

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы управления сепаратора факельной системы установки комплексной подготовки газа

УДК 681.586-043.61:622.767.63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т31	Дейс Екатерина Дмитриевна		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Семенов Николай Михайлович			
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	Доцент, к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



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

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

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3–8Т31	Дейс Екатерина Дмитриевна

Тема работы:

Разработка системы управления сепаратора факельной системы установки комплексной подготовки газа	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018
--	------------

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>Объектом исследования является сепаратор факельной системы установки комплексной подготовки газа.</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, выполненная в Visio 2 Перечень входных/выходных сигналов ТП 3 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio 4 Схема информационных потоков 5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab 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 Трехуровневая структура АС

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.02.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Семенов Н. М.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Дейс Екатерина Дмитриевна		

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

Инженерная школа информационных технологий и роботехники
 Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов
 и производств
 Уровень образования-бакалавр
 Отделение автоматизации и робототехники
 Уровень образования – бакалавр
 Период выполнения – весенний семестр 2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018 г.
--	---------------

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

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Пояснительная записка содержит 88 страниц машинописного текста, 10 таблиц, 13 рисунков, 1 список использованных источников из 7 наименований, 1 альбом графической документации.

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

Цель работы – разработка системы управления сепаратора факельной системы установки комплексной подготовки газа с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров ПЛК TREI-5B-05, с применением SCADA-системы Simplight.

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

Ключевые слова: блок сепарации, автоматизация, ПЛК, SCADA, АСУ ТП, КИПиА, установка комплексной подготовки нефти

Содержание	
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	10
Введение.....	12
1 Техническое задание.....	13
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП.....	13
1.2 Назначение системы.....	13
1.4 Требования к техническому обеспечению.....	15
1.5 Требования к метрологическому обеспечению.....	15
1.6 Требования к программному обеспечению.....	16
1.7 Требования к математическому обеспечению.....	17
1.8 Требования к информационному обеспечению.....	17
2. Основная часть.....	19
2.1. Описание технологического процесса.....	19
2.2. Разработка структурной схемы АС.....	20
2.3 Функциональная схема автоматизации.....	21
2.4 Разработка схемы информационных потоков БПГ.....	22
2.5 Выбор средств реализации БПГ.....	24
2.6 Разработка схемы внешних проводок.....	42
2.7 Выбор алгоритмов управления АС БС.....	43
2.8 Экранные формы АС БПГ.....	47
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	52
3.1 Анализ конкурентных технических решений.....	52
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	54
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	54
3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	55

3.3	Бюджет научно-технического исследования.....	57
3.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование.....	58
3.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	58
3.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	59
3.3.5	Накладные расходы.....	60
3.3.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	60
3.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	61
4.1.	Датчики.....	67
4.2.	Контроллер.....	70
4.3.	Обеспечение отказоустойчивости системы.....	70
4.4.	Интерфейс.....	71
	Заключение.....	73
	Список используемых источников.....	74

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

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

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

видеокадр: область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.

мнемосхема: представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ.

мнемознак: представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.

интерфейс оператора: совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой.

профиль АС: определяется как 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.

протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART и др.): набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.

технологический процесс (ТП): последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

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

OPC-сервер: программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC.

тег: метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры.

modbus: коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер».

Обозначения и сокращения

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

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

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

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

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КИПиА– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

Введение

Для повышения производительности и эффективности производства прибегают к автоматизации технологических процессов. Разработка и модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом является трудоемкой задачей.

На сегодняшний день стандартная схема установки комплексной подготовки нефти имеет достаточную степень автоматизации и обеспечивают максимальный уровень контроля технологических параметров, за исключением блока сепарации. В данной выпускной квалификационной работе предлагается замена существующих решений на новые приборы, в основном отечественные, с использованием других видов первичных преобразователей, которые имеют унифицированные сигналы и протокол HART, использование оборудования под современные операционные системы.

В настоящей выпускной квалификационной работе решается задача модернизации АС блока подготовки газа (сепарации факельной системы) установки комплексной подготовки газа.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

АСУ ТП предназначена для автоматического и автоматизированного управления технологическим оборудованием в масштабе реального времени в соответствии с регламентом безопасного ведения технологического процесса.

Основные цели создания АСУ ТП:

- оперативное получение информации о параметрах технологического процесса;
- сбор и предварительная обработка данных от датчиков технологического процесса, состояния технологического оборудования и исполнительных механизмов;
- улучшение технико-экономических показателей работы производства;
- автоматическое (по запрограммированным алгоритмам) и дистанционное (по командам с панели оператора) управление работой оборудования и технологическими группами оборудования с сохранением контроля за безопасностью процесса;

1.2 Назначение системы

Назначением системы является проектирование АСУ ТП блока сепарации установки комплексной подготовки нефти.

АСУ ТП должна обеспечивать:

- сбор и предварительная обработка данных от датчиков технологического процесса, состояния технологического оборудования и исполнительных механизмов;
- контроль данных на достоверность;
- представление оператору информации о текущем состоянии технологического процесса;
- 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);
- сигнализация о выходе значений технологических параметров за аварийные и предаварийные пределы (аварийная и предупредительная сигнализации);
- 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.
- автоматическая диагностика программно-технических средств САУ БПГ.

1.3 Требования к системе

Система должна иметь трёхуровневую иерархическую структуру:

- нижний уровень, на котором размещаются приборы КИПиА и исполнительные механизмы, включающий в себя:
 - датчики температуры;
 - датчики давления;
 - расходомер;
 - датчик уровня;
 - датчик-сигнализатор уровня;
 - кабельное и дополнительное оборудование.
- средний уровень, на котором осуществляется сбор данных с нижнего уровня, а также выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы, состоящий из интерфейсных линий связи;
- верхний уровень, на котором осуществляется сбор и обработка (в том числе масштабирование) данных с локальных контроллеров, синхронизация всех подсистем, а также формирование отчётной документации и предоставление

интерфейса непосредственного взаимодействия с оператором АСУ, включает в себя автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора.

1.4 Требования к техническому обеспечению

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

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

Датчики, которые будут использоваться в системе, должны иметь взрывозащищённое исполнение. 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 не менее IP56.

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.

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Основная относительная погрешность измерений датчиков давления, должна быть менее 1%.

Основная относительная погрешность измерений датчиков температуры, должна быть менее 0,2%.

Для узла измерения уровня нефти в резервуаре необходимо использовать радарный уровнемер, основная погрешность измерения которого должна быть

менее 0,125%.

1.6 Требования к программному обеспечению

Реализация задачи автоматизации контроля и управления конкретной технологической системой, в данном случае – БПГ (сепарации факельной системы) УКПГ, осуществляется с помощью специального программного обеспечения, исполняемого в реальном времени технологического процесса.

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

- контроль несанкционированного доступа к управлению и информации САУ БППГ;
- управление вводом/выводом данных полевого уровня, поступающих из локальной сети:

 - работа системы контроля и управления в реальном времени;
 - преобразование сигналов полевого уровня в события точек контроля системы;
 - сигнализация неисправности локальной сети и фиксация недостоверности данных;
 - обработка данных полевого уровня:

 - динамическое управление (включение/выключение) обработкой данных;
 - трансляция аппаратных значений, поступающих от контроллера, в физические значения точек контроля;
 - контроль достоверности значений точек контроля;
 - анализ уровня тревоги точек контроля;
 - регистрация:

 - динамическое управление (включение/выключение) регистрацией;
 - непрерывная регистрация последовательности событий точек контроля;
 - непрерывная регистрация тенденций изменения средних значений аналоговых данных в широких временных диапазонах;

- регистрация непредвиденных или планируемых ситуаций для последующего анализа с использованием неравномерной шкалы времени;
- регистрация истории течения технологического процесса и долговременное сохранение ее в архиве;
- графический интерфейс с пользователем:
- оперативное представление процесса на детализированных рисунках, позволяющих наблюдать и вмешиваться в протекающие процессы в реальном времени. Рисунки размещаются на экранах и окнах. Управление экранами и окнами (открытие, закрытие, работа с меню, ввод текстов, перемещение и т.д.) осуществляется с использованием сенсорной клавиатуры;
- представление тенденций изменения средних значений аналоговых данных в виде графиков;
- представление на экранах списков аварийных и предупредительных событий;
- сигнализация об отклонениях от нормального течения процесса.

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 АС должно быть представлено в виде совокупности алгоритмов и математических методов обработки информации, которые при создании и эксплуатации АС и позволяли бы реализовывать все компоненты АС средствами единого математического аппарата.

1.8 Требования к информационному обеспечению

Средства информационного обеспечения должны включать в себя:

- унифицированную систему электронных документов, которая может быть выражена в виде набора форм статистической отчетности;

- распределенную структурированную базу данных (БД), которая должна осуществлять хранение системы объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

2. Основная часть

2.1. Описание технологического процесса

Функциональная схема блока сепарации приведена в приложении А.

Факельные сепараторы используются для очистки газа от капельной жидкости (конденсата), механических примесей и жидкостных пробок, образующихся в технологическом трубопроводе.

Факельные сепараторы являются частью факельной системы, которая участвует в подготовке газа. Качество факельного сепаратора зависит от грамотного проектирования. Устройство должно обладать высокой прочностью, т.к. оно используется в работе с агрессивными и не коррозионными средами. По форме аппарат представляет собой горизонтальное цилиндрическое устройство, оснащенное сетчатыми насадками (уголковыми и вертикальными).

В факельном сепараторе движение газа обычно осуществляется благодаря тангенциальному вводу. Газ с высокой скоростью поступает внутрь сосуда аппарата, после чего капли прижимаются к периферии сосуда и под воздействием собственной тяжести опускаются вниз. Воздух (газ) по специальным каналам поднимается вверх. Жидкость, что отделилась, собирается в специально предназначенную дренажную емкость. Очищенный газ подается на факел.

Для того, чтобы материал равномерно распределялся по сечению. Аппарата, сепаратор факельный оснащается специальной угловой насадкой. В данной секции устройства также осуществляется первичное отделение газа и жидкости. Осуществление более глубокого отделения проводится в секции вторичной сепарации, которая представляет собой сетчатую насадку.

Факельный сепаратор оснащается присоединительными штуцерами для установки контрольно-измерительных приборов, люком-лазом, который предназначен для того, чтобы аппарат было удобнее обслуживать, а также дренажными каналами и штуцерами для вывода и ввода жидкости.

В качестве факельного сепаратора используется сепаратор факельный высокого давления 10С-5 с рабочим давлением до 1 МПа, температурой рабочей среды от -50°С до +50°С.

2.2. Разработка структурной схемы АС

Проводятся измерения: давления, температуры, уровня, так же необходимо проводить переключение запорной арматуры, а именно клапанов с электроприводом.

Трехуровневая структура АС построенная по трёхуровневому иерархическому принципу, в соответствии с требованиями ТЗ, приведена в приложении Б.

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

- датчики давления;
- датчики температуры;
- расходомер;
- датчик уровня;
- датчик-сигнализатор уровня;
- исполнительные механизмы.

На данном уровне должны выполняться следующие функции АС:

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

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

ПЛК должен выполнять следующие функции:

- сбор, первичная обработка и хранение информации о параметрах технологического процесса;

– автоматическое логическое управление и регулирование, а также обмен информацией с пунктами управления АРМ;

Верхний (информационно–вычислительный) уровень представляет из себя локальную сеть, которая объединяет между собой персональные компьютеры и сервер базы данных. Компьютеры диспетчера и операторов оснащены операционными системами (ОС) Windows 8 и программным обеспечением SCADA Simplight.

На верхнем уровне выполняются следующие задачи:

– сбор и обработка (в том числе масштабирование) данных с локальных контроллеров;

– синхронизация всех подсистем за счёт поддержания единого времени в системе;

– формирование технологической базы данных (БД);

– формирование отчётной документации, протоколов событий;

– предоставление интерфейса непосредственного взаимодействия с оператором АСУ.

Обобщенная структура управления АС приведена в приложении В.

2.3 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации представляет собой технический документ, в котором определена функционально–блочная структура отдельных узлов автоматического регулирования технологического процесса. На функциональной схеме в виде условных изображений показаны все системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации разрабатываемой системы. Также на ней, при помощи линий функциональной связи, отображены каналы взаимодействия между элементами систем управления.

Разработка функциональной схемы автоматизации ТП позволяет решить задачи:

- задачу получения первичной информации о состоянии ТП и оборудования;
- задачу непосредственного воздействия на ТП для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- задачу контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям, ГОСТ 21.408–13 и приведена в приложении Г. На схеме выделены каналы измерения (1,2,3,8,11,12) и каналы управления (4-5, 6-7, 9-10. Контур 4-5 и 9-10 реализуют автоматическую стабилизацию уровней в первом и втором отсеках сепаратора. Контур 6-7 реализует автоматическое поддержание давления в выходном трубопроводе газа на факел.

2.4 Разработка схемы информационных потоков БПГ.

Схема информационных потоков, которая приведена в приложении Д, включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

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

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они включают в себя данные аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании.

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является как приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. Другими словами, она выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к графическим экранам формам АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Сигналы между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet.

Ниже представлены параметры, которые передаются в локальную вычислительную сеть:

- объем поступающей газожидкостной смеси, м³/ч,
- объем газа на выходе, м³/ч,
- уровень нефти в факельном сепараторе, мм,
- температура газожидкостной смеси в факельном сепараторе, °С,
- давление в всасывающем коллекторе, МПа,
- давление в факельном сепараторе, МПа,
- скорость двигателя, м/с.

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

AAA_BBB_CCCC_DDDDD,

где

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

- DAV – давление;
- TEM – температура;
- URV – уровень;
- RAS – расход;
- UPR – управляющий сигнал;
- SKR – скорость;

2) 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;

3) 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.

4) 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 является разделителем частей идентификатора.

2.5 Выбор средств реализации БПГ

Для реализации проекта АС необходимо выбрать программно-технические средства, также проанализировать их совместимость.

Программно-технические средства АС БПГ включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

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

2.5.1 Выбор контроллерного оборудования

Для решения данной задачи было выбрано контроллерное оборудование Российского производителя TREI, контроллер TREI-5B-05 (рисунок 1). TREI является инжиниринговой компанией, которая в своей области составляет

достойную конкуренцию таким мировым лидерам, как ABB, Yokogawa, Foxboro, Siemens и ведущим российским и зарубежным фирмам.



Рисунок 1 – ПЛК TREI-5B-05

Устройства программного управления серий TREI-5B-04 и TREI-5B-05 предназначены для локальных и распределенных систем автоматического контроля и управления технологическими процессами в ответственных системах на промышленных предприятиях с нормальным и взрывоопасным производством, а также для построения систем противоаварийных блокировок и защит.

Отрасли применения контролеров очень обширны: нефтепереработка; нефтеоргсинтез; нефтеперекачивающие станции; газоперерабатывающие станции; коммерческий учет нефти; коммерческий учет газа; коммерческий учет тепла; пожарный контроль; автоматическое пожаротушение; производство химических и минеральных удобрений; микробиология и фармацевтика; производство строительных материалов; металлургия; энергетика; коммунальная энергетика; мониторинг тепловых сетей; водоснабжение и прочее

Контроллер TREI-5B-05 имеет два исполнения:

- ОБЩЕПРОМЫШЛЕННОЕ (O)
- ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОЕ (Ex)

Вид взрывозащиты – искробезопасная электрическая цепь (уровень ia).

Маркировка взрывозащищенного исполнения [Exia]IIС.

Каждый канал ввода/вывода – активный барьер взрывозащиты, с индивидуальной гальванической развязкой.

TREI-5B-05 – единственные российские контроллеры, получившие TUV сертификат на соответствие европейским нормам для применения на взрывоопасных производствах.

Конструктивное исполнение выполняется на базе унифицированных конструктивов стандарта Евромеханика 19” с высотой модулей 3U.

Особенности контроллера:

- монтаж на стандартную DIN-рейку;
- гибкая структура контроллера;
- простая интеграция в качестве модулей расширения и интеллектуальных УСО в системы на базе контроллеров TREI-5B-04;
- развитая система диагностики и сервиса;
- полная библиотека алгоритмов управления и регулирования;
- питание от +24 В;
- возможность питания от двух независимых шин (резервирование питания непосредственно в модулях);
- параллельная шина PT-BUS, позволяющая наращивать число каналов ввода/вывода для модулей M900;
- большая номенклатура интерфейсов связи в том числе: Ethernet 10/100, Bluetooth, MODBUS;
- последовательный обмен с удаленными модулями УСО, с возможностью дублирования, скорость до 2,5 Мбод;
- непосредственное подключение каналов ввода-вывода, в том числе и 220 АС;
- 100% гальваническая развязка 1500 В;
- поддержка до 6000 физических каналов ввода-вывода;
- температура окружающей среды от -60 до +60 °С-

Технические характеристики TREI-5B-05 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики TREI-5B-05

Номинальное напряжение питания	24VDC
Допустимые отклонения напряжения питания	16-28 VDC
Наработка на отказ	150 000 часов
Уровень и вид взрывозащиты (при использовании барьеров TREI-B700)	[Ex ia] IIC
Степень защиты оболочки	IP20
Количество каналов ввода/вывода	до 6000
Количество модулей ввода/вывода:	до 255
- M900 на каждую линию ST-BUSM	до 4
- W900, подключаемых к мастер-модулю по шине PT-BUS	до 3
- W900, подключаемых к интеллектуальному модулю по шине PT-BUS	
Flash- диск	
- M902E	от 32 Мб до 2 Гб
- M911E	4 Мб
- M912E	256 Мб
- M915E	128 Мб
Шина ST-BUSM	RS-485
	полный дуплекс/ полудуплекс/ полудуплекс с дублированием
Скорость обмена по шине ST-BUSM, кбит/с	2,4/ 9,6/ 19,2/ 115/
	250/ 625/ 1250/ 2500
Максимальная длина шины ST-BUSM без повторителей, м	1200
Индикация входов/выходов по каждому каналу	есть
Встроенные энергонезависимые часы реального времени (RTC)	есть
Каналы связи с внешними устройствами	RS-232, RS-485, Ethernet,
Конструктивное исполнение	монтаж на стандартную
	DIN-рейку
Электрическая прочность изоляции относительно цепей питания, В:	
- для цепей каналов ввода/вывода	до 1500
- для цепей шин ST-BUSM и RS-485, не менее	1000
Напряжение питания, В	
- номинальное	24
- допустимое отклонение	от 16 до 28
Наработка на отказ, часов, не менее	150 000
Степень защиты оболочки (по ГОСТ 14254)	IP20
Рабочий диапазон температуры окружающего воздуха, °С	
- типовой	от 0 до 60
- опционально	от -60 до 60

Модуль M941A (рисунок 2) предназначен для обмена данными по HART протоколу с приборами низовой автоматике (преобразователями информации,

датчиками, исполнительными устройствами и т.п) и для аналогового ввода тока 4-20 мА.



Рисунок 2 – Модуль M941A

Модуль M941A обеспечивает ввод сигнала 4-20 мА по 2-х проводной линии от токового датчика (активного или пассивного), а также двусторонний цифровой обмен данными по той же линии в соответствии со спецификацией HART. Модуль позволяет подключать интеллектуальные датчики и исполнительные устройства с HART протоколом в стандарте Bell-202, а также датчики, использующие токовую петлю 4-20 мА и не поддерживающие HART протокол.

Фактически, датчики с HART можно устанавливать вместо аналоговых и использовать все преимущества цифрового обмена в уже существующих аналоговых системах.

Модуль M941A позволяет производить удаленную диагностику и настройку устройств с HART протоколом. Это особенно удобно в зимний период времени, когда датчики расположены в труднодоступных местах, на больших расстояниях друг от друга, а также в условиях вредных и опасных производств.

Модуль имеет возможность подключения к одной линии нескольких HART устройств, что позволяет сократить расходы на кабельную продукцию, установку, наладку и на текущее техническое обслуживание.

Протокол HART удобен при работе с многопараметрическими приборами (например, расходомерами), т.к. позволяет получать информацию от одного HART датчика о нескольких переменных процесса (параметров) по одной паре проводов. Непрерывная самодиагностика датчиков с HART обеспечивает

высокую надежность оборудования благодаря тому, что информация о состоянии HART датчика передается в каждом сообщении.

Технические характеристики модуля приведены в таблице 2

Таблица 2 – Технические характеристики модуля M941A

Количество каналов	16
Диапазон входного сигнала, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой погрешности:	
- основной приведенной, %	±0,1
- дополнительной приведенной температурной, %/10 °С	±0,1
Адресация модуля	8 битная
Тип внешнего интерфейса	ST-BUSM
Напряжение питания модуля, В номинальное допустимое отклонение	24 от 16 до 28
Индикация	по каждому каналу
Электрическая прочность изоляции цепей ST-BUSM относительно цепей питания, В, не менее	1000
Электрическая прочность изоляции цепей каналов аналогового ввода относительно цепей питания, В, не менее	1000
Потребляемая мощность, Вт, не более	1,8
Габаритные размеры модуля, мм	188x128x61

2.5.2 Выбор устройств измерения

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

2.5.2.1 Датчики давления

Для выбора датчиков давления был проведен сравнительный анализ следующих датчиков:

- DMD 331-A-S-LX/HX;
- АИР-10SH;
- ЭЛЕМЕР-АИР-30;
- Курант ДД;

Результаты приведены в таблице 3

Таблица 3 – Сравнение датчиков давления

Критерии выбора	DMD 331-A-S-GX/AX	АИР-10SH	ЭЛЕМЕР-АИР-30	Курант ДД
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазоны пределов измерений	0–25 МПа	0–60МПа	0–60МПа	0–25 МПа
Предел допускаемой погрешности	0,075%	0,1%	0,1%	0,15%
Перестройка диапазонов измерений	1:120	1:40	1:60	-
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20 мА; 20–4 мА; 0–5 мА; 5–0 мА; 0–20 мА;
Взрывозащищенность	Ex0ExiaIICT4 / 1ExdIICT6	ExiaIICT6 X / 1ExdIICT6	ExiaIICT5X	–
Температура окружающей среды	-40 +100 °С	-40 +85	-20 +70	-30 +50 °С
Степень защиты от пыли и воды	IP 68	IP65 / IP67	IP54	IP54, IP55, IP65, IP66

Из выбранных датчиков нам не подходит «Курант ДД» т.к., он не поддерживает протокол HART. Из оставшихся трех наилучший вариант это DMD 331-A-S-GX/AX (Рисунок 3). Потому, что многофункциональный высокоточный интеллектуальный датчик избыточного/абсолютного давления DMD 331-A-S-GX/AX удовлетворяет самым строгим требованиям современной промышленности. Использование емкостного чувствительного элемента определяет устойчивость к перегрузкам и стабильность в течении длительного периода времени. Датчик отличается большим давлением перегрузки. Применение в чувствительных элементах мембран из специализированных сплавов позволяет использовать датчик для измерения давления высокоагрессивных сред. Метрологические характеристики, удобство использования и дополнительные возможности обусловлены применением современной элементной базы. Датчик обладает отличным соотношением цена/качество.

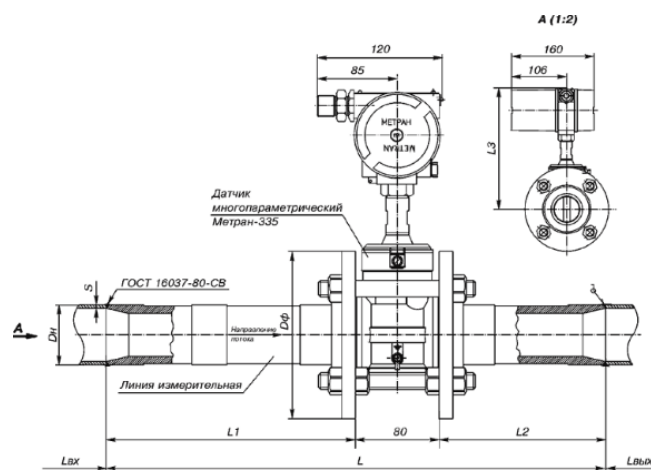


Рисунок 3 – Датчик давления DMD331-A-S-GX/AX

Преимущества и особенности датчиков давления DMD331-A-S-GX/AX

- Возможность перенастройки диапазона до 1:120
 - Основная погрешность 0.075% ДИ
 - Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры измеряемой среды: 0.04% ДИ / 10°C
 - Дополнительная погрешность, вызванная изменением напряжения питания: менее 0.005% ДИ / В
 - Самодиагностика
 - Долговременная стабильность: 0.15% ДИ / 5 лет
 - Встроенный PID-контроллер, локальное конфигурирование
 - Независимая установка нуля и диапазона, установка их локально и удаленно
 - Соответствие требованиям электромагнитной совместимости
 - Взрывозащищенное исполнение: искробезопасная электрическая цепь и взрывонепроницаемая оболочка (0ExiaIICT4 / 1ExdIICT6)
 - Поворотный корпус и дисплей, прочная виброустойчивая конструкция.
- На рисунке 4 показана схема включения датчика давления DMD331-A-S-GX/AX

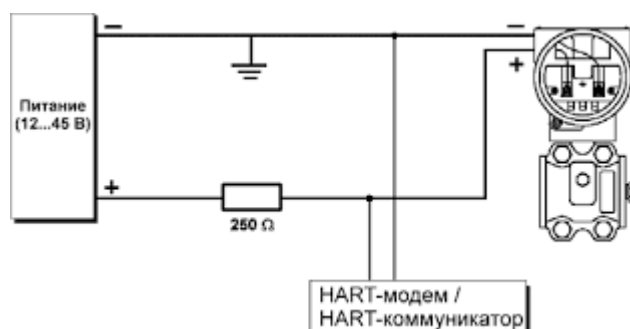


Рисунок 4 – Схема включения DMD331-A-S-GX/AX

2.5.2.2 Датчик температуры

Для измерения температуры рассмотрены следующие датчики:

- Rosemount 3144P;
- KOBOLD TWL-R-Exia;
- POCA-10;
- KOBOLD TDA.

Результаты сравнения занесены в таблицу 4.

Таблица 4 – Сравнительный анализ датчиков температуры

Критерии выбора	Rosemount 3144P	KOBOLD TWL-R-Exia	POCA-10	KOBOLD TDA
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измеряемых температур	-50...+200	-80 +600	-40 +110 °C	-50 +125
Предел допускаемой погрешности	0,1%	0,25%	0,1%	0,1%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА
Взрывозащищенность	Ex (ExiaCT6 X), Exd (1ExdIICT6)	Exd	ExiaCT6	-
Срок службы	5 лет	5 лет	5 лет	5 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP67	IP68	IP54	-

Для измерения температуры был выбран термометр сопротивления по DIN стандарту с защитой от воспламенения KOBOLD TWL-R-Exia (рисунок 5), т.к. по ТЗ удовлетворяет степени защиты, имеется протокол HART, высокий класс точности.

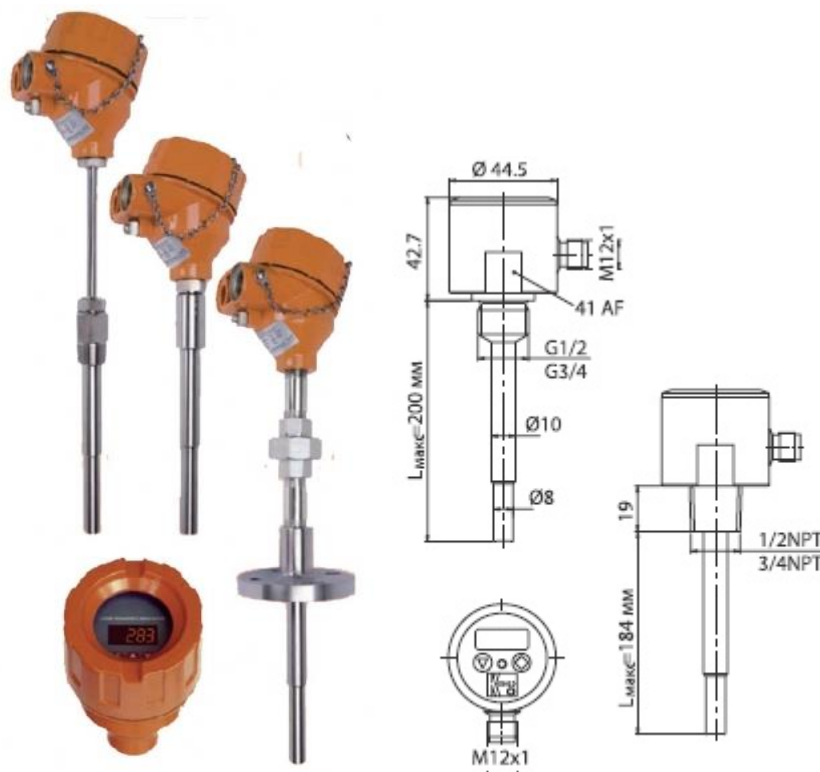


Рисунок 5 – TWL-R-Exia

Термометры сопротивления производства KOBOLD состоят из ударопрочного установочного фитинга, выполненного из нержавеющей стали и имеющего резьбовое, фланцевое или приварное присоединение, а также из соединительной головки из литого алюминия и сменного измерительного элемента. Смену измерительного элемента можно осуществлять, не выключая устройства, так как термокарман остается в устройстве и изолирует процесс. Приборы оснащены защитой от воспламенения Exd и, соответственно, могут использоваться в достаточно суровых условиях. Температурный датчик Pt.100, соответствующий стандарту IEC 751, категории A или B, соответственно, вмонтирован в измерительную вставку. По желанию клиента температурный датчик может быть изготовлен в двух-, трех- и четырехпроводном исполнении. Данные датчики могут быть исполнены и как простые, и как двойные термометры сопротивления. Исключением является четырехпроводной термометр сопротивления, который возможен только в простом исполнении ввиду нехватки места. Опционально термометры сопротивления могут быть снабжены датчиком, вмонтированным в головку термометра. В этом случае

заказчик может выбрать стандартный датчик (4-20 мА выходной сигнал) с протоколом HART", а также с протоколом PROFIBUS* или протоколом Fieldbus. Помимо термометров сопротивления, соответствующих стандарту DIN, возможно изготовление на заказ термометров с указанной заказчиком глубиной погружения, соединительной головкой, процессными соединениями, классом допуска, выполненных из выбранных заказчиком материалов

Технические характеристики KOBOLD TWL-R-Exia приведены в таблице 5.

Таблица 5 – технические характеристики KOBOLD TWL-R-Exia

Параметр	Значение
Измерительный принцип:	температурозависимый измерительный резистор
Диапазон измерения:	80...+600°C
Датчик:	Pt 100 - простой или двойной датчик (1xPt100 или 2xPt100)
Точность:	класс А или класс В (другие на заказ)
Температура среды:	окр. -40...+150 °C с керамической клеммной базой -40...+85 °C (с преобразователем)
Рабочее давление:	в завис, от термокармана
Соединительная головка:	форма В с цепью
Материалы:	
Датчик:	нерж.сталь 1.4571 (за исключением: TWL-D)
Термокарман:	нерж.сталь 1.4571 (за исключением: TWL-D) с монтажной резьбой, фланцем или приварным рукавом
Колено трубки:	нерж.сталь 1.4571 (за исключением: TWL-D)
Соединительная головка:	окрашенный алюминий
Клеммная база:	керамика (без транзиттера)
Процессное присоед:	G 1/2 внешняя резьба, G1 внешний фланец DN 25 приварной рукав 0 24 п7
Электр, присоед:	2-,3-или 4-проводной
Выход:	значение сопротивления
Защита:	соединительная головка IP 65 датчик IP 68
Одобрено АTEX:	1 GD Exia Транзиттер, вмонтированный в головку
Выход:	4-20 мА аналоговый выход
Коммуникация:	протокол HART®, протокол PROFIBUS®/ протокол Fieldbus
Мин. измер. диапазон:	стандартный транзиттер 25 °K транзиттер с протоколом HART® 10 °K Транзиттер с протоколами PROFIBUS®/Fieldbus 5 °K
Напряжение питания:	8-30 В пост.т. для стандартного транзиттера и транзиттерас протоколом HART® 9-30 В пост.т. для транзиттерас протоколами Profibus®/Fieldbus

Термометры сопротивления с датчиками, смонтированными в головку термометра, особенно эффективны, если необходимо передать непрерывный измерительный сигнал на длительное расстояние. Датчик, герметизированный эпоксидной смолой, расположен непосредственно в соединительной головке и передает 4-20 мА линейный температурный сигнал. Датчик, смонтированный в головку термометра, доступен со стандартными системами коммуникации, такими как протокол HART®, а также протоколы PROFIBUS® или Fieldbus.

Термометры сопротивления с резьбовым, фланцевым или приварным присоединением предназначены для измерения температуры жидких, твердых и газообразных сред. Водонепроницаемость данных приборов позволяет успешно использовать их в условиях избыточного давления и в вакууме. Данные приборы предназначены для применения в системах кондиционирования, охлаждения, в нагревательных системах, строительстве печей, приборостроении и машиностроении, а также во многих других отраслях промышленности. Приборы могут успешно использоваться в неблагоприятных условиях, так как они снабжены защитой от воспламенения Exd.

2.5.2.3 Выбор расходомера

В качестве расходомеров были выбраны расходомеры KOBOLD TME-R, Promass 80/83 E, МИР-01, TRICOR предназначенные для измерения расхода жидкости, газа, пара в системах автоматического, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.

В таблице 6 приведены сравнительные характеристики расходомеров.

Таблица 6 – Сравнение технических характеристик расходомеров

Техническая характеристика	KOBOLD TME-R	Promass 80/83 E	МИР-01	TRICOR
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0,5%	±0,75%	±0,5%	±0,1%
Выходной сигнал	4...20мА/ HART	4...20мА	4...20мА/HART	4...20мА/HART

Протоколы связи с компьютерной средой	HART, Modbus, FOUNDATION fieldbus	Modbus	HART, Modbus	HART, Modbus
Средняя наработка на отказ	150000 часов	150000 часов	140000 часов	140000 часов
Межповерочный интервал	4 года	4 года	4 года	4 года

Из таблицы 6 видно, что для измерения расхода будем использовать кориолисовые расходомеры TRICOR (рисунок 6).



Рисунок 6 – Кориолисовый расходомер TRICOR

Кориолисовые расходомеры серии TRICOR предназначены для измерений массового расхода различных жидкостей. Особенно хорошо расходомер подходит для измерений расхода лаков, химических жидкостей, горючих веществ, эпоксидных компонентов, а также для агрессивных и загрязненных сред.

Особенности

- Высокая точность измерений расхода: $\pm 0,1\%$
- Измерение массового расхода, а также объемного расхода, плотности и температуры
- Применяется для любых жидкостей:
 - пищевые продукты: майонез, шоколад, напитки
 - нефтепродукты: нефть, бензины, мазут, смолы

- лаки, клеи, краски, синтетические смолы
- агрессивные и загрязненные жидкости
- Хорошо промывается и стерилизуется
- Индивидуальная калибровка по 5 контрольным точкам с протоколированием
- HART-протокол (опция), Foundation Fieldbus (опция)
- Программное обеспечение дистанционного управления для Windows XP и Vista
- Рабочая среда: температура до 200 °С, давление до 100 бар (по заказу до 350 бар)
- Улучшенный пользовательский интерфейс

Расходомеры этого типа измеряют одновременно расход массы, расход объема, температуру и плотность.

Благодаря конструкции без «мертвых» зон, расходомер хорошо промывается и стерилизуется. TRICOR расходомеры не содержат подвижных частей и поэтому хорошо работают с загрязненными средами. В зависимости от задач, расходомеры могут поставляться в виде компактной версии с установленным или выносным электронным блоком с кабелем длиной до 30 м.

Для компактной версии имеется выносной дисплей (TRD 8001), который может применяться с кабелем длиной до 1000 метров.

2.5.2.4 Выбор уровнемера

Для решения данной задачи был выбран отечественный уровнемер ТИТАН-270У (рисунок 7). Уровнемер ультразвуковой ТИТАН-270У — это компактный измерительный прибор, состоящий из двух основных частей — уровнемера (блока) и модуля вывода изображения (дисплея). Электроакустический преобразователь уровнемера излучает ультразвуковые импульсы, которые распространяются в направлении к поверхности. Отраженная акустическая волна принимается преобразователем и далее

обрабатывается измерительным модулем. Здесь блок интеллектуального анализа проводит фильтрацию сигналов от помех, сопоставление очищенного принятого сигнала с картой ложных отражений (например, от мешалок, лестниц, ребер жесткости) и последующий выбор требуемого отражения (эха). Исходя из продолжительности распространения импульсов к поверхности и обратно и из измерения температуры в резервуаре, рассчитывается актуальное расстояние до поверхности уровня. В соответствии с значением уровнем устанавливается ток на выходе уровнемера от 4 до 20 мА, также передаваемый по HART-протоколу или по сети RS-485 с протоколом Modbus RTU. Измеренное значение уровня отображается на дисплее уровнемера.



Рисунок 7 – уровнемер ТИТАН-270У

Технические характеристики уровнемера ТИТАН-270У представлены в таблице 7

Таблица 7 – Технические характеристики ТИТАН-270У

Диапазон измерений уровня	0,5 – 20 м
Выходной сигнал	4...20 мА, HART-протокол RS-485 / Modbus RTU
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерений	±0,15 %
Температура окружающего воздуха	от –40 до +70 °С
Регулирование чувствительности измерения	3 степени (LOW — MEDIUM — HIGH)
Механическое соединение	резьбовое соединение G1"/фланец из алюминиевого сплава
Потребляемый ток, не более, мА	20
Средний срок службы, лет	12 лет

Степень защиты корпуса	IP67	
Маркировка взрывозащиты	0ExiaIIС(T5/T6)X, 1ExdIIС(T5/T6)X	1ExibIIС(T5/T6)X,
Масса датчика	0,3 кг	

2.5.2.5 Выбор датчика–сигнализатора уровня

Для сигнализации достижения предельного уровня газа выберем датчик-сигнализатор уровня. Рассмотрим такие сигнализаторы как: РИЗУР-900, OPTISWITCH 5300

Приведем технические характеристики выбранных датчиков-сигнализатора уровня в таблице 8.

Таблица 8 – сравнение характеристик датчиков

Технические характеристики	РИЗУР-900	OPTISWITCH 5300
Температура	-196 до +500°С	-196...+450°С
Давление контролируемой среды	давление до 6,16, 25, 35, 45МПа	1 до +160 бар

Для сигнализации уровня будем использовать отечественный датчик-сигнализатор уровня жидкости РИЗУР-900 (рисунок 8).

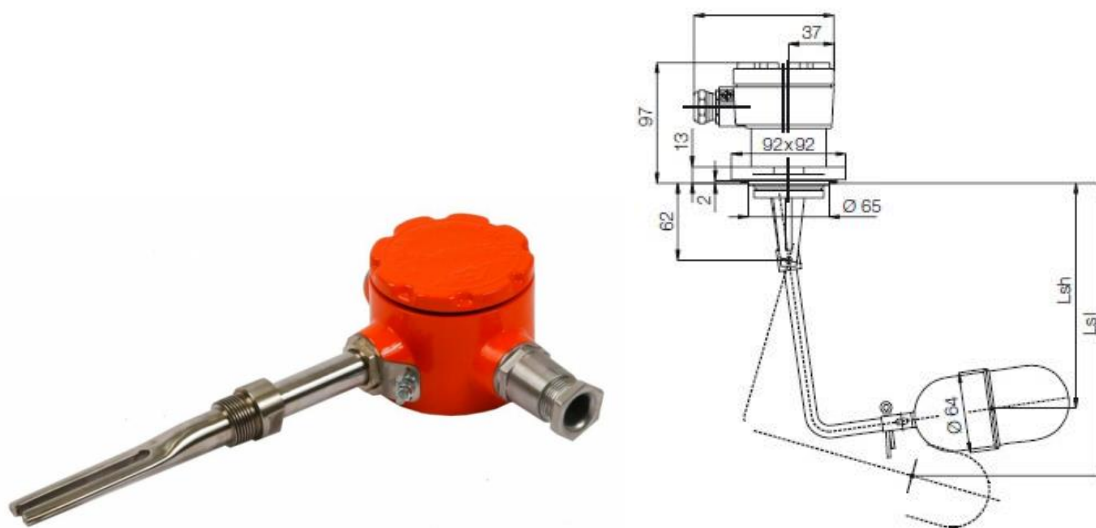


Рисунок 8 – РИЗУР-900

Сигнализатор уровня ультразвуковой РИЗУР-900 предназначен для контроля уровня жидкости в открытых или закрытых, в том числе, находящихся под давлением емкостях в технологических установках промышленных

объектов химической, нефтехимической, медицинской, пищевой и других отраслях промышленности. Также может использоваться в качестве индикатора наличия (отсутствия) жидкости в контролируемом объеме на заранее заданной высоте емкости. Контролируемые жидкости: нефть и ее легкие фракции, вода и любые другие среды, не формирующие отложения на материале чувствительного элемента и не разрушающие его.

Технические характеристики РИЗУР-900 приведены в таблице 9

Таблица 9 – Технические характеристики РИЗУР-900

Температура контролируемой среды,	-196 - +500 °С
Давление контролируемой среды	давление до 6,16, 25, 35, 45МПа
Вязкость	до 10 Пас
Количество точек срабатывания	До 8 точек
Время срабатывания	от 0,1 до 10 сек (согласовывается при заказе)
Напряжение питания, постоянный ток, В	12-32 (по заказу возможно иное)
Потребляемый ток, не более, мА	20
Средний срок службы, лет	12 лет
Выходной сигнал	4...20 мА, HART-протокол
Температура окружающей среды, °С	-60 - +75 (-70 - +75 с термочехлом)
Степень защиты корпуса	IP67
Маркировка взрывозащиты	0ExiaIIС(T5/T6)X, 1ExibIIС(T5/T6)X, 1ExdIIС(T5/T6)X или без взрывозащиты
Ориентация прибора в пространстве при монтаже на объекте	произвольная
Материал сигнализатора контактируемый с контролируемой средой	12Х18Н10Т (по заказу возможно иное)
Количество кабельных вводов	1 или 2 (определяется при заказе)

2.6.3 Выбор исполнительных механизмов

2.6.3.1 Выбор регулирующего клапана

В данном разделе необходимо выбрать устройство реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа. В качестве регулирующих клапанов были рассмотрены ЭМИ 493725, Auma Matic, RV111.

В качестве регулирующего клапана будет использоваться клапан регулирующей газовой со встроенным приводом ЭМИ 493725 (рис. 9), т.к.

Ашпа работают полностью открыт/полностью закрыт, а RV111, являются дороже.



Рисунок 9 – регулирующий клапан ЭМИ 493725

Технические характеристики данного клапана приведены в таблице 10

Таблица 10 – технические характеристики ЭМИ 493725

Основная рабочая среда ГОСТ 5542	природный газ
Тип присоединения	фланцевое
Тип конструкции	поворотно-золотниковый прямоточный
Нерегулируемый пропуск среды, не более	1%
Электромеханизм	МЭОФ-100/25-0,25 99К
Усилие на рукоятке ручного привода, Н	100-250
Полный угол поворота, град.	90°
Потребляемое напряжение	220/380 В, 50-60 Гц
Потребляемая мощность, Вт,	не более 250
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP-54
Механизм МЭОФ имеет взрывобезопасный уровень взрывозащиты, вид взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка", маркировку взрывозащиты 1ExdIIВТ4 и может применяться во взрывоопасных зонах согласно ГОСТ Р 51330.9 и ГОСТ 51330.13 и другим нормативно-техническим документам, определяющим применимость электрооборудования во взрывоопасных зонах, где возможно образование взрывоопасных смесей категории IIА и IIВ групп Т1, Т2, Т3, Т4, Т5 согласно ГОСТ Р 51330.5.	
Максимальная температура рабочей среды, °С (К)	для углеводородных газов ГОСТ 5542 - плюс 60 (333) для коксовых и доменных газов - плюс 100 (273)
Минимальная температура рабочей среды, °С (К)	для углеводородных газов ГОСТ 5542 - минус 60 (213)

Клапан устанавливается в горизонтальном положении и может управляться как автоматически и дистанционно в соответствии с командными сигналами управляющих устройств, регулирующих расход газообразного топлива, так и вручную - непосредственно с исполнительного механизма.

2.6 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении Е. Датчики температуры имеет встроенный преобразователь сигнала термосопротивления в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. У расходомера сигнал преобразуется в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Датчик давления преобразует сигнал с сенсора на базе емкостной ячейки в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА.

В качестве кабеля выбран КВВГнг. Кабель КВВГнг- представляет собой конструкцию из медных жил, заключенных в изоляцию, а также в оболочку из пластика. Электротехнический контрольный кабель КВВГ предназначен для присоединения к электроаппаратуре, электроприборам. Конструкция кабеля состоит из следующих частей: жила (мягкая медная проволока), изоляция (ПВХ пластикат), поясная изоляция (лента ПЭТФ пленки), оболочка (ПВХ пластикат пониженной горючести). Кабели КВВГнг предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660В частоты до 100Гц или постоянным напряжением до 1000В.

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

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

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

2.7 Выбор алгоритмов управления АС БС

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

- алгоритмы пуска (запуска)/ останова технологического оборудования (релейные пусковые схемы) (реализуются на ПЛК и SCADA-форме),
- релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование давления, и т. п.) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы централизованного управления АС (реализуются на ПЛК и SCADA-форме) и др.

В данной ВКР разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений,
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

2.7.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры в сепараторе. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения температуры в сепараторе представлен в приложении Ж.

2.7.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям. ПИД-регулятор используется в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

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

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

Задание по давлению сравнивается с текущим значением давления, полученным при помощи датчика давления. По рассогласованию регулятор уровня формирует задание по положению регулирующего органа. Заданное положение сравнивается с текущим, полученным от датчика положения

регулирующего органа. На основе рассогласования по положению блок управления формирует управляющий сигнал на исполнительный механизм.

Частотный преобразователь:

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

Электропривод

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

Задвижка

$$Q = k\omega$$

Трубопровод:

$$T_3 \frac{dP}{dt} + P = k_3 \cdot Q.$$

Так как частота регулируется из соотношения входного тока 4-20 мА и частоты от 0 до 300 кГц, то коэффициент передачи будет 15. Постоянная времени была взята из технической документации преобразователя. Коэффициент передачи электропривода обоснован как отношение частоты при 300 кГц и максимальной частоты вращения 600 об/мин, поэтому коэффициент принят 0,002, а постоянная времени определена из технической документации, по кривой разгона.

Подставив численные значения в выражения получаем:

ПФ частотного преобразователя:

$$W_{\text{чп}}(p) = \frac{K_{\text{чп}}}{T_{\text{чп}} \cdot p + 1} = \frac{15}{0,2 \cdot p + 1}$$

ПФ электропривода:

$$W_{\text{дв}}(p) = \frac{K_{\text{дв}}}{T_{\text{дв}} \cdot p + 1} = \frac{0,002}{0,08 \cdot p + 1}$$

ПФ трубопровода:

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

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

$$W(p) = \frac{1}{0.23 \cdot p + 1} \cdot e^{-0.61 \cdot p}$$

На рисунке 9 предоставлена структурная схема регулирования в среде Matlab.

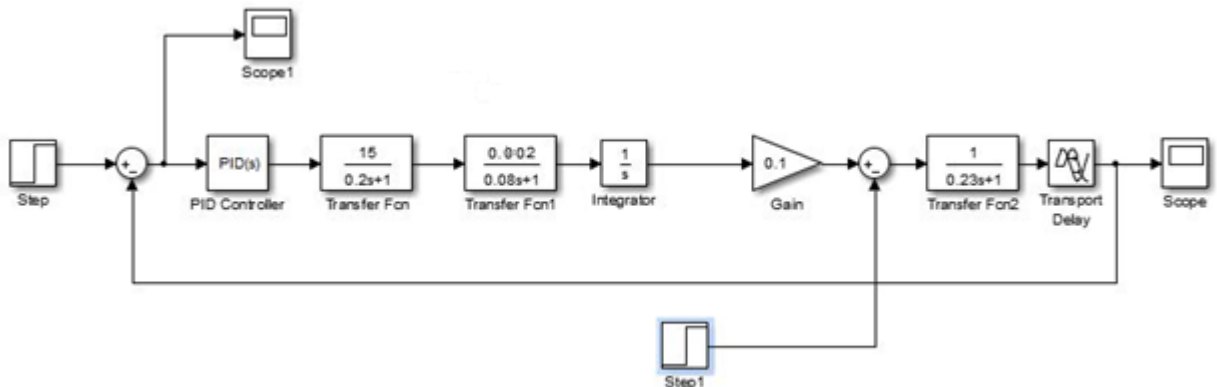


Рисунок 9 – Структурная схема регулирования

Выбор параметров ПИД регулятора осуществлялся путем использования автоматической настройки ПИД регулятора в среде Matlab для получения приемлемой характеристики переходного процесса. Приблизненные значения составляют: $K_p = 0.0057$; $K_d = 0.0055$; $K_I = 0.000087$

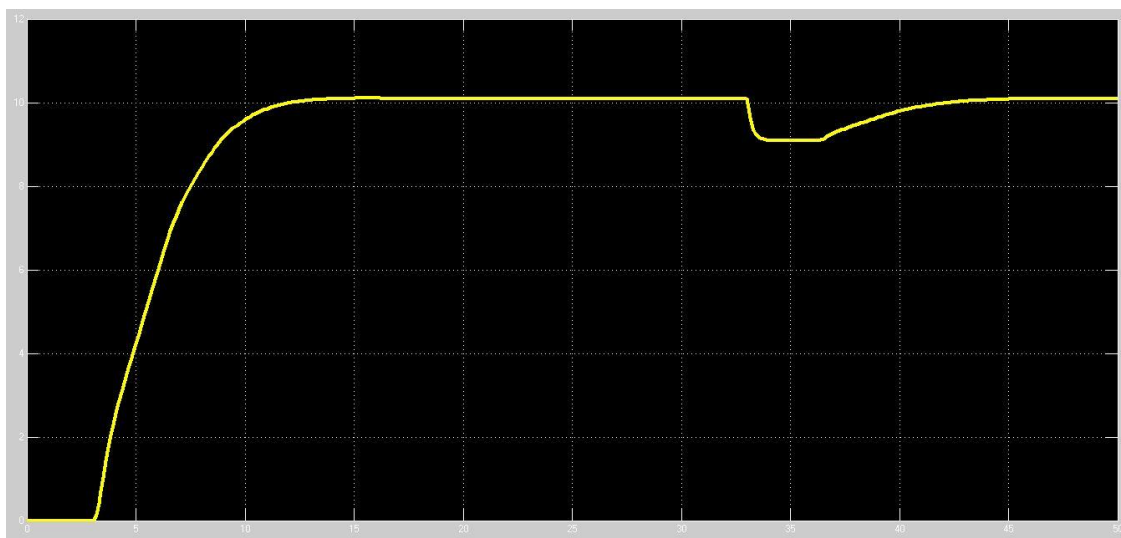


Рисунок 10 – График переходного процесса

В результате моделирования процесса получаем время переходного процесса 12 сек. Также наблюдаем поддержание заданного значения расхода при возникновении возмущения, в виде включения контрольной линии для режима поверки метрологических характеристик.

2.8 Экранные формы АС БПГ

Управление в АС блока сепарации реализовано с использованием SCADA-системы Simplight. Она предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в надежности, стоимости и безопасности, также обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

2.8.1 Разработка дерева экранных форм

Пользователь (диспетчер по обслуживанию, старший диспетчер, руководитель) имеет возможность осуществлять навигацию экранных форм с использованием кнопок прямого вызова. При старте проекта появляется экран авторизации пользователя, в котором предлагается ввести логин и пароль. После ввода логина и пароля, если же они оказываются верными, появляется мнемосхема основных ФС: Факельный сепаратор, входная насосная станция и каналы регулирования давления. Кроме того, с мнемосхемы основных объектов пользователь имеет прямой доступ к карте нормативных параметров факельного сепаратора.

2.8.2 Разработка экранных форм АС БС

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

В главном меню расположены индикаторы и кнопки, выполняющие различные функции:

- кнопка «СПРАВКА» – вызов меню «Справка»;
- кнопки-индикаторы «Н-1/1», «Н-1/2», – отображение состояния насосных агрегатов и вызов мнемосхем насосных агрегатов;
- индикаторы "Нижний/верхний допустимый/аварийный уровень" – индикаторы уровня.

Вид главного меню представлен на рисунке 11.

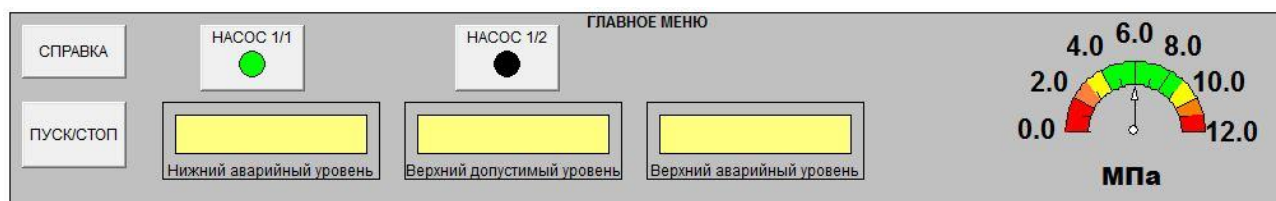


Рисунок 11 – Вид главного меню

2.8.3 Область видеокadra

Видеокадры 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 (уставок и др.).

В области видеокадра АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- факельный сепаратор (Приложение 3);
- входной насос;

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

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

2.8.4 Мнемознаки

На рисунке 12 представлен мнемознак аналогового параметра:

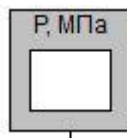


Рисунок 12 – Мнемознак

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 13:

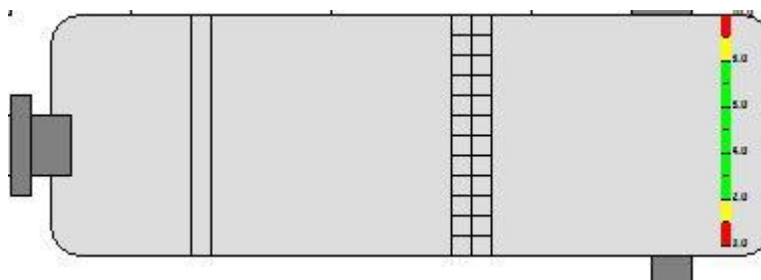


Рисунок 13 – Мнемознак факельный сепаратор

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, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т31	Дейс Екатерина Дмитриевна

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Дейс Екатерина Дмитриевна		

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

В ВКР разрабатывается автоматизированная система управления сепаратором факельной системы установки комплексной подготовки газа. Данная разработка предназначена для внедрения «ТомскТрансГаз». С этой целью необходимо рассмотреть ее ресурсоэффективность и перспективность научной разработки.

3.1 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 10). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 11 – 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	0,08	5	2	4	0,4	0,16	0,32
Удобство в эксплуатации	0,06	4	2	4	0,24	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Надежность	0,12	5	2	4	0,6	0,24	0,48
Уровень шума	0,02	2	2	2	0,04	0,04	0,04
Безопасность	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
Функциональная мощность	0,03	1	2	1	0,03	0,06	0,03

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

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

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

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках научного исследования;
- 2) определение участников каждой работы;
- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, студенты, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Код	Событие	Должность исполнителей
1	Постановка задачи	Руководитель
2	Составление технического задания	Руководитель
3	Подбор и изучение литературы	Студент
4	Разработка проекта	Руководитель Студент
5	Формирование информационной базы	Руководитель Студент
6	Набор методического пособия	Студент
7	Проверка	Руководитель Студент
8	Анализ результатов	Руководитель Студент
9	Апробация инструментального средства	Студент
10	Оформление отчетной документации о проделанной работе	Студент
11	Составление пояснительной записки	Студент
12	Сдача готового проекта	Студент

3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВЫД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВЫД}} = 52$);

$T_{\text{ПР}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПР}} = 12$).

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 52 - 12} = 1,213$$

В таблице 13 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 13 – Временные показатели проведения работ

Название работы	Исполнители	Продолжительность работ				
		Tmin, чел. дн.	Tmax, чел. дн.	Tож, чел. дн.	Tr, раб.дн .	Tkd, кал. дн.
Постановка задачи	Руководитель	1	2	1,4	1,4	2
Составление тех. задания	Руководитель	2	3	2,4	2,4	4
Подбор и изучение литературы	Студент	7	8	7,4	7,4	11
Разработка проекта	Руководитель Студент	30	38	33,2	16,6	24
Формирование информ. базы	Руководитель Студент	42	45	43,2	21,6	32
Набор метод. пособия	Студент	10	11	10,4	10,4	15
Проверка	Руководитель Студент	2	3	2,4	2,4	4
Анализ результатов	Руководитель Студент	2	3	2,4	2,4	4
Апробация инструментального средства	Студент	3	6	4,2	4,2	6
Оформление отчетной док-ции	Студент	6	7	6,4	6,4	9

о проделанной работе						
Составление пояснительной записки	Студент	4	5	4,4	4,4	6
Сдача готового проекта	Студент	1	2	1,4	1,4	2
Итого:	Руководитель				46,8	70
	Студент				77,2	113

На основе таблицы 13 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. На рисунке 14 приведен календарный план-график за период времени дипломирования.

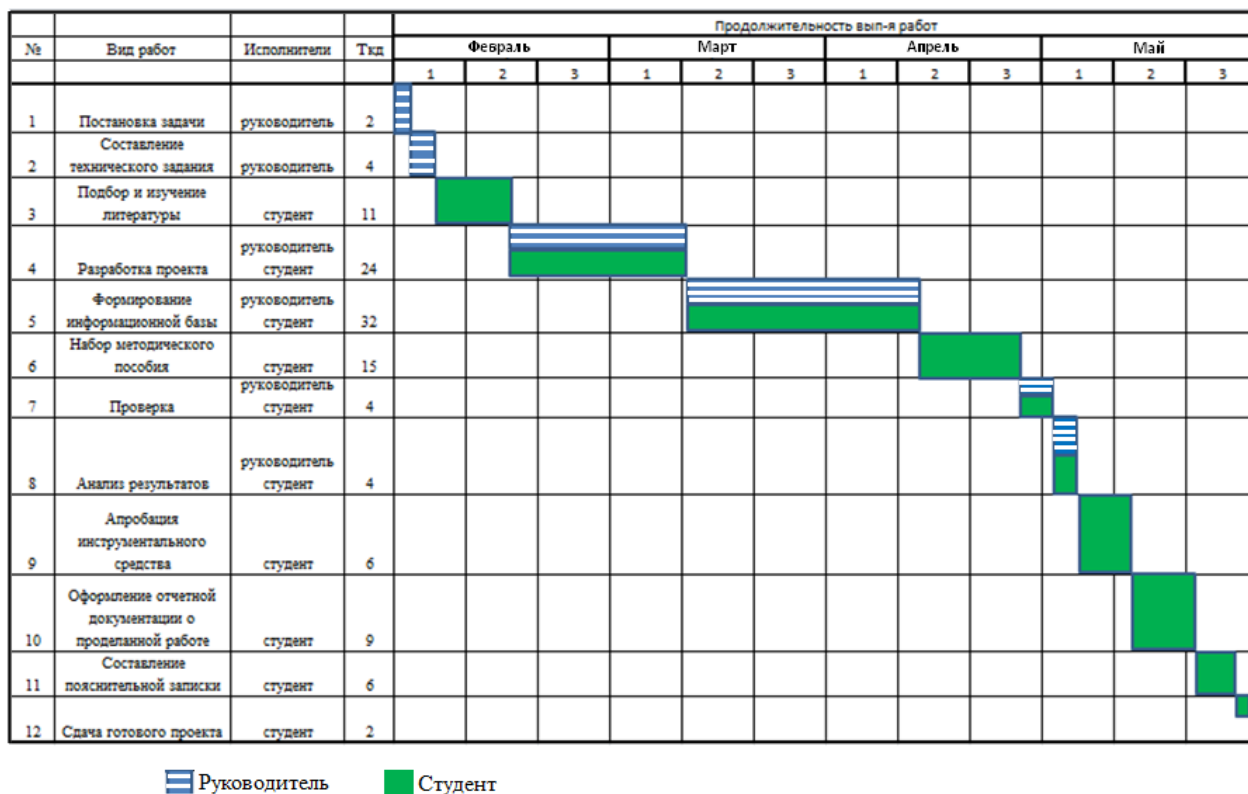


Рисунок 14 – Календарный план график проведения НИОКР

3.3 Бюджет научно-технического исследования

3.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 14 приведены материальные затраты. В расчете

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

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб
Контроллер TREI-5B-05	шт.	1	135 000	168750
Расходомер TRICOR	шт.	2	117 000	269100
Датчик давления DMD 331-A-S	шт.	4	64 200	295320
Термопреобразователь KOBOLD TWL	шт.	2	57 900	133170
Уровнемер Титан-270У	шт.	2	54 000	135000
Сигнализатор уровня РИЗУР-900	шт.	2	20 000	50000
Клапан с электроприводом ЭМИ 493725	шт.	2	179 000	447500
Итого:				765670

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Allen Bradley. В таблице 15 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц, шт.	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость, руб.
Simplight Scada	1	14200	14200
Итого:			14200

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

Где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

В ВКР средняя заработная плата рассчитана согласно окладам ТПУ.

Руководитель – 24960 руб.

Студент – 9489 руб.

Таблица 16 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата, руб.	Районный коэффициент, %	Месячный должностной оклад работника, руб.	Среднедневная заработная плата, руб.	Продолжительность раб., руб.	Заработная плата основная, руб.
Руководитель	24960	30	32448	1471,33	46,8	68858,07
Студент	9489	30	12335,7	559,35	77,2	43181,94
Итого:						112040,01

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Отчисления во вне бюджетные фонды приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	68858,07
Инженер	43181,94
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,00
Итого:	33612,00

3.3.5 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$Z_{\text{накл}} = (765670 + 14200 + 112040,01 + 33612) \cdot 0,15 = 138828,3 \text{ руб}$$

где 0,15 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	765670
2. Затраты на специальное оборудование	14200

3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	112040,01
4. Отчисления во внебюджетные фонды	33612,00
5. Накладные расходы	138828,30
6. Бюджет затрат НИИ	1064350,31

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

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется:

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

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное

удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Так как разработка имеет одно исполнение, то

$$\frac{p}{\text{финр}} = \frac{\Phi_p}{\Phi_{\max}} = \frac{1064350,31}{1250000} = 0,85;$$

В работе рассмотрены аналоги:

Аналог 1 – существующая система АСУ ТП, спроектированная компанией ООО «ТомскНИПИнефть». Система АСУ ТП разработана на базе контролера Siemens S7-400H и датчиков Rosemount;

Аналог 2 – спроектированная система АСУ ТП компанией ЭЛЕСИ. Система АСУ ТП разработана на базе контроллеров Schneider Electric Modicon M238 и датчиков Yokogawa.

Смета бюджетов для рассмотренных аналогов в таблице 19.

Таблица 19 – Смета бюджетов рассмотренных аналогов

	Проектируемая АСУ ТП	Аналог 1	Аналог 2
Бюджет затрат	1031868,99	1250000	1230000

Для аналогов соответственно:

$$I_{\text{фина1}}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{\max}} = \frac{1250000}{1250000} = 1; I_{\text{фина1}}^{a2} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{\max}} = \frac{1230000}{1250000} = 0,98;$$

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

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

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности представлен ниже.

Таблица 20–Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Повышение роста производительности труда пользователя	0,3	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации	0,2	5	4	5
3. Надёжность	0,2	4	2	2
4. Экономичность	0,2	5	4	4
5. Помехоустойчивость	0,1	4	5	5
ИТОГО	1	4,7	3,7	3,6

$$I_{\text{тп}} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 = 4,7;$$

$$\text{Аналог 1} = 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 = 3,7;$$

$$\text{Аналог 2} = 3 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 = 3,6.$$

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

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

В результате:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{финр}}^p} = \frac{4,7}{0,85} = 5,53; I_{\text{фина1}}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\text{фина1}}^{a1}} = \frac{3,7}{1} = 3,7; I_{\text{фина2}}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_{\text{фина2}}^{a2}} = \frac{3,6}{0,98} = 3,67.$$

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

Сравнительная эффективность проекта:

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

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,85	1	0,98
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,7	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	5,3	3,7	3,67
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	–	1,43	1,44

Таким образом, основываясь на определении ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования, проведя необходимый сравнительный анализ, можно сделать вывод о превосходстве выполненной разработки над аналогами.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т31	Дейс Екатерина Дмитриевна

Школа	ИШИТР	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Датчики</i>	<i>Датчики выбраны для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями. Также в системе подобраны интеллектуальные датчики с самодиагностикой.</i>
<i>2. Контроллер</i>	<i>Вид взрывозащиты – искробезопасная электрическая цепь (уровень ia). Каждый канал ввода/вывода – активный барьер взрывозащиты, с индивидуальной гальванической развязкой.</i>
<i>3. Обеспечение отказоустойчивости системы</i>	<i>Работоспособность контроллера подтверждается сигналом “Работа”, который передается на вход сторожевого таймер. Контроль работоспособности блоков связи с объектом осуществляет блок управления устройства ИСР1. Также для защиты данных от ошибок помимо самодиагностики датчиков проходит проверка контрольной суммы (хэшсуммы).</i>
<i>4. Интерфейс</i>	<i>Данный интерфейс прост для оператора. Не дает возможности изменять или менять информацию показаний с датчиков.</i>

Перечень графического материала:

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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Дейс Екатерина Дмитриевна		

4. Социальная ответственность

Введение

В ВКР рассматривается автоматизация системы управления технологическим процессом факельным сепаратором УКПГ. 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 автоматизация системы управления технологическим процессом факельным сепаратором установки комплексной подготовки газа. 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.

4.1. Датчики

В ходе технологического процесса в соответствии с ТЗ предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА и обменом данными в соответствии со спецификацией HART, при этом подбор необходимо вести для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями. Также в системе подобраны интеллектуальные датчики с самодиагностикой. В которых предусмотрен алгоритм защиты искажения данных, а также выводе информации о коротких замыканиях и обрывах линии.

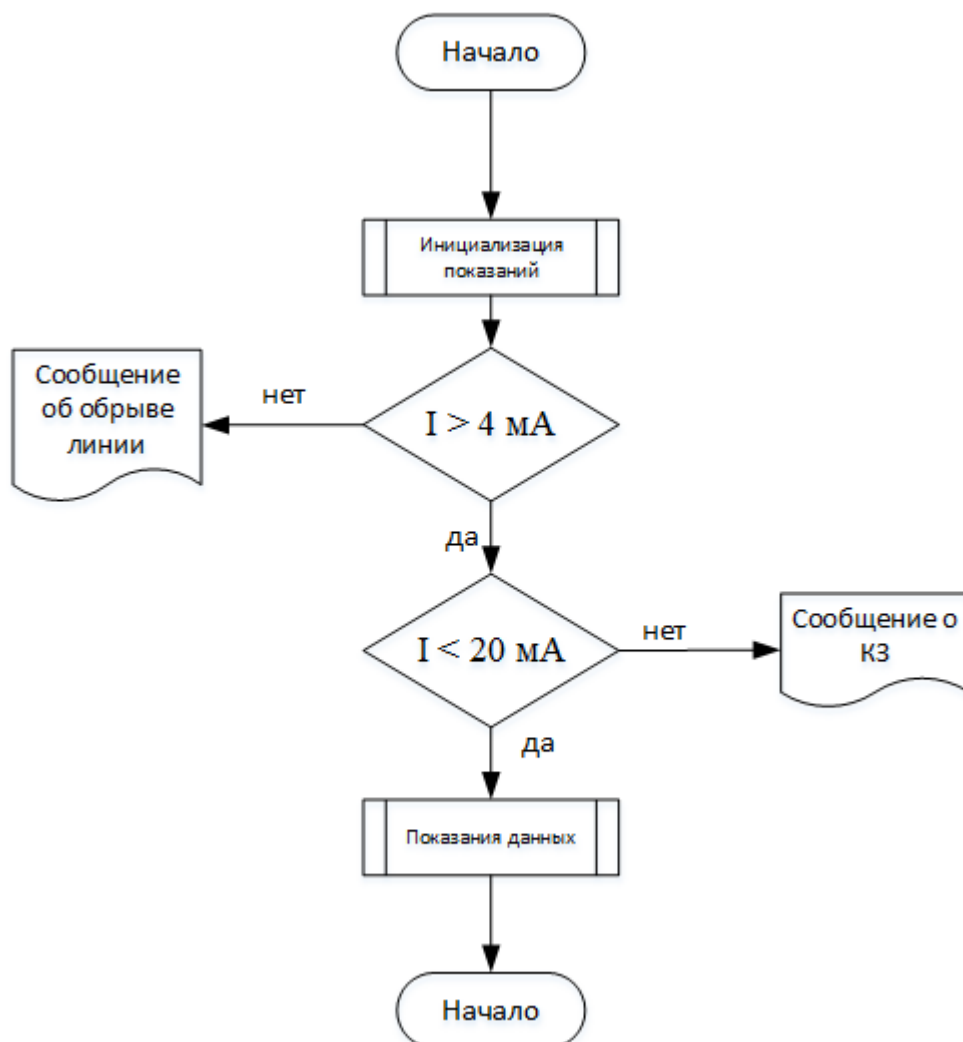


Рисунок 15 – Блок схема проверок на обрыв и короткое замыкание

В случае обрыва линии или коротком замыкании в системе у оператора выходят сообщения об ошибках, данные недостоверны. В этом случае

включаются резервные датчики, если же общая линия повреждена, что и резервные датчики выдают ошибки, то включается световое и звуковое оповещение «Авария», оператор должен дать указание дежурному слесарю КИПиА проверить оборудование по месту. Система автоматически переходит в режим аварийного останова.

Датчик давления

Выбран высокоточный интеллектуальный датчик избыточного/абсолютного давления DMD 331-A-S-GX/AX. Применение в чувствительных элементах мембран из специализированных сплавов позволяет использовать датчик для измерения давления высокоагрессивных сред.

- Соответствие требованиям электромагнитной совместимости
 - Взрывозащищенное исполнение: искробезопасная электрическая цепь и взрывонепроницаемая оболочка (0ExiaIICT4 / 1ExdIICT6)
 - Поворотный корпус и дисплей, прочная виброустойчивая конструкция.
- Время наработки на отказ 100 000 часов.

Датчик температуры

Для измерения температуры был выбран термометр сопротивления по DIN стандарту с защитой от воспламенения KOBOLD TWL-R-Exia, т.к. по ТЗ удовлетворяет степени защиты, имеется протокол HART, высокий класс точности.

Термометры сопротивления производства KOBOLD состоят из ударопрочного установочного фитинга, выполненного из нержавеющей стали и имеющего резьбовое, фланцевое или приварное присоединение, а также из соединительной головки из литого алюминия и сменного измерительного элемента. Смену измерительного элемента можно осуществлять, не выключая устройства, так как термокарман остается в устройстве и изолирует процесс. Приборы оснащены защитой от воспламенения Exd и, соответственно, могут использоваться в достаточно суровых условиях.

Время наработки на отказ составляет 100 000 часов.

Расходомер

Для измерения расхода будем использовать кориолисовые расходомеры TRICOR.

Особенности

- Высокая точность измерений расхода: $\pm 0,1\%$
- Измерение массового расхода, а также объемного расхода,

плотности и температуры

- Применяется для любых жидкостей:
 - пищевые продукты: майонез, шоколад, напитки
 - нефтепродукты: нефть, бензины, мазут, смолы
 - лаки, клеи, краски, синтетические смолы
 - агрессивные и загрязненные жидкости
- Хорошо промывается и стерилизуется
- Индивидуальная калибровка по 5 контрольным точкам с

протоколированием

- HART-протокол (опция), Foundation Fieldbus (опция)
- Программное обеспечение дистанционного управления для

Windows XP и Vista

- Рабочая среда: температура до 200 °С, давление до 100 бар (по

заказу до 350 бар)

Уровнемер

Уровнемер ультразвуковой ТИТАН-270У — это компактный измерительный прибор, состоящий из двух основных частей – уровнемера (блока) и модуля вывода изображения (дисплея).

В соответствии с значением уровнем устанавливается ток на выходе уровнемера от 4 до 20 мА, также передаваемый по HART-протоколу или по сети RS-485 с протоколом Modbus RTU.

Время наработки на отказ составляет 120 000 ч.

Также в системе подобраны интеллектуальные датчики с самодиагностикой. В которых предусмотрен алгоритм защиты искажения данных, а также выводе информации о коротких замыканиях и обрывах линии.

4.2. Контроллер

Для решения данной задачи было выбрано контроллерное оборудование Российского производителя TREI, контроллер TREI-5B-05.

Контроллер TREI-5B-05 имеет два исполнения:

- ОБЩЕПРОМЫШЛЕННОЕ (O)
- ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОЕ (Ex)

Вид взрывозащиты – искробезопасная электрическая цепь (уровень ia).

Маркировка взрывозащищенного исполнения [Exia]IIС.

Каждый канал ввода/вывода – активный барьер взрывозащиты, с индивидуальной гальванической развязкой.

TREI-5B-05 – единственные российские контроллеры, получившие TUV сертификат на соответствие европейским нормам для применения на взрывоопасных производствах.

4.3. Обеспечение отказоустойчивости системы

Работоспособность контроллера подтверждается сигналом “Работа”, который передается на вход сторожевого таймер. В случае выхода из строя контроллера UCP1 (“зависания”), сигнал “Работа” переходит в статический режим, в этой ситуации сторожевой таймер формирует команду на включение блока экстренного останова.

Контроль работоспособности блоков связи с объектом осуществляет блок управления устройства UCP1. Критерием исправности блока связи является наличие связи с ним по каналу PROFIBUS-DP и отсутствие сообщений об ошибках, в принятых от него, диагностических сообщениях. Сообщения об отказах передаются оператору, который принимает решение о возможности продолжения работы или останове блока сепарации.

Если решение от оператора не поступает в течение 10 минут, система

формирует команду на включение блока экстренного останова.

Также для защиты данных от ошибок помимо самодиагностики датчиков проходит проверка контрольной суммы (хэшсуммы).

Хеш-сумма (контрольная сумма) – это массив байт фиксированный длинный полученный при помощи специальных хеш-функций, являющийся уникальным для входящих данных. Как правило, хеш-суммы возвращаются в шестнадцатеричном виде, где каждые два символа представляют собой один байт данных.

Хеш-суммы удобно использовать для проверки целостности и/или достоверности данных, т.к. если данные будут отличаться от своего первоначального вида, то хеш-сумма также будет отличаться.

В системе используется алгоритм MD5. Алгоритм генерирует 128-битный ключ, что составляет 16 байт данных.

Также для повышения надежности необходимо зарезервировать датчики.

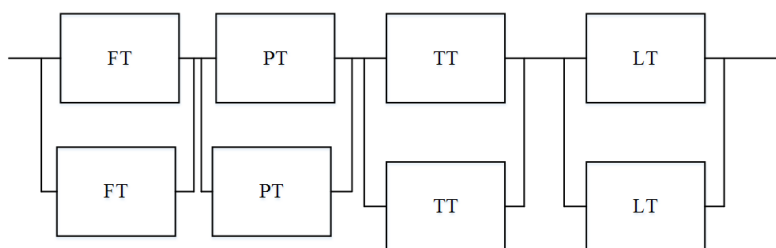


Рисунок 16 – Резервирование датчиков

4.4. Интерфейс

На рисунке 17 приведена часть мнемосхемы, выполненная в SimpLight Scada.

Данный интерфейс прост для оператора. Не дает возможности изменять или менять информацию показаний с датчиков. Доступ у оператора лишь на просмотр данных, также есть возможность пуска/останова системы. Включение/отключение насоса.

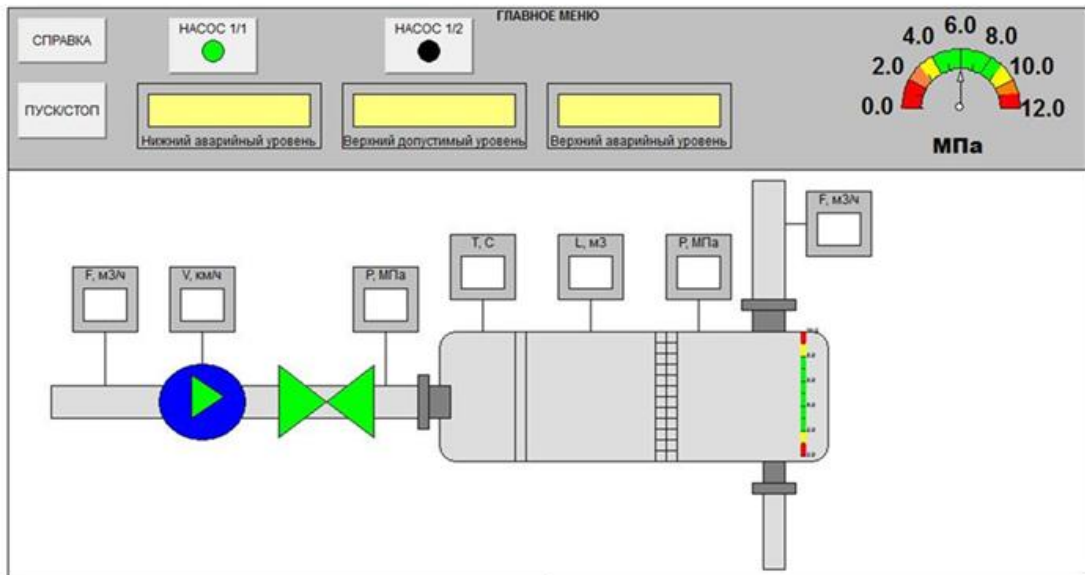


Рисунок 17 – Мнемосхема

Заключение

В рамках данной выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система управления сепаратора факельной системы установки комплексной подготовки газа. Был изучен технологический процесс комплексной подготовки газа, разработали структурную схему и функциональную схему автоматизации блока сепарации газа, определили состав необходимого для реализации АС оборудования. Был исследован рынок российских промышленных датчиков. На базе ПЛК от российского производителя TREI спроектирована система автоматизации блока сепарации. Так же была разработана схема внешних проводок, были разработаны дерево экранных форм, мнемосхемы.

Также при разработке проекта, было предложено технико-экономическое обоснование проекта. Был произведен анализ конкурентоспособности, рассчитали бюджет НИР.

В разделе социальная ответственность была рассмотрена надежность системы, обеспечение безотказности системы.

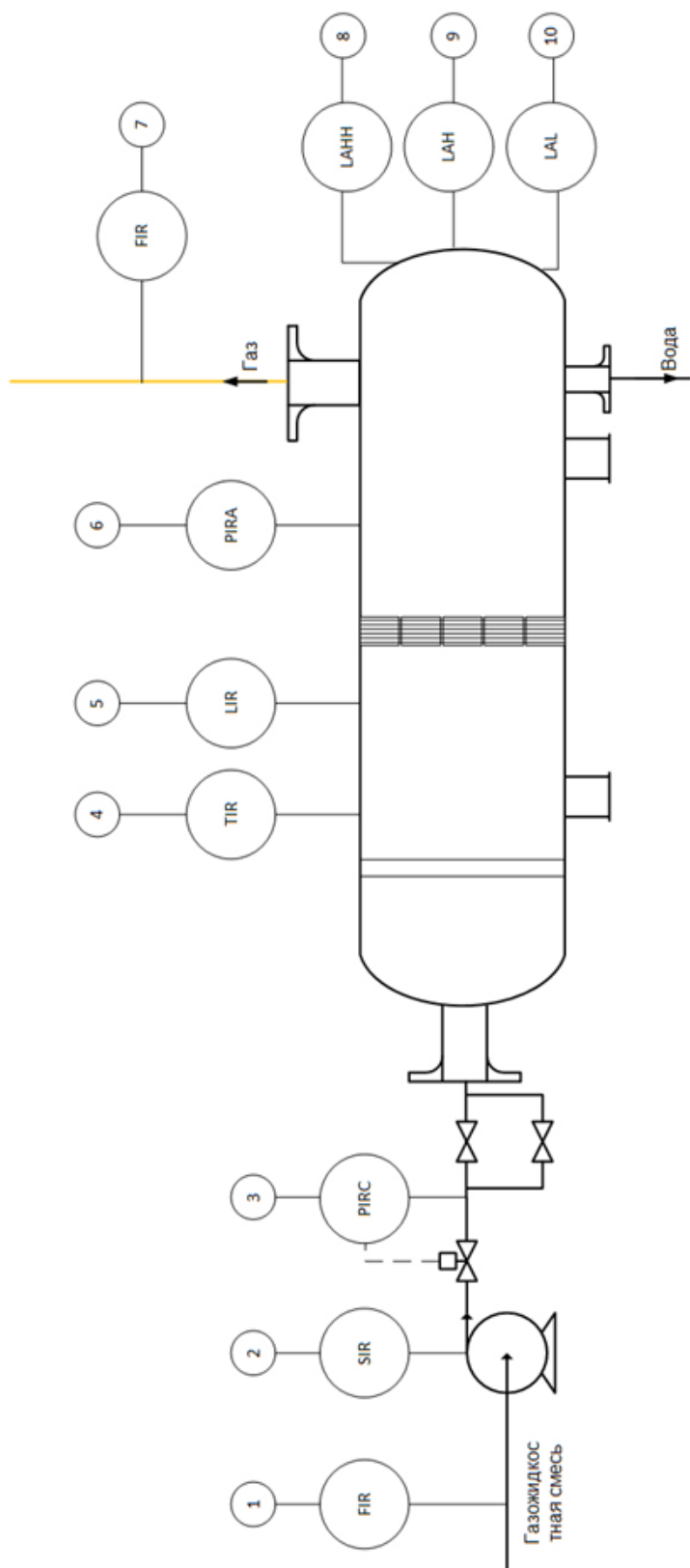
Таким образом, спроектированная САУ блока подготовки газа не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями.

Список используемых источников

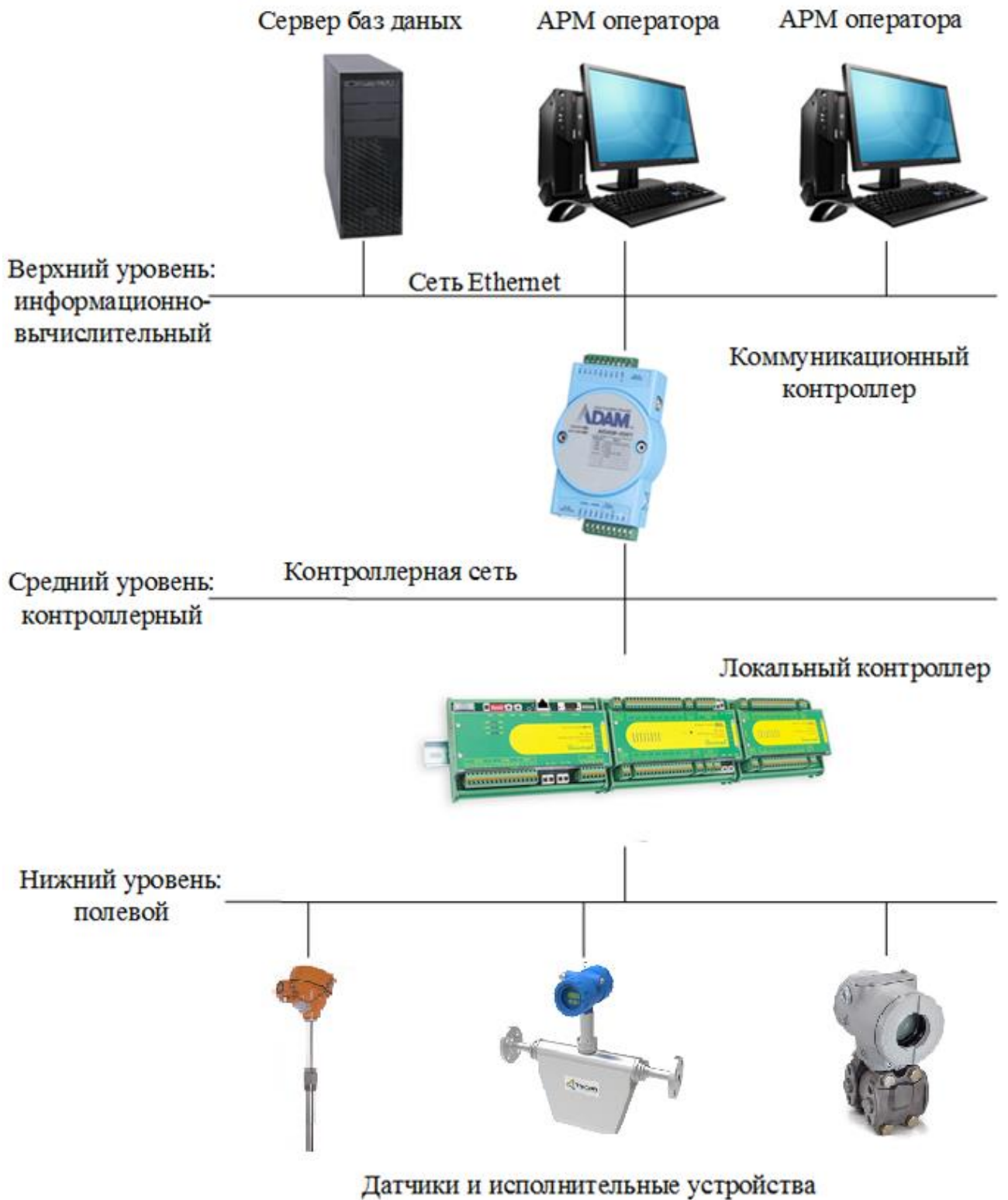
1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических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

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

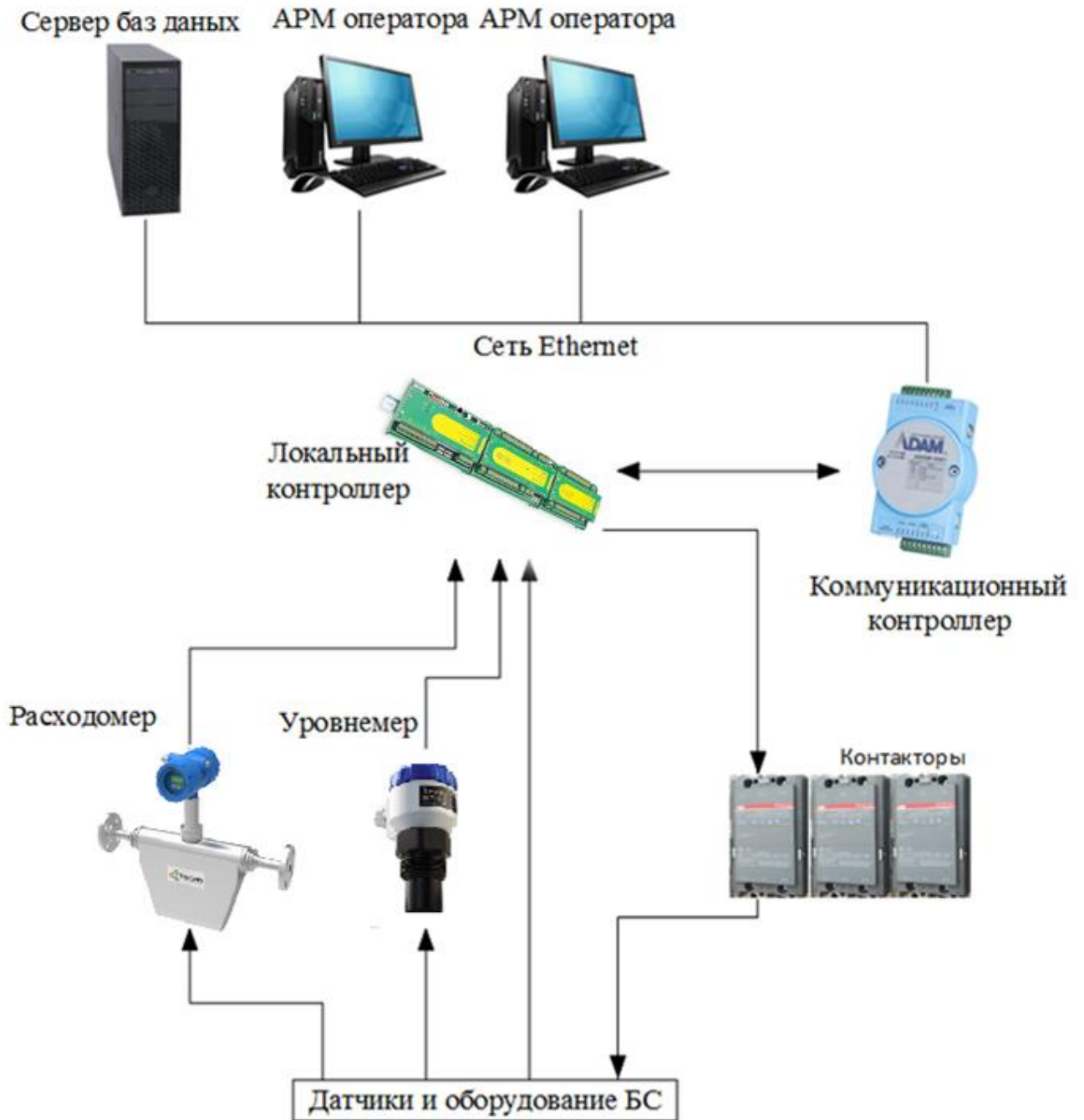
Приложение А



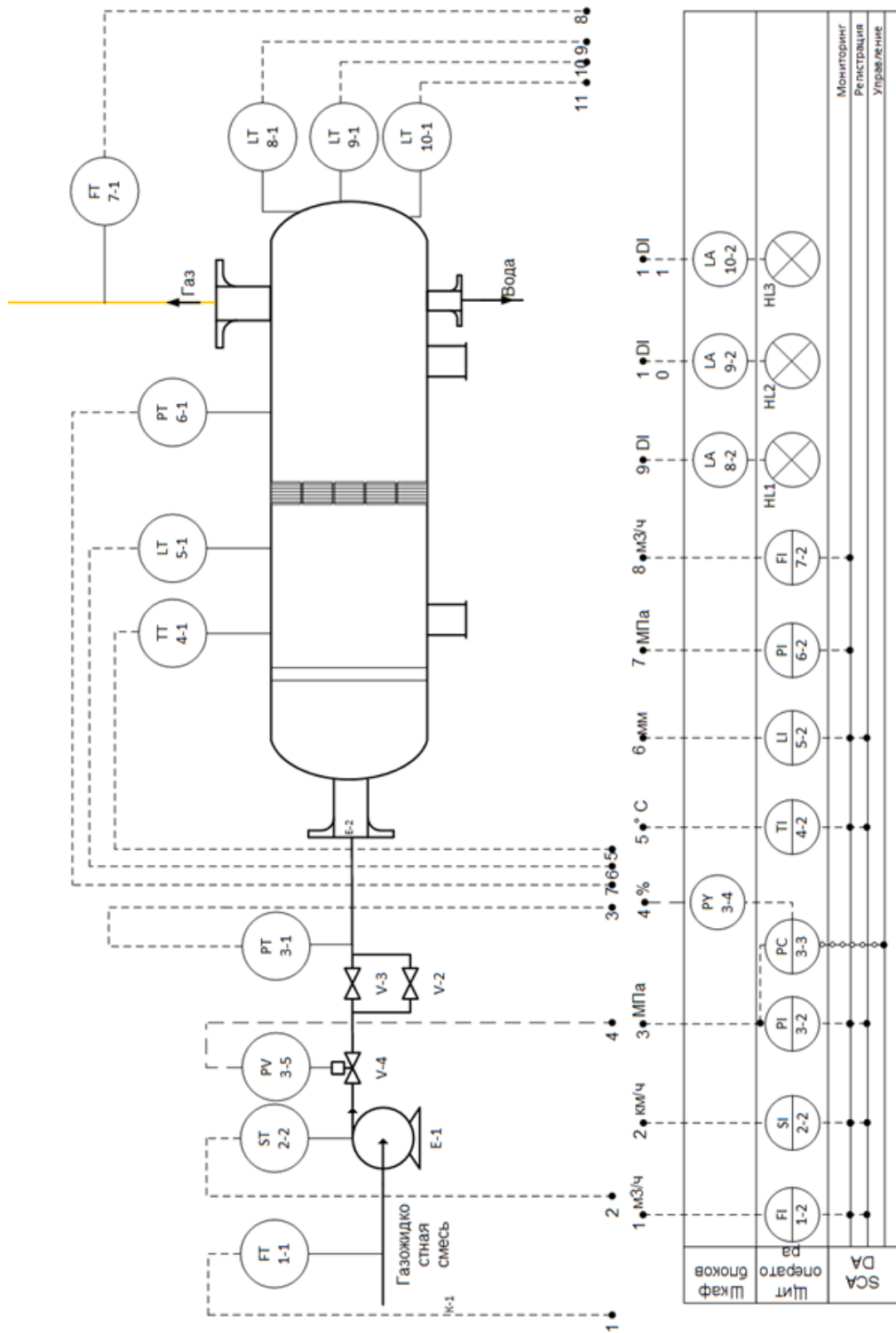
Приложение Б



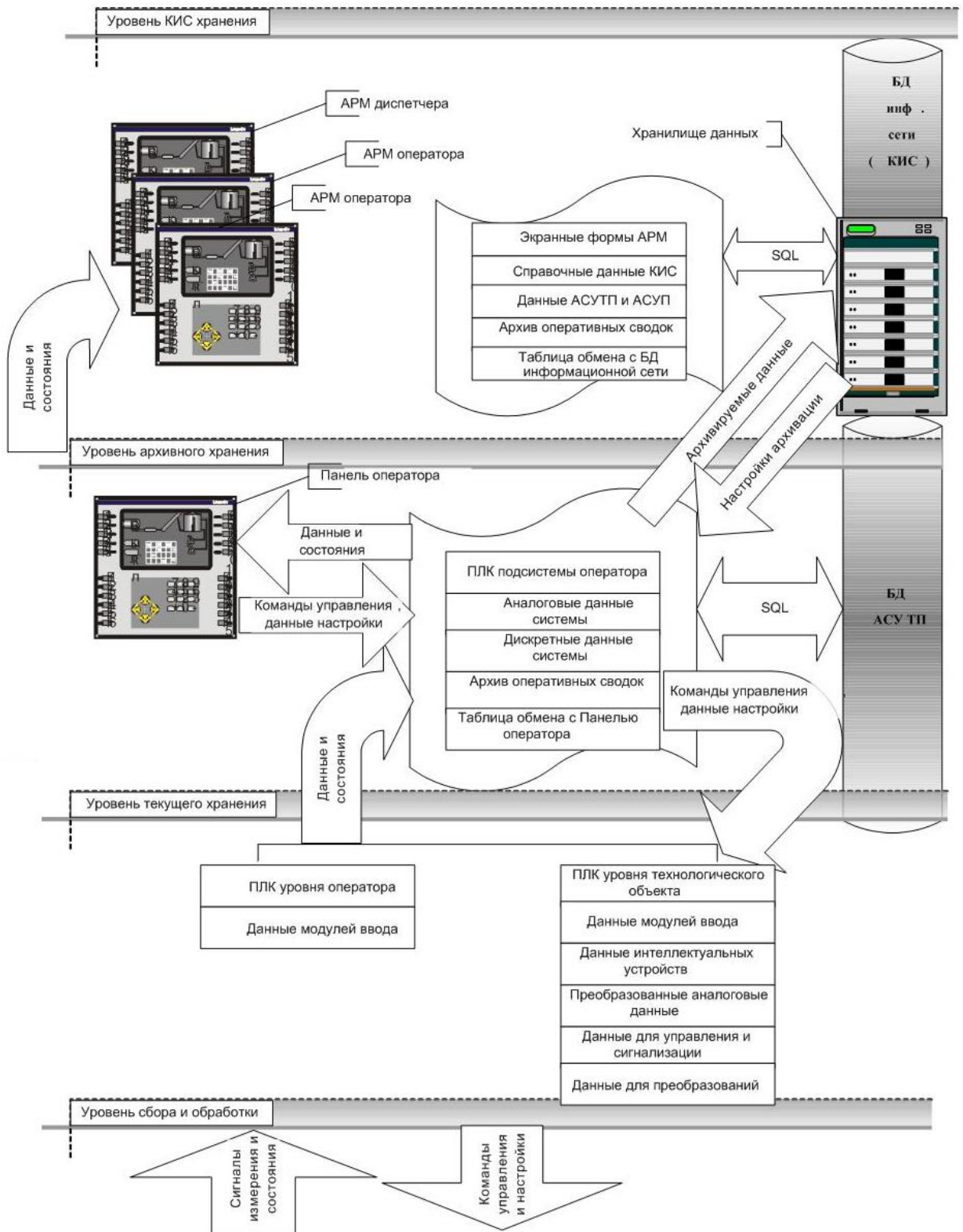
Приложение В



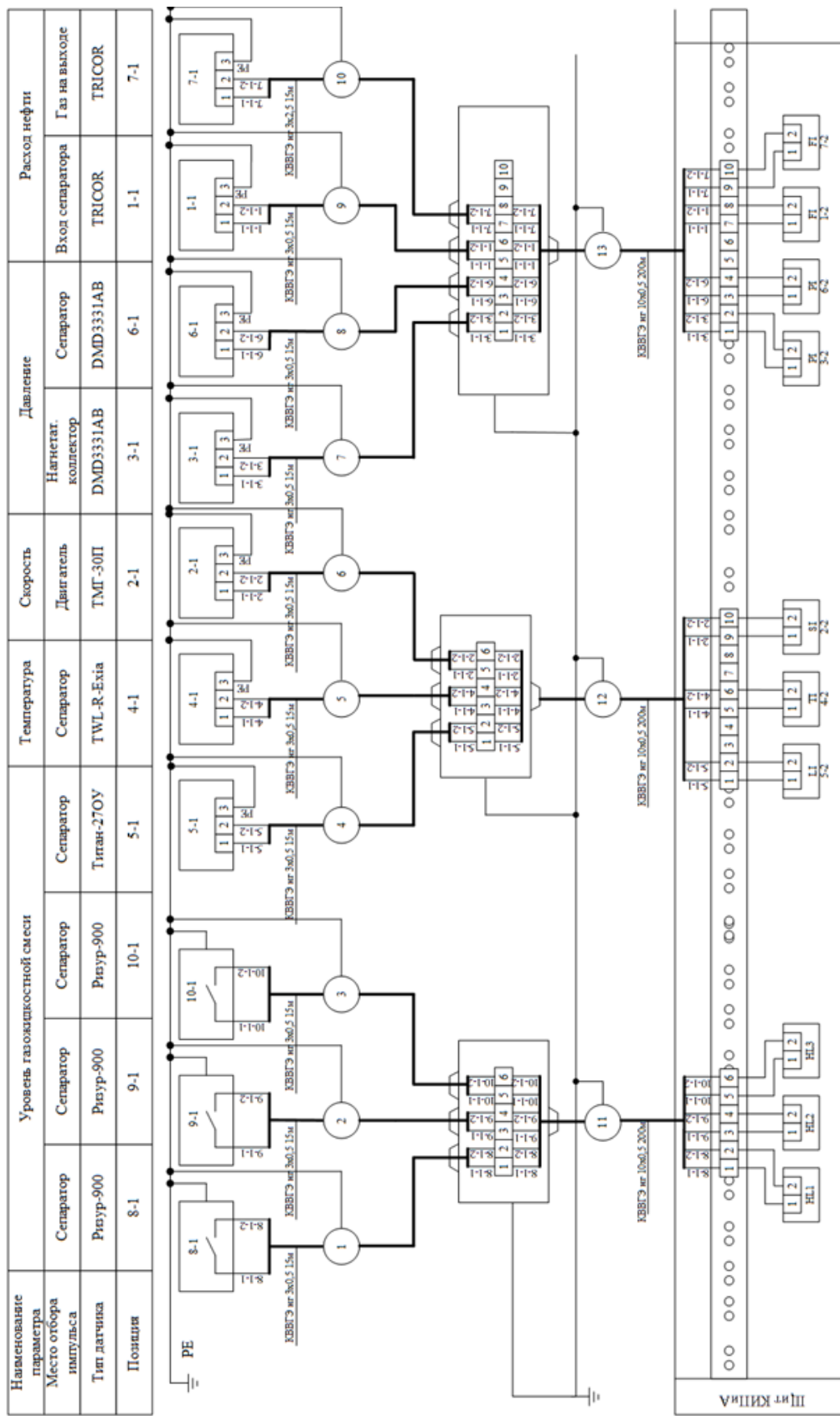
Приложение Г



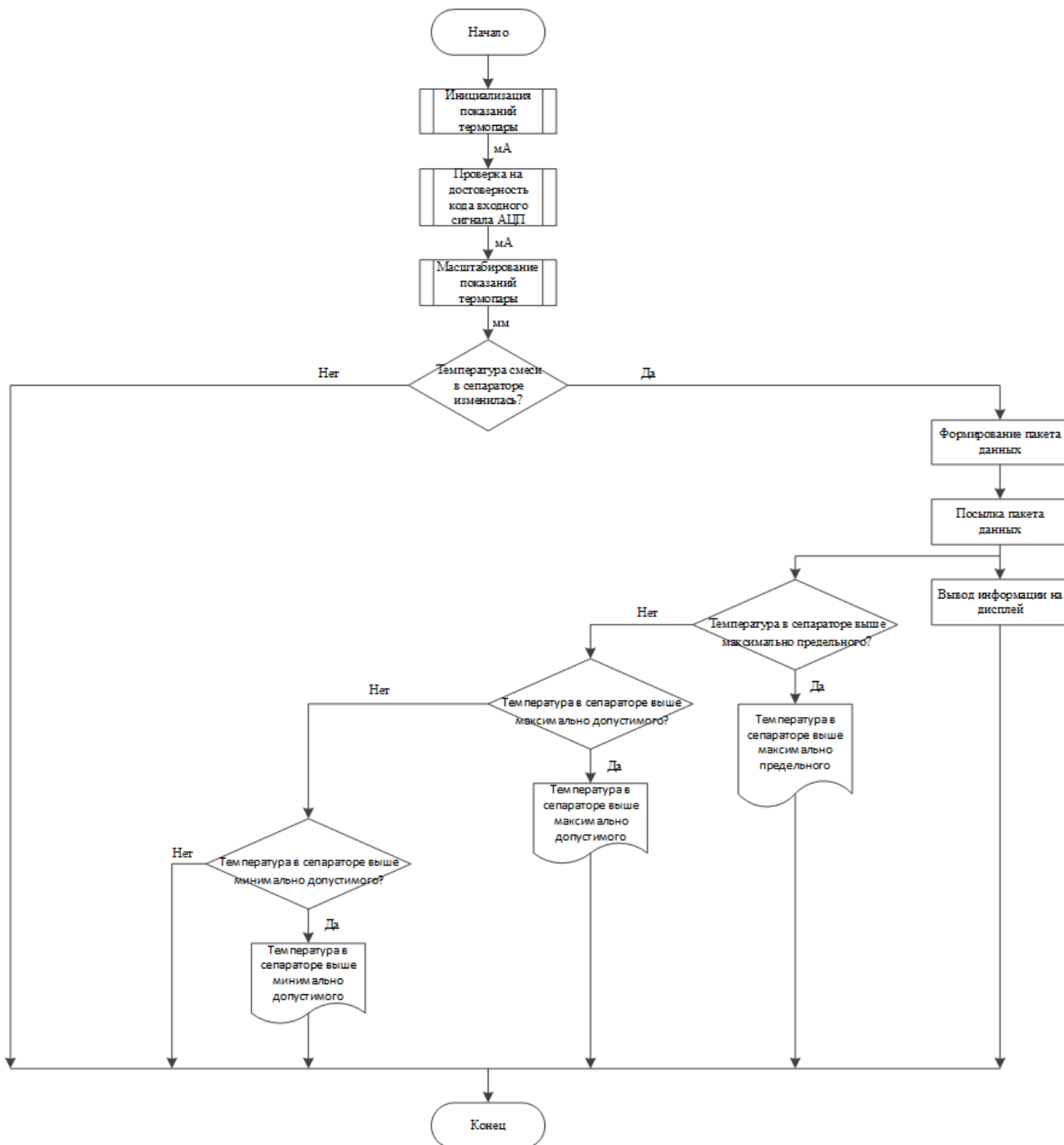
Приложение Д



Приложение Е



Приложение Ж



Приложение 3

