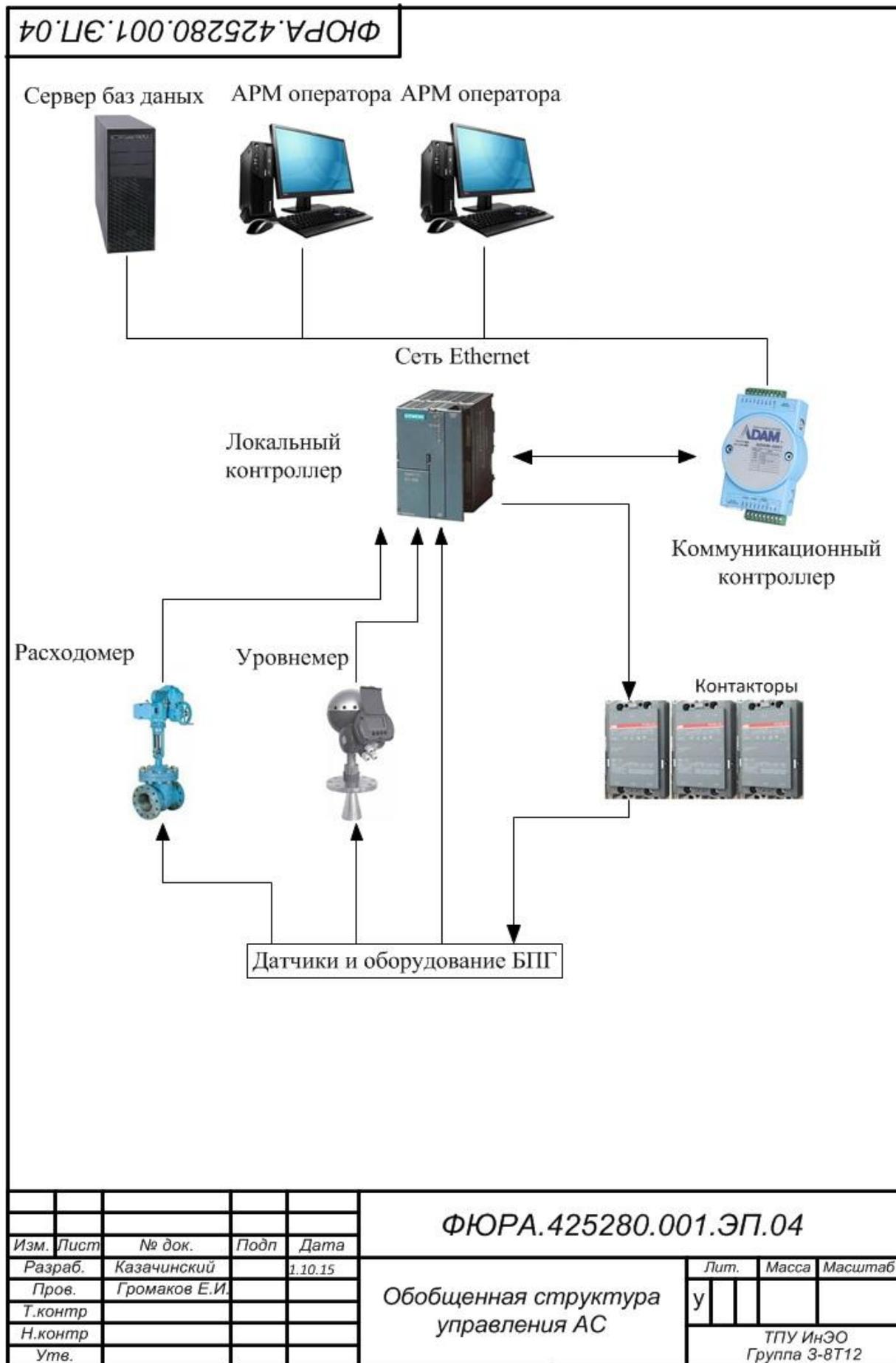
Давление в нагнетательном коллекторе	DAV_N11_NGNT	0,0105...25	МПа	4-20мА	-	-	-	+
Управление задвижкой, точка 4	UPR_K1_VHOD_REG	0...100	%	4-20мА	-	-	-	-
Уровень газожидкостной смеси в факельном сепараторе	URV_FSP_GJSM	0...11920	мм	4-20мА	-	-	-	-
Нижний уровень газожидкостной в факельном сепараторе	URV_FSP_GJSM_PREDL	-	-	DI	+	-	-	-
Верхний уровень газожидкостной в факельном сепараторе	URV_FSP_GJSM_PREDH	-	-	DI	-	+	-	-
Верхний аварийный уровень газожидкостной смеси в факельном сепараторе	URV_FSP_GJSM_AVARH	-	-	DI	-	-	-	+
Температура газожидкостной смеси в факельном сепараторе	TEM_FSP_GJSM	-30...+50	°С	4-20мА	-	-	-	-
Давление в газожидкостной смеси в факельном сепараторе	DAV_FSP_GJSM	0,0105...25	МПа	4-20мА	-	-	-	+
Скорость на валу двигателя насоса	SKR_N12_DVAL	0,0105...25	МПа	4-20мА	-	-	-	+
Управление электродвигателем насоса	UPR_N12_VYHD_REG	-	-	DI	-	-	-	-

Изм. Лист		№ Док.	Подп.	Дата	ФЮРА.425280.001.ЭП.02	
Разраб.	Казахинский	1.10.15	Лит. Масса Масштаб			
Прое.	Громаков Е.И.	У				Таблица перечня вход/выходных сигналов
Н.контр		ТЛУ ИнЭО				
Утв.		Группа 3-8Т12				

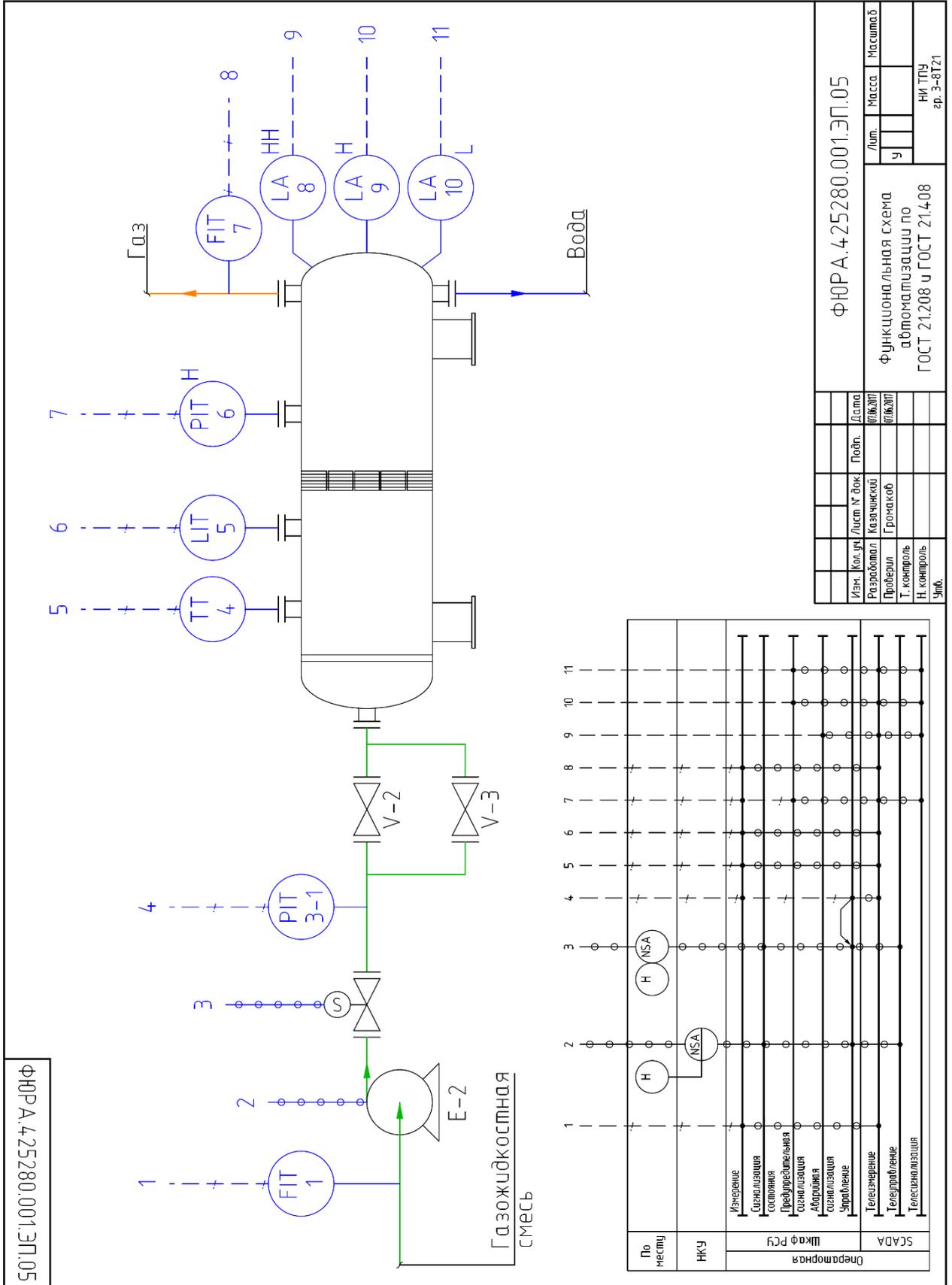
Приложение В. Трехуровневая система АС



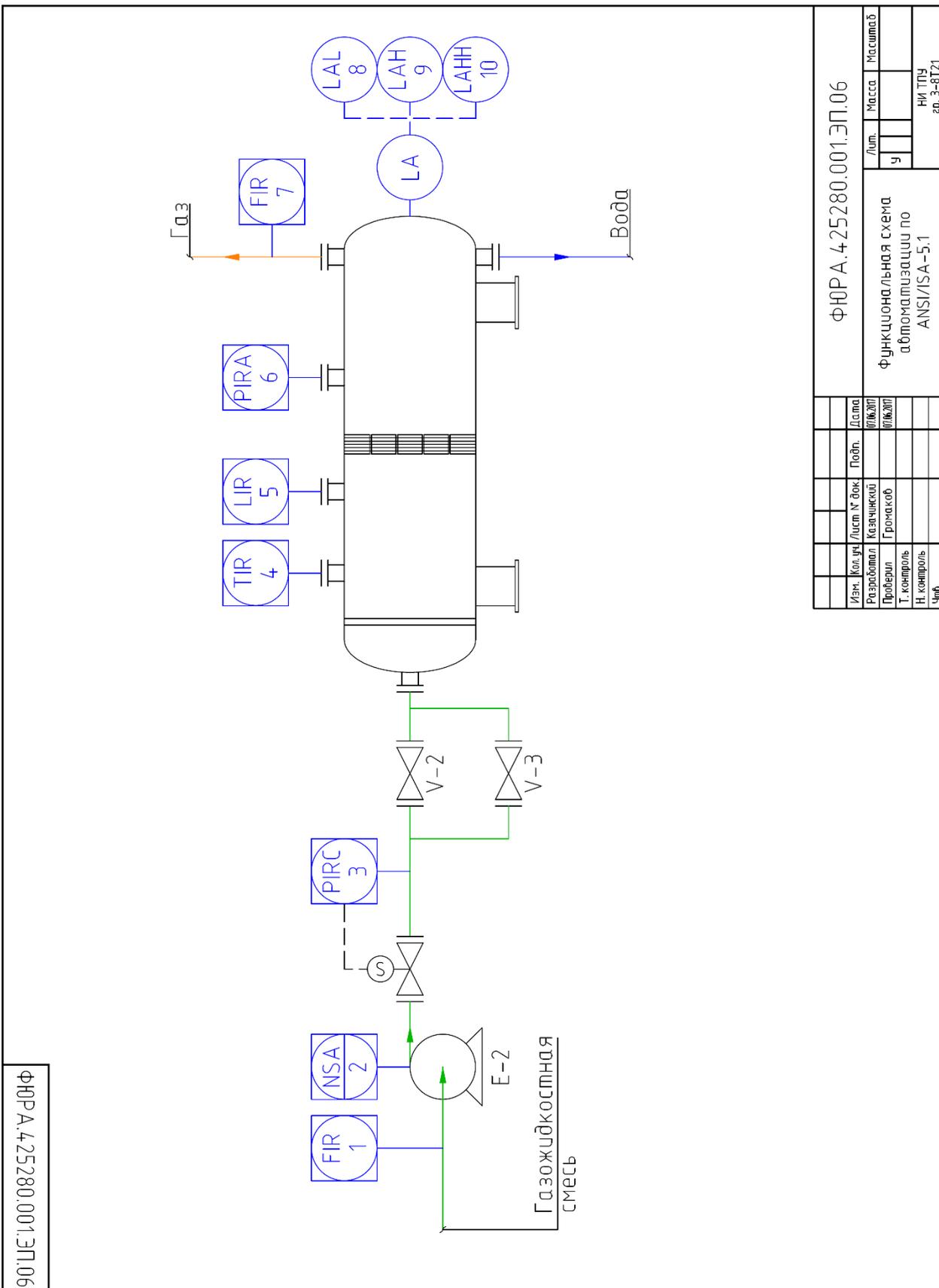
Приложение Г. Обобщённая структура управления АС



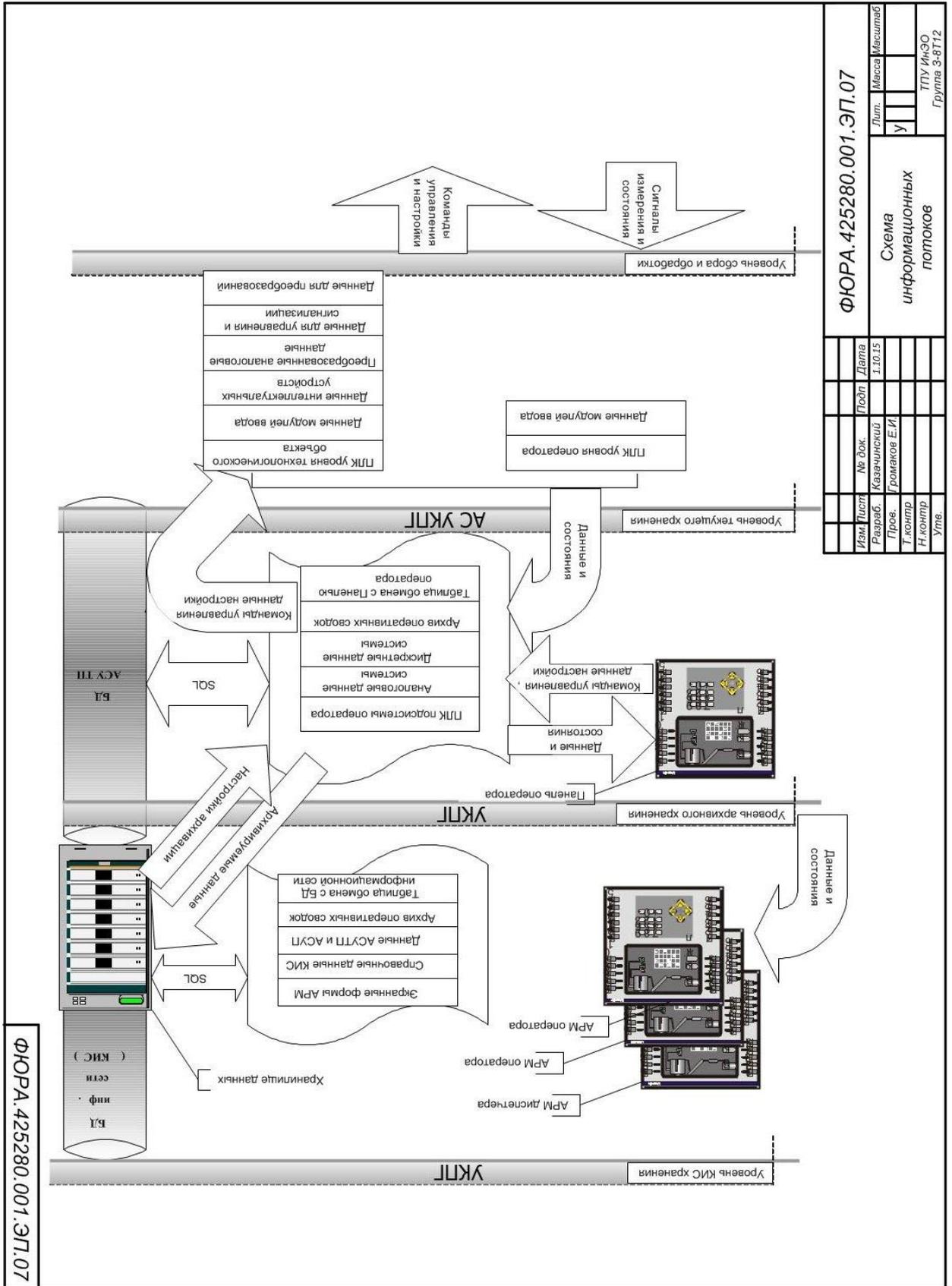
Приложение Д. Структурная схема автоматизации



Приложение Е. Функциональная схема автоматизации по ANSI



Приложение Ж. Схема информационных потоков



ФЮРА.425280.001.ЭП.07

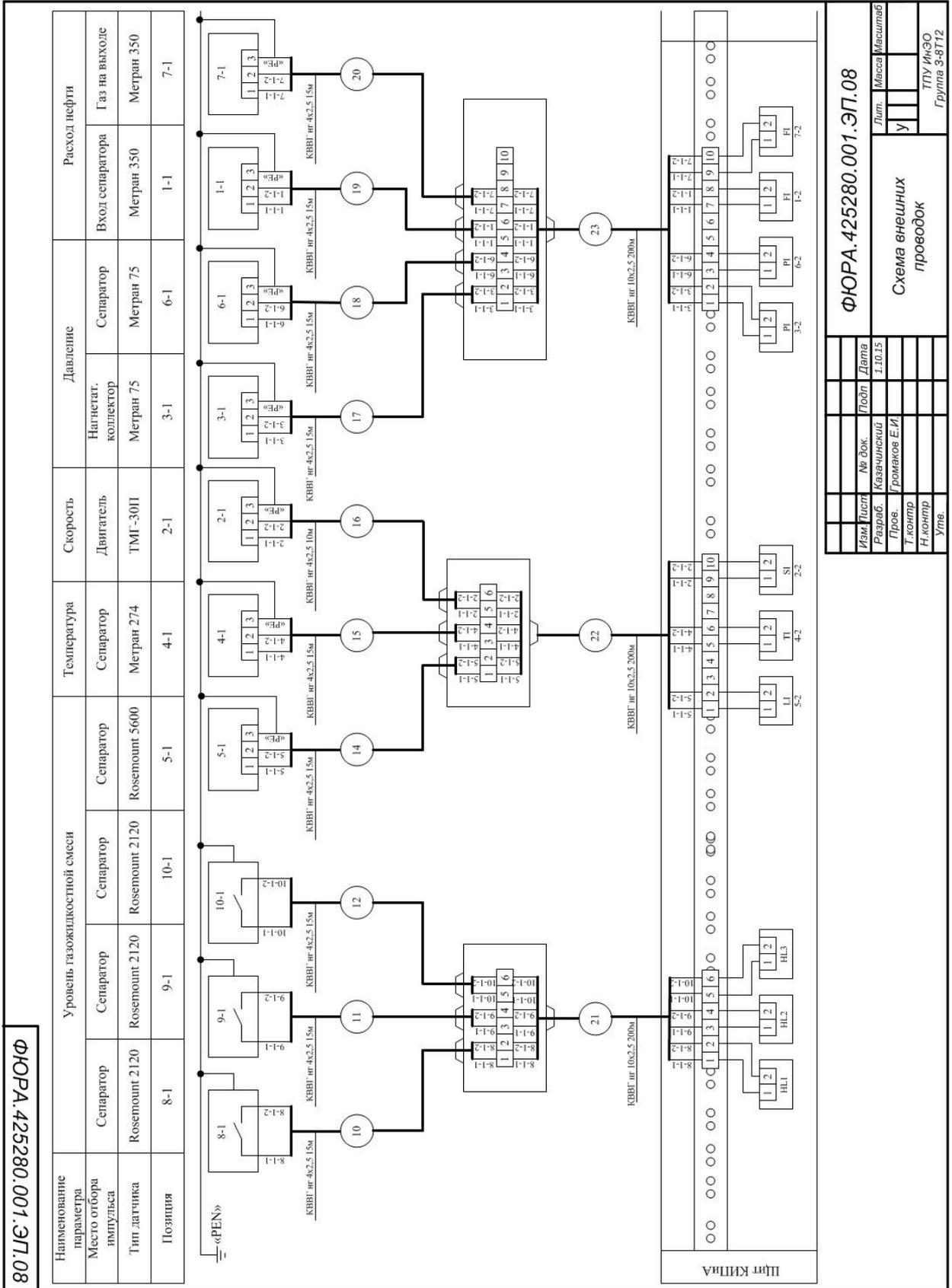
Изм.	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	Лит.	Масштаб
		Разраб.	Казачинский	1.10.15		
		Пров.	Громиков Е.И.			
		Т.контр.				
		Н.контр.				
		Утв.				

Схема информационных потоков

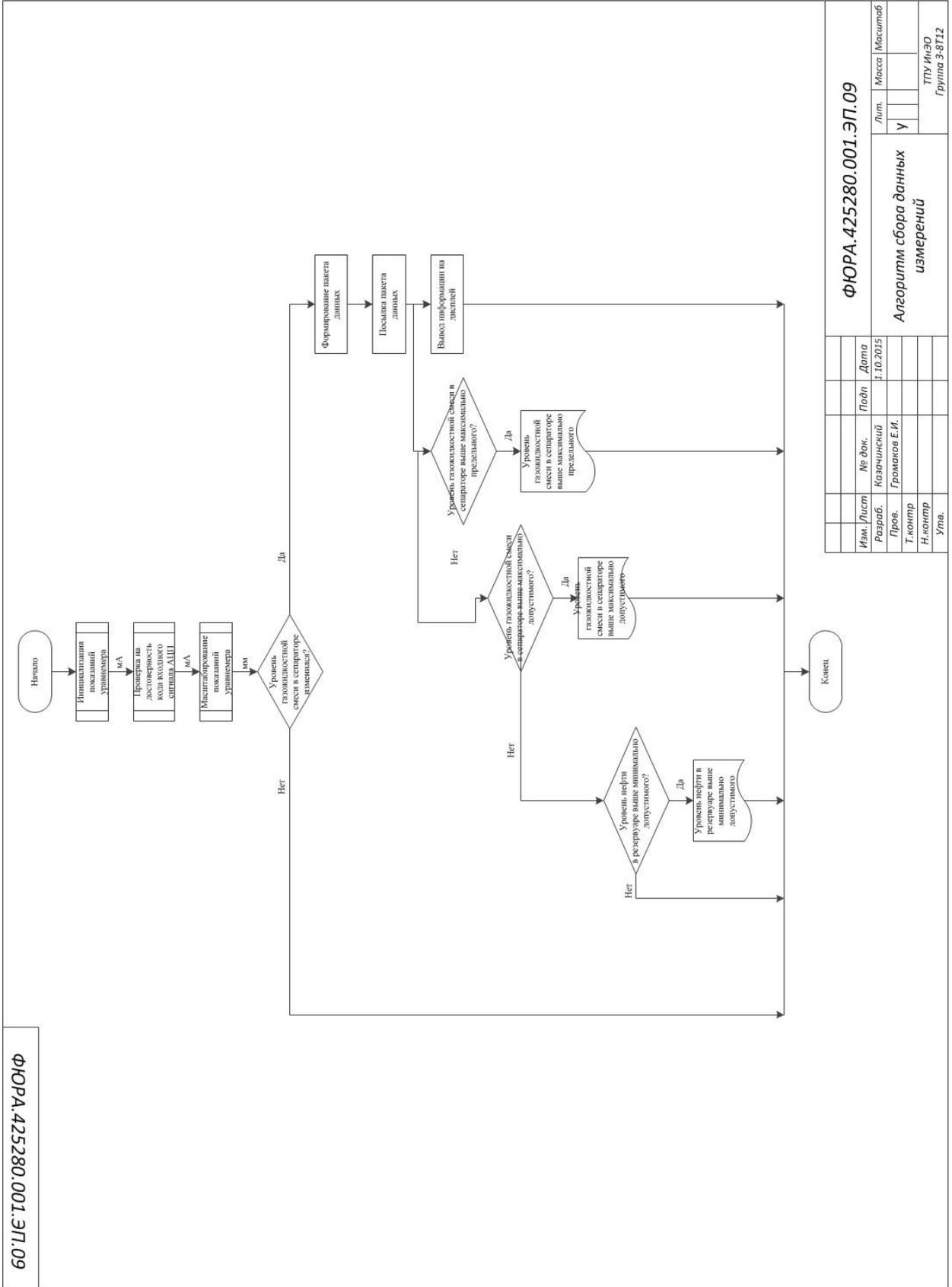
ТЛУ ИнЭО
Группа 3-8Т12

ФЮРА.425280.001.ЭП.07

Приложение II. Схема внешних проводов

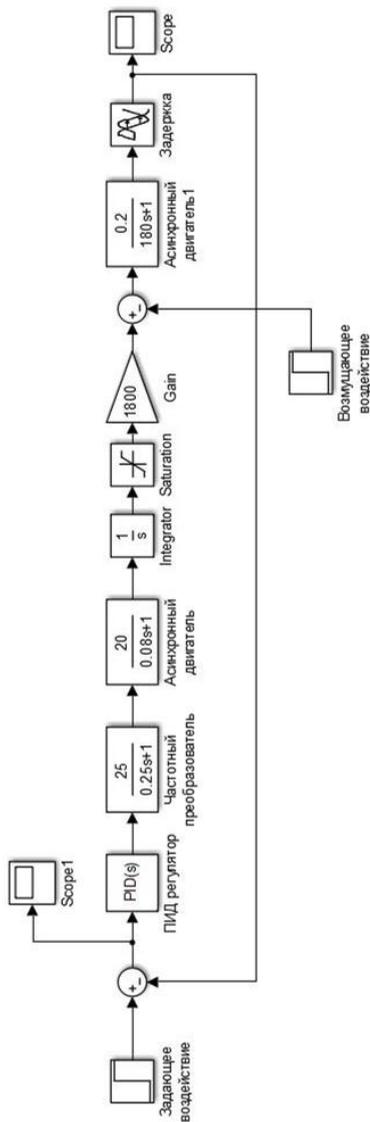


Приложение К. Алгоритм сбора данных



Приложение Л. Структурная схема автоматического регулирования

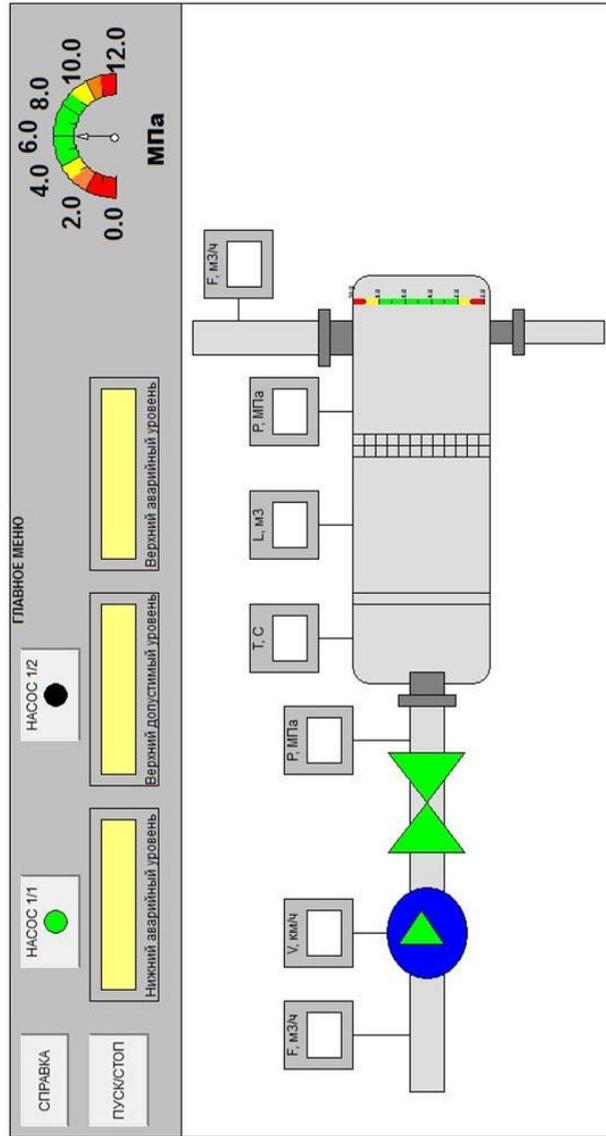
ФЮРА.425280.001.ЭП.10



ФЮРА.425280.001.ЭП.10		Изм.	Писп	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масштаб
Структурная схема автоматического регулирования		Разраб.	Казачинский	Казачинский		1.10.15	У	
		Пров.	Громов Е.И.	Громов Е.И.				
		Т.контр						
		Н.контр						
		Утв.						ТПУ ИнЭО Группа 3-8Т12

Приложение Н. Мнемосхема АС факельного сепаратора

ФЮРА.425280.001.ЭП.12



ФЮРА.425280.001.ЭП.12		Изм.	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масштаб
Разраб.	Казачинский	1.15.15				У	
Пров.	Громов Е.И.						
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							
Мнемосхема БПГ Сепаратор ФС		ТПУ ИФЗО Группа 3-8Т12					