

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
Модернизация системы управления блоком низкотемпературной сепарации в установке комплексной подготовки газа

УДК 681.586-048.35:622.767.63:62-974

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Кенжибаев Ильдар Алиевич		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Мамонова Татьяна Егоровна	доцент, к.т.н.		
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	доцент, к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2018 г.

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	Кенжибаев Ильдар Алиевич

Тема работы:

Модернизация системы управления блоком низкотемпературной сепарации в установке комплексной подготовки газа	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 04.05.2018 3151/С

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 низкотемпературный сепаратор. Режим работы непрерывный. В резервуарном парке производится прием, хранение и отпуск нефтепродуктов</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
Доцент	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ТЗ1	Кенжибаев Ильдар Алиевич		

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
Ассистент ОАР	Журавлев Денис Васильевич			

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Пояснительная записка содержит 107 страниц машинописного текста, 28 таблиц, 23 рисунка, 1 список использованных источников из 23 наименований, 7 приложений.

Объектом исследования является блок низкотемпературной сепарации УКПГ.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы управления блока низкотемпературной сепарации УКПГ с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

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

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

Ниже представлен перечень ключевых слов.

СЕПАРАТОР, ПИД-РЕГУЛЯТОР, МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ДАТЧИК, КОНТРОЛЛЕР, МНЕМОСХЕМА, SCADA-СИСТЕМА, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС, АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО.

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

В тексте используются следующие 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».

В работе используются следующие 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;

Цвета, используемые при проектировании экранных форм АС

Цвет	Наименование	Назначение
	Белый	Текст
	Желтый	Газ
	Зеленый	Открыто
	Красный	Закрывается
	Серый	Емкости
	Черный	Текст
	Синий	Вода
	Светло-серый	Фон, кнопки

Оглавление

Введение	13
1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	14
1.1. Назначение и цели создания системы	14
1.2. Характеристика объектов автоматизации	16
1.3 Требования к автоматике УКПП	17
1.4 Требования к функциям (задачам)	18
1.6 Требования к программному обеспечению	22
1.7 Требования к математическому обеспечению	23
1.8 Требования к информационному обеспечению	23
2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	24
2.1. Описание технологического процесса	24
2.2 Выбор архитектуры АС	27
2.3 Разработка структурной схемы АС	32
2.4 Функциональная схема автоматизации	34
2.5 Разработка схемы информационных потоков УКПП	35
2.6 Выбор средств реализации АС	37
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования УКПП	38
2.6.2 Выбор датчиков	44
2.6.2.1 Манометры Jumo 420	44
2.6.2.2 Датчик избыточного давления Метран-150TG	45
2.6.2.3 Вибрационный сигнализатор уровня Rosemount 2100	46
2.6.2.4 Байпасный индикатор уровня Krohne VM 26 A	47
2.6.2.5 Нормирование погрешности канала измерения	49
2.6.3 Выбор исполнительных механизмов	51
2.7 Разработка схемы внешних проводок	53
2.9 Выбор алгоритмов управления АС УКПП	54
2.9.1 Алгоритм сбора данных измерений	55
2.9.2 Алгоритм пуска пуска/останова технологического оборудования	55
2.9.3 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром	61
2.10 Разработка программного обеспечения для программируемых логических контроллеров	64
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	70
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	70
3.2 Потенциальные потребители результатов исследования	70
3.3 Анализ конкурентных технических решений	71
3.4 SWOT – анализ	74

3.5	Планирование научно-исследовательских работ	75
3.5.1	Структура работ в рамках научного исследования	75
3.5.2	Разработка графика проведения научного исследования	77
3.6	Бюджет научно-технического исследования	79
3.6.2	Расчет затрат на специальное оборудование	80
3.6.3	Основная заработная плата исполнителей темы	80
3.6.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	81
3.6.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	82
3.6.6	Накладные расходы	82
3.6.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	83
3.6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	83
4.1	Профессиональная социальная безопасность. Анализ вредных факторов	91
4.1.1	Повышенный уровень шума	91
4.1.2	Повышенный уровень вибрации	92
4.1.3	Электромагнитное излучение.....	93
4.2.1	Электробезопасность	94
4.3	Экологическая безопасность.....	97
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	98
4.4.1	Пожарная безопасность.....	98
4.4.2	Взрывобезопасность	99
4.5	Особенности законодательного регулирования проектных решений	100
	Заключение.....	102
	Список используемых источников	103
	Приложение А.....	105
	Приложение Б	106
	Приложение В Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013.....	107
	Приложение Г	108
	Приложение Д.....	109
	Приложение Е.....	112
	Приложение Ж.....	113

Введение

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация автоматизированной системы управления блока низкотемпературной сепарации установки комплексной подготовки газа, разработка функциональной схемы автоматизации и ее реализация на базе необходимого полевого и контроллерного оборудования и соответствующего программного обеспечения

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда. Все существующие и строящиеся промышленные объекты в той или иной степени оснащаются средствами автоматизации. Создание эффективной автоматизированной системы технологического процесса является очень сложной задачей.

Автоматизация на предприятиях по производству нефти и газа развита на высоком уровне, и присутствует абсолютно на всех этапах. Производство подобного сырья необходимо автоматизировать еще и потому, что газ, нефть – это взрывоопасное вещество. Автоматизация технологического процесса является наиболее важным фактором в повышении эффективности производства, увеличении условий и безопасности труда рабочего персонала.

УКПГ (установка комплексной подготовки газа) предназначена для получения нестабильного конденсата и сухого газа. В состав УКПГ входят различные узлы, блоки и технологические модули, одним из которых является блок подготовки метанола.

В ВКР используются современные программные пакеты, такие как VISIO, AutoCAD, Wonderware InTouch-SCADA.

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1. Назначение и цели создания системы

Полное наименование системы – автоматизированная система управления блоком низкотемпературной сепарации установкой комплексной подготовки газа. Сокращенное обозначение – АСУ блоком подготовки НТС.

Целью создания системы АСУ ТП является [1]:

- наиболее полное извлечение нефти и газа из продуктивных пластов и доставку их потребителю с установленными технико-экономическими показателями;

- повышение производительности нефтегазового оборудования;
- сокращение обслуживающего персонала;
- сокращение потерь всех видов ресурсов;
- улучшение качества подготовки нефти, газа, воды;
- транспортирование нефти и газа без потерь;
- повышение качества ведения технологического процесса;
- повышение оперативности действий технологического персонала

на основе повышения уровня информативности и достоверности данных;

- повышение уровня организации управления ТП.

Целесообразностью внедрения систем автоматизации являются:

- годовой экономический эффект;
- прирост прибыли;
- срок окупаемости капитальных вложений.

Создание АСУ предназначено для:

- сбора данных о функционировании основного и вспомогательного оборудования блока подготовки метанола;
- обеспечения диспетчерского контроля за состоянием технологических режимов оборудования и течением технологического процесса;

- предоставления возможности дистанционного управления технологическим процессом с рабочих мест оперативного персонала;
- предоставления информации о состоянии технологического процесса иным программным комплексам и системам.

Система предназначена для организации автоматизированной системы оперативно-диспетчерского и централизованного управления блоком низкотемпературной сепарации УКПГ и создания информационной базы состояния технологического процесса.

1.2. Характеристика объектов автоматизации

Приводя характеристику объекту автоматизации, а именно блок подготовки метанола установки комплексной подготовки газа, необходимо отметить то, что данный блок является объектом основного назначения УКПГ. Говоря в целом про установку комплексной подготовки газа, можно выделить следующие объекты основного и вспомогательного назначения.

Состав объектов основного назначения:

- блок низкотемпературной сепарации;
- блок подготовки газа (установка стабилизации конденсата, включающая колонное, теплообменное оборудование, технологический подогреватель, насосное оборудование, узлы замера расхода газа и конденсата);
- блок подготовки метанола.

Примерный состав объектов вспомогательного назначения:

- установки регенерации ДЭГа;
- система факельная;
- установки водоснабжения;
- установки пожаротушения;
- котельные;
- система теплоснабжения;
- агрегаты воздушного охлаждения;
- замерные узлы;
- электроподстанции.

1.3 Требования к автоматике УКПГ

Система автоматике блока подготовки метанола УКПГ должна обеспечивать следующее:

– измерение:

- 1) уровень в сепараторе;
- 2) давление топливного газа на вход в сепаратор;
- 3) загазованности помещения;

– контроль:

- 1) уровень в сепараторе;
- 2) давление топливного газа на вход в сепаратор;
- 3) загазованности помещений;

– управление:

- 1) задвижками на входе в сепаратор;

– индикацию:

- 1) измеряемых параметров;
- 2) аварийных ситуаций на мнемосхеме с выдачей звукового сигнала

аварии и пожара;

– сигнализацию:

- 1) аварийно-высокого уровня в сепараторе;
- 2) аварийно-высокого давления в сепараторе.

В диспетчерскую должна обеспечиваться выдача всей информации о работе блока низкотемпературной сепарации УКПГ.

1.4 Требования к функциям (задам)

Система в целом должна выполнять следующие функции:

- функция отображения информации;
- отображение мнемосхем.

Технологическое оборудование блока низкотемпературной сепарации УКПГ и его состояние должно отображаться на экранах мониторов в виде объектно-ориентированных динамических графических технологических мнемосхем. Система должна выполнять отображение технологических схем в темпе запросов диспетчера. Состав отображаемой информации (список мнемосхем) должен определяться конкретно для каждого ДП. При отображении должны использоваться типовые унифицированные графические элементы.

В системе должна быть предусмотрена возможность отображения на экране монитора одновременно нескольких технологических схем.

Система навигации между мнемосхемами должна опираться на иерархическую организацию последних с предоставлением средств быстрой навигации.

Для отображения детального состояния (комментариев, доп. информации) отдельных технологических объектов по выбору на общей схеме должны использоваться всплывающие окна.

Должна поддерживаться функция мигания параметра при его изменении. Порог изменения и время мигания должны устанавливаться при конфигурировании системы.

Система должна обеспечивать звуковую (голосовую) сигнализацию аварийных событий.

Система должна обеспечивать вывод на технологических мнемосхемах информации от вспомогательных систем. Должны быть использованы единые механизмы передачи и отображения информации во всех ДП.

Информация, отображаемая на мнемосхемах, должна иметь несколько уровней детализации.

Мнемосхемы должны поддерживать функцию скроллинга, а также функцию увеличения/уменьшения масштаба. Мнемосхемы должны обеспечивать функцию масштабирования изображения с помощью манипулятора “мышь” и минимальным количеством переключений.

Графические экраны должны иметь несколько “слоев” детализации или дополнительной информации. “Слой” должны иметь возможность включения/отключения оператором. В общем случае в слоях должна быть размещена следующая информация:

- неавтоматизированные объекты;
- особо опасные участки;
- названия направлений и магистралей с их характеристиками и т.д.

Отображение трендов и аварийных событий.

Система должна обеспечивать вывод истории изменений сигналов в виде трендов. Должно быть обеспечено масштабирование трендов и вывод нескольких параметров в одном окне. Должна быть предоставлена возможность вывода нескольких окон с трендами параметров.

При просмотре алармов должна обеспечиваться фильтрация по:

- времени возникновения;
- типу аварии;
- содержанию аварии.

Время, отображаемое в списке событий и используемое для хранения и отображения трендов, должно быть взято из метки времени OPC ODA.

Отображаемые алармы должны быть отсортированы по времени.

При отображении трендов должно отображаться окно алармов, имевших место на рассматриваемом участке времени.

Функции контроля технологических процессов включают:

- периодический опрос контроллеров и систем локальной автоматики;

- формирование и представление оперативному персоналу информации о состоянии технологического процесса, оборудования и нарушений хода технологического процесса;

- протоколирование событий и действий оперативного персонала;

- контроль за работой системы противоаварийной защиты.

Функции дистанционного управления предусматривают возможность воздействия на объект.

Функция хранения истории значений технологических параметров.

Необходимо организовать ведение базы данных, которая включает:

- непрерывное обновление оперативной части базы данных в режиме реального времени;

- поиск и представление информации;

- ведение архива.

Система должна сохранять историю изменений технологических параметров для сигналов, имеющих соответствующий признак “сохранять в истории”: поступающие события – 3 месяц; сжатую историю – 6 месяцев; события – все в течение 6 месяцев.

Данные, хранящиеся более 3 месяцев, должны прореживаться для обеспечения необходимой дискретности.

1.5 Требования к техническому обеспечению

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

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

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

Степень защиты технических средств от пыли и влаги должна быть не менее IP56.

Показатели надежности датчиков общепромышленного назначения рекомендуется выбирать, ориентируясь на показатели мирового уровня и лучшие образцы отечественных изделий, а именно:

- 1) время наработки на отказ не менее 100 тыс. час;
- 2) срок службы не менее 10 лет.

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

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

1.6 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

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

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

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

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

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

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

1.7 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение АС должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата.

1.8 Требования к информационному обеспечению

По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Описание технологического процесса

Низкотемпературная сепарация является наиболее эффективным процессом для выделения и отделения из сырого газа всех высококипящих компонентов.

Кроме того, сепарация газа при низкой температуре является отличным средством для дегидратации его, так как под действием сравнительно низких температур содержащиеся в газе пары воды конденсируются в капельную жидкость, переходя затем в кристаллогидраты, которые, как и жидкие углеводороды, в сепараторах отделяются от газа.

Можно утверждать, что низкотемпературная сепарация является высокоэффективным комплексным процессом, освобождающим газ от воды и «выбивающим» из него высококипящие компоненты. Универсальность и высокая эффективность низкотемпературной сепарации газа в сочетании с практически бесплатным холодом, получаемым на промыслах в результате использования энергии, заключенной в самих газовых потоках высокого (100–200 ат) давления, делает этот процесс незаменимым почти на всех газодобывающих промыслах, где требуется осушить и обезжирить газ.

Низкотемпературная сепарация газа — процесс промышленной обработки природного газа с целью извлечения из него газового конденсата и удаления влаги. Осуществляется при температурах от 0 до -30°C. Первая промышленная установка низкотемпературной сепарации (НТС) введена в эксплуатацию в США в 1950, в СНГ в 1959.

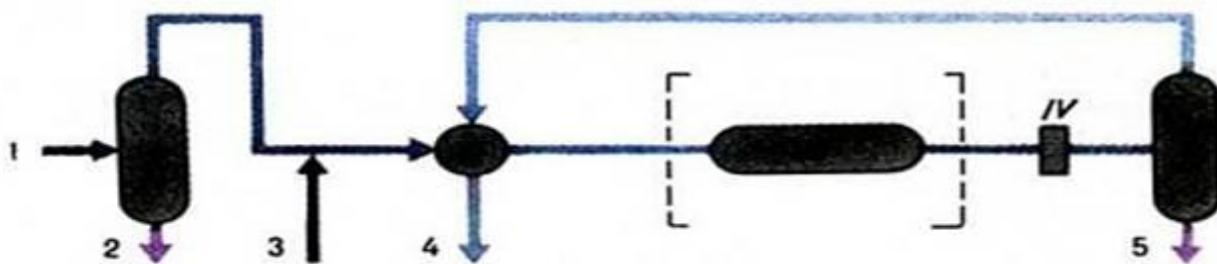


Рисунок 1 – Технологическая схема установки
низкотемпературной сепарации газа

I – сепаратор первой ступени; II – газовый теплообменник; III – испаритель-холодильник; IV – штуцер; V – низкотемпературный сепаратор;

1 – необработанный газ; 2 – смесь углеводородного конденсата и воды; 3 – ингибитор гидратообразования; 4 – обработанный газ; 5 – смесь углеводородного конденсата и насыщенного водой ингибитора гидратообразования

Низкотемпературная сепарация осуществляется по следующей схеме. Газ из скважины по шлейфу проходит (рис. 1) через сепаратор первой ступени (для предварительного отделения жидкости, выделившейся в подъёмных трубах и шлейфе), затем поступает в газовый теплообменник, где охлаждается встречным потоком отсепарированного холодного газа. После теплообменника газ, проходя через штуцер (эжектор), редуцируется до давления максимальной конденсации (или близкого к нему), температура его при этом снижается (за счёт дроссель-эффекта). В сепараторе вследствие изменения термодинамических условий и снижения скорости газового потока выпадают конденсат и влага, которые, накапливаясь в конденсатосборнике, периодически выпускаются в промысловый сборный коллектор-конденсатопровод и далее на узел стабилизации конденсата. С целью более рационального использования энергии пласта в схему вместо штуцера может быть включён турбодетандерный агрегат. При снижении давления газа (в процессе разработки месторождения) до значения, при котором не представляется возможным обеспечить заданную температуру сепарации за счёт энергии пласта, в схему включается источник искусственного холода – холодильный агрегат. Технологический режим

установки НТС определяется термодинамической характеристикой месторождения, составом газа и конденсата, а также требованиями, предъявляемыми к продукции промысла. Для предупреждения образования гидратов в схемах НТС предусматривается ввод в газовый поток ингибитора гидратообразования. Давление последней ступени сепарации определяется давлением в газопроводе, температура — из условия глубины выделения влаги и тяжёлых углеводородов. Технология низкотемпературной сепарации пригодна для любой климатической зоны, допускает наличие в газе неуглеводородных компонентов, обеспечивает степень извлечения конденсата (C5+В) до 97 %, а также температуру точки росы, при которой исключается выпадение влаги и тяжёлых углеводородов при транспортировании природного газа. Достоинством установки НТС являются низкие капитальные и эксплуатационные затраты (при наличии свободного перепада давления), недостатком — низкие степени извлечения конденсатообразующих компонентов из тощих газов, непрерывное снижение эффективности в процессе эксплуатации за счёт облегчения состава пластовой смеси, необходимость коренной реконструкции в период истощения дроссель-эффекта.

2.2 Выбор архитектуры АС

При разработке пользовательского интерфейса проекта АС следует описать ее профиль [1]. Профиль — набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи АС. Методологической основой для разработки профиля АС выбрана модель OSE/RM (Open System Environment/Reference Model), определяющая концептуальный базис и систематический подход к классификации интерфейсов и сервисов АС как открытой программно-технической системы.

Основными целями применения профилей являются:

- снижение трудоемкости проектов АС;
- повышение качества оборудования АС;
- обеспечения расширяемости (масштабируемости) АС по набору прикладных функций;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач информационных систем.

Профили АС включают в себя следующие группы [1]:

- профиль прикладного ПО;
- профиль среды АС;
- профиль защиты информации АС;
- профиль инструментальных средств АС.

В качестве различных профилей АС выбраны:

- профиль прикладного программного обеспечения - SCADA-система InTouch (с обязательным интегрированным HMI);
- профиль среды АС - операционная система Windows XP;
- профиль защиты информации - включает в себя стандартные средства защиты Windows XP;

— профиль инструментальных средств - основан на использовании среды OpenPCS.

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

- внешняя среда (полевой уровень) АС;
- платформа сервисов;
- прикладное ПО (верхний уровень).

Уровни взаимодействуют между собой посредством интерфейсов.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM представлена на рис. 2.

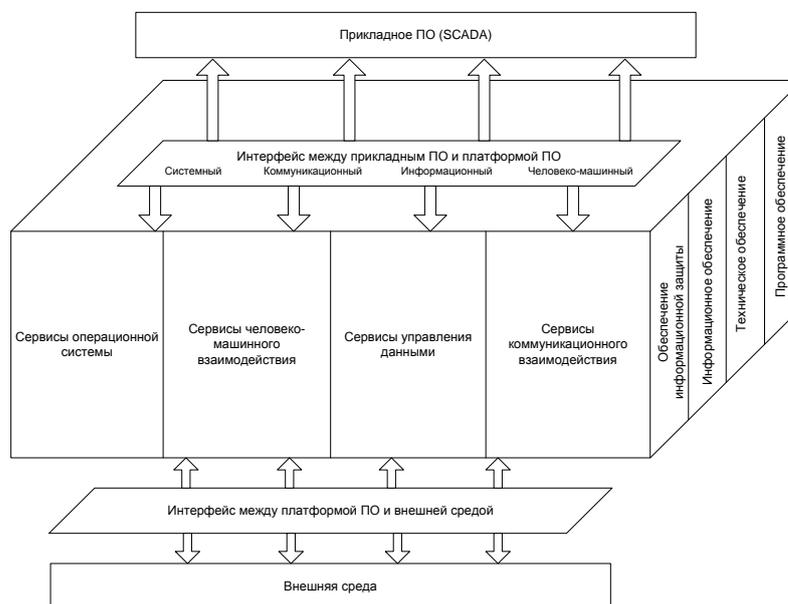


Рисунок 2 – Концептуальная модель архитектуры OSE/RM

Наиболее актуальными прикладными программными системами АС являются открытые распределенные АС с архитектурой «клиент-сервер». Для решения задач взаимодействия клиента с сервером используются стандарты OPC. Суть OPC сводится к предоставлению разработчикам промышленных программ универсального интерфейса (набора функций обмена данными с любыми устройствами АС).

Стандарты OPC – это стандарты подключаемости компонентов АС. С их помощью осуществляется взаимодействие используемых PLC и SCADA.

На рис. 3 показана структура OPC взаимодействий в АС.

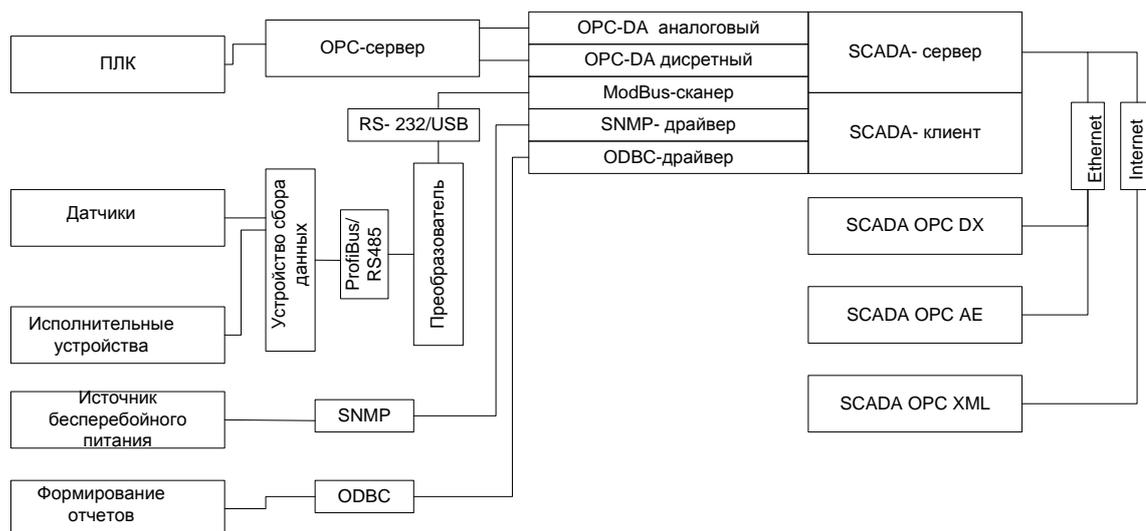


Рисунок 3 – Структура OPC-взаимодействий SCADA

Основные из выбранных стандартов OPC:

— OPC DA (Data Access) описывает набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК и другими устройствами;

— OPC AE (Alarms & Events) предоставляет функции уведомления по требованию о различных событиях: аварийные ситуации, действия оператора, информационные сообщения и др.;

— OPC DX (Data eXchange) предоставляет функции организации обмена данными между OPC-серверами через сеть Ethernet. Основное назначение – создание шлюзов для обмена данными между устройствами и программами разных производителей;

— OPC HDA (Historical Data Access) предоставляет доступ к уже сохраненным данным;

— OPC XML-DA (XML-Data Access), предоставляющий гибкий управляемый правилами формат обмена данными через Intranet-среду.

Профиль среды АС должен включать в себя стандарт протокола транспортного уровня Modbus, стандарты локальных сетей (стандарт Ethernet IEEE 802.3 или стандарт Fast Ethernet IEEE 802.3 u), а также стандарты средств сопряжения проектируемой АС с сетями передачи данных общего назначения (в частности, RS-485, сети CAN, Profibus и др.).

Используемые информационные протоколы в рамках модели OSI:

- физический уровень: RS-232, RS-485;
- канальный уровень: Ethernet (семейство IEEE 802.3), ModBus;
- сетевой уровень: IPv4;
- транспортный уровень: TCP, HDCL.

Профиль защиты информации должен обеспечивать реализацию политики информационной безопасности. Функциональная область защиты информации включает в себя функции защиты, реализуемые разными компонентами АС [11]:

- функции защиты, реализуемые операционной системой;
- функции защиты от несанкционированного доступа, реализуемые на уровне программного обеспечения промежуточного слоя;
- функции управления данными, реализуемые СУБД;
- функции защиты программных средств, включая средства защиты от вирусов;
- функции защиты информации при обмене данными в распределенных системах;
- функции администрирования средств безопасности.

Основополагающим документом в области защиты информации в распределенных системах являются рекомендации X.800, принятые МККТТ (сейчас ITU-T) в 1991 г. Подмножество указанных рекомендаций составляет профиль защиты информации в АС с учетом распределения функций защиты информации по уровням концептуальной модели АС и взаимосвязи функций и применяемых механизмов защиты информации.

Профиль инструментальных средств, встроенных в АС, должен отражать решения по выбору методологии и технологии создания, сопровождения и развития конкретной АС. Функциональная область профиля инструментальных средств, встроенных в АС, охватывает функции централизованного управления и администрирования, связанные [1]:

- с контролем производительности и корректности функционирования системы в целом;

- управлением конфигурацией прикладного программного обеспечения, тиражированием версий;
- управлением доступом пользователей к ресурсам системы и конфигурацией ресурсов;
- перенастройкой приложений в связи с изменениями прикладных функций АС;
- настройкой пользовательских интерфейсов (генерация экранных форм и отчетов);
- ведением БД системы;
- восстановлением работоспособности системы после сбоев и аварий.

Номенклатура выбранных протоколов для профиля АС приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Номенклатура выбранных протоколов для профиля АС

№ документа	Назначение	Web-адрес базового стандарта	Web-адрес поставщика
IEC 61131-3: Programming Languages	Языки программирования ПЛК	http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/Artnum_PK/47556	http://webstore.iec.ch
Wonderware InTouch SCADA	SCADA–система, с интегрированными HMI	http://www.intouch.ru/supportn/	http://www.intouch.ru/
Стандарты OPC	Решение задач взаимодействия клиента с сервером	https://opcfoundation.org/products/	http://www.opcfoundation.org/
OpenPCS	ПО обеспечивает доступ клиентских прикладных программ	http://www.infoteam.de/en/downloads/datasheets/	http://www.infoteam.de/

Продолжение таблицы 1

X.800 (ITU-T)	Профиль защиты информации	http://www.ntc-sss.ru/mejdunarodnye-rekomendacii-itu-t--standarty-etsi.html	http://www.ntc-sss.ru/
Ethernet (IEEE 802.3)	Информационный протокол – канальный уровень	http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html	http://standards.ieee.org/
ModBus	Информационный протокол – канальный уровень	http://www.modbus.org/tech.php	http://www.modbus.org/
TCP/IP	Информационные протоколы транспортного/ сетевого уровней	http://www.protocols.ru/files/Protocols/TCP/IP.pdf	http://www.protocols.ru
HDLC	Информационный протокол - транспортный уровень	http://www.icmm.ru/~masich/win/lexion/hdlc/hdlc.html	http://www.icmm.ru

2.3 Разработка структурной схемы АС

Трехуровневая структура АС приведена в Приложении А.

Нижний полевой уровень реализуется на основе измерительных устройств аналогового и дискретного типов, а также вторичных преобразователей (трансммиттеров). Для передачи данных о параметрах технологического процесса используются цифровые каналы на основе интерфейса RS-485. Для управления исполнительными устройствами типа задвижка и электрический клапан используются аналоговые унифицированные токовые сигналы 4–20 мА.

Средний уровень автоматизации реализован на основе ПЛК Siemens S7-300. Для связи ПЛК с АРМ оператора используется протокол Ethernet, посредством передачи данных через витую пару.

Верхний уровень представлен сервером БД, а также АРМ'ами оператора и диспетчера на основе ОС Windows XP и ПО Wonderware InTouch SCADA.

Обобщенная структура управления представлена в приложении Б.

Информация с датчиков полевого уровня поступает на средний (контроллерный) уровень управления где ПЛК выполняет следующие функции [1]:

- сбор, первичная обработка и хранение информации о состоянии оборудования и параметра ТП;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с ПУ;
- обмен информацией с ПУ.

Далее информация с локального ПЛК направляется в сеть диспетчерского пункта управления (ДПУ) через концентратор (коммуникационный контроллер верхнего уровня), реализующий следующие функции [1]:

- сбор данных с локального ПЛК;
- обработка данных, включая масштабирование;
- поддержание единого времени работы в системе;
- синхронизация работы подсистем;
- организация архивов по выбранным параметрам;
- обмен информацией между локальным ПЛК и верхним уровнем.

ДПУ включает несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Кроме того, здесь установлен сервер БД. Компьютерные экраны на АРМ диспетчера/оператора предназначены для отображения хода ТП и оперативного управления.

2.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи [1]:

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

В соответствии с заданием разработаны два варианта функциональных схем автоматизации:

- по ГОСТ 21.208-2013 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов». Данная функциональная схема представлена в приложении В.

Функциональная схема автоматизации по ГОСТ представлена в виде нескольких уровней: полевой, контроллерный и вычислительный. Полевой уровень составляют первичные датчики уровня (1, 3), давления (4). После сбора информации и вычисления, управляющие сигналы поступают на управление электрозадвижками (2 и 5).

2.5 Разработка схемы информационных потоков УКПГ

Схема информационных потоков, которая приведена в приложении Г, включает в себя три уровня сбора и хранения информации [1]:

- 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.

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

- 1) AAA_BBBB_CCC_DDD, где
- 2) AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:
- 3) – DAV – давление;

- 4) – LEV – уровень;
- 5) BBBB – код технологического аппарата (или объекта), не более 4

СИМВОЛОВ:

- 6) – SEP – сепаратор;
- 7) CCC – уточнение, 3 символа:
 - IN – входное значение;
 - OUT – выходное значение;
- 8) DDD – примечание, не более 3 символов:
 - REG – регулирование;
 - ALR – сигнализация;

Знак подчеркивания _ в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет в себе какого-либо другого смысла.

Кодировка сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Кодировка сигналов в SCADA-системе

Кодировка	Расшифровка кодировки
LEV_SEP_IN_REG	Уровень в сепараторе
DAV_SEP_IN_REG	Давление на входе в сепаратор
LEV_SEP_IN_ALR	Аварийно-высокий уровень давления на входе в сепаратор
DAV_SEP_IN_ALR	Аварийно-высокий уровень в сепараторе

Для преобразования первичной информации от объектов с аналоговыми сигналами в рабочие значения необходимы дополнительные параметры:

- масштабные коэффициенты;
- единицы измерения;
- минимальные/максимальные значения.

Доступ к информации, содержащейся в БД, выполняется с помощью трех основных операций, которые могут комбинироваться операциями выбора, проекции и сортировки. Операция по извлечению информации из БД называется запросом. Обычно для каждой конкретной ситуации интерес может представлять лишь очень ограниченное число выборок из БД. Поэтому заранее можно определить небольшой набор стандартных запросов. Такие запросы называются протоколами (это обычные запросы, в которых predeterminedены операции проекции и сортировки и перед запуском требуется указать только конкретные параметры). Примерами протоколов могут быть аварийные запросы. Они позволяют быстро фиксировать в специальном файле журнале аварий с указанием времени события. Другим протоколом является протокол технического обслуживания (замена изношенных инструментов, калибровка, контроль смазки и др.)

2.6 Выбор средств реализации АС

Задачей выбора средств реализации проекта АС является анализ вариантов, выбор компонентов АС и анализ их совместимости.

Выберем измерительные, исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также систему сигнализации. Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе.

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.

В качестве локальных средств сбора первичной информации (автоматических датчиков) выбираем приборы с выходным унифицированным аналоговым сигналом 4–20 мА, дискретным сигналом «сухой контакт».

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования УПП

Основная задача АС — выполнение алгоритмов автоматизированного управления ТП (ввод сигналов измерений, вычисление регулирующего воздействия, вывод сигналов управления исполнительным органом). Будем использовать ПЛК Siemens SIMATIC S7-300 (рис. 4).



Рисунок 4 – Контроллер Siemens SIMATIC S7-300

Siemens SIMATIC S7-300 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Модульная конструкция SIMATIC S7-300, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. Эффективному применению контроллеров Siemens SIMATIC S7-300 способствует: возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей, и коммуникационных процессоров.

Контроллеры Siemens SIMATIC S7-300 имеют модульную конструкцию и могут включать в свой состав:

- Модуль центрального процессора (CPU);
- Модули блоков питания (PS);
- Сигнальные модули (SM);
- Коммуникационные процессоры (CP);
- Функциональные модули (FM);
- Интерфейсные модули (IM).

Все модули работают с естественным охлаждением.

Выбранный ПЛК (Siemens SIMATIC S7-300 с процессорным модулем CPU315-2 PN/DP) удовлетворяет следующим параметрам:

1. Периферийные устройства (дисплей, принтер): не используются.
2. УСО ввода/вывода: 8 каналов ввода аналоговых сигналов и 1 канал вывода аналоговых сигналов (модуль ввода/вывода SM 334), 4 канала ввода дискретных сигналов (модуль ввода/вывода SM 323) (все унифицированные токовые сигналы).
3. Алгоритмы управления включают в себя числовые и битовые операции.
4. Общий объем манипуляций для одного ПЛК: не менее 100 команд.
5. Управление ПЛК: по прерываниям, по готовности или по командам человека. Необходимо управлять как минимум одним устройством.
6. Контроль и управление следующих типов I/O-устройств: сенсоры (температура, давление, уровень, вибрация).
7. Питания контроллера: напряжение 230В от сети переменного тока.
8. Отказоустойчивость источник напряжения: высокой.
9. Возможность ПЛК работы при напряжении сети питания технологической площадки: есть.

10. Удерживание напряжения в узком фиксированном диапазоне изменений: есть.

11. Рабочий ток: 140 мА.

12. Возможность работы контроллера от сети: есть.

13. Возможность работы контроллера от батарей: есть.

14. Время работы батареи без перезарядки: не менее 24 часов в рабочем режиме и не менее 12 месяцев при работе в режиме ожидания.

15. Ограничения по размеру, весу, эстетическим параметрам: нет.

16. Требования к условиям окружающей среды:

– температура: -40 °С до +70 °С;

– атмосферное давление: от 1080 гПа до 660 гПа (соответствует высоте от -1000 м до 3500 м);

– относительная влажность: от 10% до 95%, без конденсации.

17. Пользовательское программное обеспечение базируется на: флеш-памяти (Flash EPROM). АС работает в режиме реального времени и для этого необходимо приобрести ядро программ реального времени.

18. Для развития собственного ядра программ персонала и времени: не достаточно.

19. Степень защиты – IP-65 по ГОСТ 14254-96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)».

Блок-схема УСО ПЛК представлена на рисунок 5.

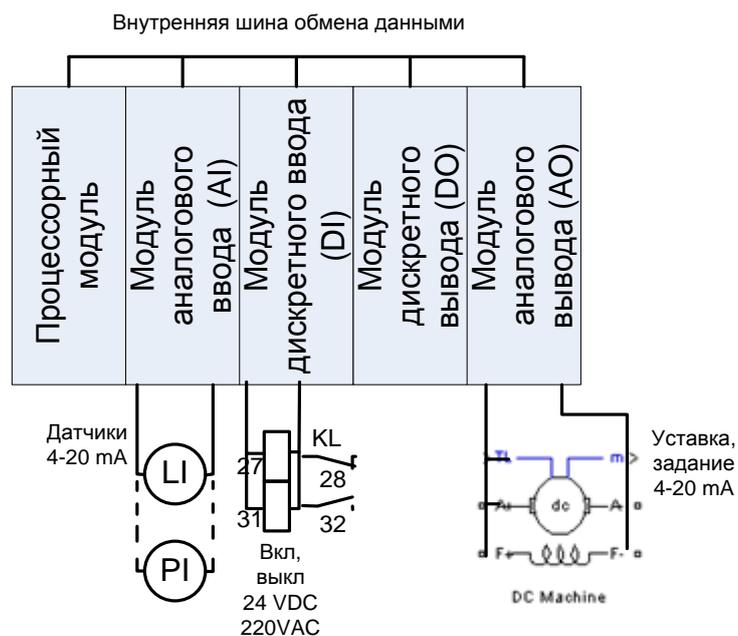


Рисунок 5 – Блок-схема УСО ПЛК

Технические характеристики процессорного модуля CPU315-2 PN/DP приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики процессорного модуля CPU315-2 PN/DP

Технические параметры		Значение
Минимальное время выполнения	логических операций/ операций со словами	0,1/0,2 мкс
	арифметических операций с фиксированной/ плавающей точкой	2/3 мкс
Типы интерфейсов		RS 485, PROFINET, Ethernet
Напряжение питания	номинальное	=24В
	допустимое	20,4...28,8 В
Потребляемый ток	холостой ход	100 мА
	номинальный	0,8 А

	Пусковой	2,5 А
--	----------	-------

Продолжение таблицы 3

Потребляемая мощность	3,5 Вт
Габариты ШхВхГ (мм)	80x125x130
Масса (кг)	0,46
Диапазон рабочих температур	-40...+70 °С

Технические характеристики модуля ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334 и модуля ввода/вывода дискретных сигналов SM 323 приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики модуля ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334 и модуля ввода/вывода дискретных сигналов SM 323

Технические параметры		Значения
Модуль ввода/вывода дискретных сигналов SM 323		
Габариты ШхВхГ (мм)		40x125x120
Масса (кг)		0,26
Количество входов		16
Количество выходов		16
Длина кабеля (обычного/экранированного), не более		600м/1000м
Фронтальный соединитель		40-полюсный
Напряжение питания	номинальное значение	=24В
	допустимый диапазон изменений	20,4...28,8 В
Количество одновременно опрашиваемых входов		16
Гальваническое разделение		есть

Продолжение таблицы 4

Потребляемый ток, не более	80мА
Потребляемая мощность	6,5Вт
Индикация состояний входов и выходов	1 зеленый диод на каждый канал
Модуль ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334	
Габариты ШхВхГ (мм)	40x125x120
Масса (кг)	0,2
Количество входов	4
Количество выходов	2
Длина экранированного кабеля, не более	100м
Фронтальный соединитель	20полюсный
Напряжение питания нагрузки	=24В
Питание датчиков	есть
Защита от неправильной полярности	есть
Гальваническое разделение	есть
Защита датчиков от короткого замыкания	есть
Потребляемый ток, не более	80мА
Потребляемая мощность	2Вт

Выбор данной модели контроллера объясняется его архитектурой и характеристиками: возможность увеличения количества портов ввода/вывода, большое разнообразие модулей практически для любых назначений. Наличие собственной среды для разработки ПО делает работу с ним проще и удобнее. Данный контроллер удовлетворяет требованиям по временным характеристикам отработки воздействий. Контроллер и его

модули хорошо зарекомендовали себя на производстве. Опросный лист приведен в приложении Д.

2.6.2 Выбор датчиков

2.6.2.1 Манометры Jumo 420

Манометры Jumo 420 (рисунок 6) с пружиной Бурдона служат для измерения давления невязких, жидких некристаллизующихся и газообразных сред.



Рисунок 6 – Внешний вид манометра Jumo 420

Основные технические характеристики манометра Jumo 420 приведены в таблице 5 [2].

Таблица 5 – Технические характеристики манометра Jumo 420

Технические характеристики	Значение
Диапазон измерения	0 ... 60 кПа (2 шт.) 0 ... 0,6 МПа (1 шт.) 0 ... 1,0 МПа (4 шт.) 0 ... 1,6 МПа (2 шт.) 0 ... 2,5 МПа (4 шт.)
Корпус	нержавеющая сталь
Номинальный диаметр	160 мм
Механизм	нержавеющая сталь
Класс точности	1,0
Степень защиты	IP65
Стекло	безопасное многослойное

Продолжение таблицы 5

Присоединение к процессу	M20x1,5
Минимальная температура окружающей среды	минус 40 °С
Максимальная температура измеряемой среды	плюс 200 °С

В силу того, гудрон и битум являются вязкими средами монтаж манометров предусмотрен с использованием разделительного сосуда СР-25-2-Б (рисунок 7), предназначенный для защиты внутренних полостей датчиков от непосредственного контакта и воздействия агрессивной измеряемой среды путем передачи давления через разделительную жидкость.



Рисунок 7 – Внешний вид СР-25-2-Б

2.6.2.2 Датчик избыточного давления Метран-150TG

Датчик избыточного давления Метран-150TG (рисунок 8) предназначен для преобразования давления рабочих сред: жидкости, пара, газа в унифицированный токовый выходной сигнал и цифровой сигнал на базе HART-протокола.



Рисунок 8 – Внешний вид датчика давления Метран-150TG

Исходя из требований технологического процесса выбрана модель датчика Метран-150TG. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 6 [3].

Таблица 6 – Технические характеристики датчика Метран-150TG

Технические характеристики	Значение
Диапазон измерений, кПа	-101,3 ... 160
Технологическое соединение	M20x1,5
Материал:	
– разделительной мембраны	316L SST
– деталей, контактирующих с рабочей средой	316L SST
Заполняющая жидкость	силикон
Выходной сигнал	4-20 мА (HART)
Индикация	встроенный ЖКИ
Искробезопасность	0ExiaIICT5
Клапанный блок	есть
Монтажный кронштейн	есть, для крепления на панели
Предел допускаемой основной погрешности, %	±0,2
Дополнительные опции:	
– настройка	да
– маркировочная табличка	да

2.6.2.3 Вибрационный сигнализатор уровня Rosemount 2100

Радарный уровнемер серии 2100 (рисунок 9) предназначен для проведения бесконтактных измерений уровня в промышленных, складских и прочих резервуарах.



Рисунок 9 – Внешний вид сигнализатора уровня Rosemount 2100

Исходя из требований технологического процесса выбрана модель датчика Rosemount 2100. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 7 [5].

Таблица 7 – Технические характеристики уровнемера Rosemount 2100

Технические характеристики	Значение
Вид взрывозащиты	Exd IICТ5, IICТ6
Степень защиты корпуса датчика	не менее IP 65
Электрический подключение	Namur (Exd)
Технологическое подключение	Внешняя резьба G3/4. Включить в комплект поставки фланец Ду 200 с внутренней резьбой G3/4
Срок эксплуатации	не менее 20 лет
Гос. поверка	да
Межповерочный интервал	4 года
Условия гарантии	не менее 24 месяцев с даты получения оборудования на склад производителя

Монтажная схема уровнемера Rosemount 2100 приведена на рисунке 10.



Рисунок 10 – Монтаж сигнализатора уровня LGT 269

2.6.2.4 Байпасный индикатор уровня Krohne VM 26 A

VM 26 (рисунок 11) – простой и надежный инструмент, сконструированный для определения уровня и раздела фаз. Индикация

уровня осуществляется посредством изменения положения группы вертикально расположенных магнитных флажков или исходя из положения магнитного указателя.



Рисунок 11 – Внешний вид байпасного индикатора уровня VM 26 А

Технические характеристики модели приведены в таблице 8 [6].

Таблица 8 – Технические характеристики индикатора уровня VM 26 А

Технические характеристики	Значение
Межфланцевое расстояние, мм	2000
Тип подсоединения к процессу	низ-боковое, верх-боковое
Ду патрубков, мм	нижний
	50 мм
Индикация, шкала	нерж. сталь 316L, «м+см», флажковый индикатор, диапазон шкалы от 0 до 2000 мм
Подсоединение	фланцевое
Материал корпуса	нержавеющая сталь
Максимальная погрешность, мм	±3
Вид взрывозащиты	Exi ПСТ5, ПСТ6
Степень защиты корпуса датчика	не менее IP 65

Электрический подключение

двухпроводная схема (питание от РСУ 24 В),
выходной сигнал 4-20 мА HART

Монтажная схема байпасного индикатора уровня ВМ 26 А приведена на рисунке 12.

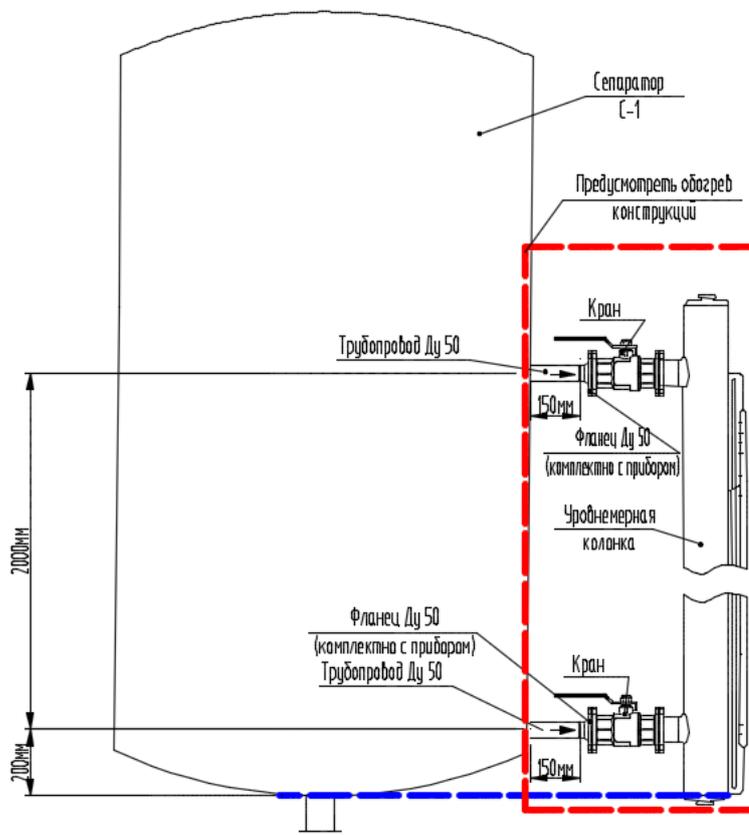


Рисунок 12 – Монтаж уровнемера LGT 268

Опросный лист приведен в Приложении Д.

2.6.2.5 Нормирование погрешности канала измерения

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Основание погрешности измерений при ограниченной исходной информации ВНИИМС Госстандарта» [11].

В качестве канала измерения выберем канал измерения давления. Требование к погрешности канала измерения не более 0.5%. Разрядность АЦП составляет 12 разрядов.

Расчет допустимой погрешности измерения манометра производится по формуле:

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

где $\delta = 0.5 \%$ – требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95; δ_2 — погрешность передачи по каналу измерений; δ_3 — погрешность, вносимая АЦП; $\delta_4, \delta_5, \delta_6$ — дополнительные погрешности, вносимые температурой окружающего воздуха, вибрациями и сопротивлением нагрузки соответственно.

Погрешность передачи по каналу измерений устанавливается рекомендациями [1]:

$$\delta_2 = \frac{0.5 \cdot 13}{100} = 0.065\%.$$

Погрешность, вносимая 12-разрядным АЦП, рассчитывается следующим образом:

$$\delta_3 = \frac{1 \cdot 100}{2^{12}} = 0.024 \%$$

При расчете также учитываются дополнительные погрешности, вызываемые влиянием:

- температуры окружающего воздуха;
- вибраций;
- сопротивления нагрузки.

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием температуры окружающего воздуха, устанавливается рекомендациями [1]:

$$\delta_4 = \frac{0.5 \cdot 34}{100} = 0.17 \%$$

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием вибраций, устанавливается рекомендациями [12]:

$$\delta_5 = \frac{0.5 \cdot 19}{100} = 0.095 \%$$

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием сопротивления нагрузки, устанавливается рекомендациями [1]:

$$\delta_6 = \frac{0.5 \cdot 6}{100} = 0.03 \%$$

Следовательно, допустимая основная погрешность манометра не должна превышать:

$$\delta_1 = \sqrt{0.5^2 - (0.065^2 + 0.024^2 + 0.17^2 + 0.095^2 + 0.03^2)} = 0.34 \%$$

В итоге видно, что основная погрешность выбранного манометра не превышает допустимой расчетной погрешности. Таким образом, можно сделать заключение о том, что прибор пригоден для использования.

2.6.3 Выбор исполнительных механизмов

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

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

Электропривод РэмТЭК-02 (рисунок 13) предназначен для управления запорной, запорно-регулирующей арматурой.

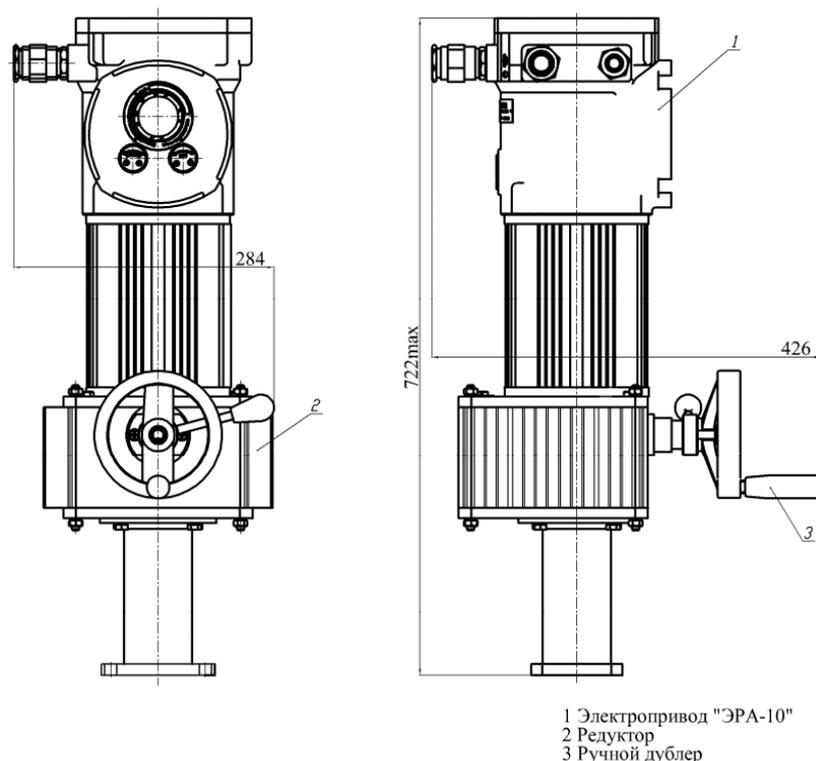


Рисунок 13 – Чертеж электропривода РэмТЭК-02

Основные технические характеристики электропривода РэмТЭК-02 приведены в таблице 9 [12].

Таблица 9 – Технические характеристики электропривода РэмТЭК-02

Технические характеристики	Значение
Модификация электропривода	с блоком управления ЭРА-10
Исполнение присоединительного звена к арматуре	многооборотное
Тип исполнения электронного блока управления	встроенный реверсивный тиристорный преобразователь, ограничение момента, положения
Блок управления ЭРА-10: – напряжение питания, VDC – встроенный источник питания – интерфейс – кол-во дискретных входов, шт. – дискретные выходы: 1) количество, шт. 2) схема подключения 3) напряжение, VDC 4) ток включения, mA 5) ток выключения, mA	24 да, не более 80 mA RS-485 5 6 двухпроводная (NAMUR) 8,2 3-78 ... 3,83 0,65 ... 0,7

2.6.4 Выбор системы сигнализации

Сигнализация — это одна из основных функций АС. Для этого используются звуковые и световые индикаторы, специальные экранные формы [1].

В соответствии с условиями, поставленными в ТЗ необходимо реализовать сигнализацию следующих показателей ТП в блоке низкотемпературной сепарации УКПГ:

— аварийно-высокий уровень давления на вводе в блок (KM1, KK1, HL1, HA);

— аварийно-высокий уровень в сепараторе (KM2, KK2, HL2, HA);

Для технологической сигнализации АС УКПГ на операторном уровне выбирается схема односторонней светозвуковой сигнализации с вызовом оператора на рабочее место. Схема сигнализации приведена в приложении Е и функционирует следующим образом.

При возникновении одного из аварийно-высоких показателей в УКПГ на систему сигнализации подается питание, и запитывается соответствующая обмотка реле (KM1, KM2). При этом замыкается соответствующий контакт (KK1, KK2) и загорается соответствующая лампочка (HL1, HL2). При этом срабатывает звуковая сигнализация HA. Нажатие кнопки SB1 производит отключение всей сигнализации в целом.

2.7 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешних проводок приведена в приложении Ж. первичные и внешитовые приборы включают в себя:

— датчик избыточного давления Метран-150TG;

— сигнализатора уровня Rosemount 2100;

Все датчики имеют выходным сигналом унифицированный токовый сигнал 4-20 мА.

Для передачи сигналов от датчиков на щит КИПиА используется два провода.

В качестве кабеля выбран КВВГ — кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом. Кабель КВВГ предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм [1].

2.9 Выбор алгоритмов управления АС УКПГ

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы [1]:

- 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 расхода, уровня 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 данном ВКР разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм пуска/останова технологического оборудования,
- алгоритм сбора данных измерений,
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.

Для представления алгоритма пуска/останова и сбора данных будем использовать правила ГОСТ 19.002.

2.9.1 Алгоритм сбора данных измерений

Алгоритм сбора данных с аналоговых и цифровых датчиков представлен на рис. 14.

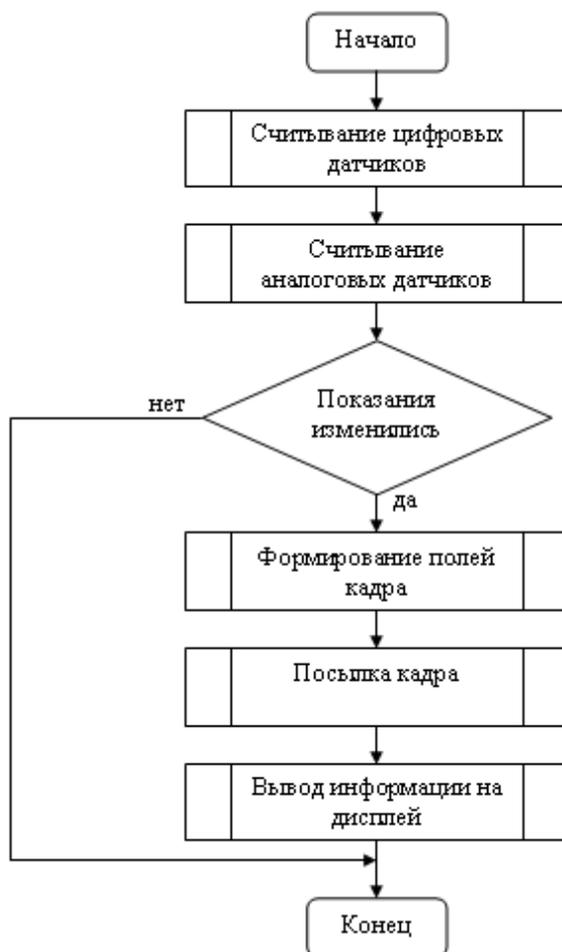


Рисунок 14 – Алгоритм сбора данных измерений

2.9.2 Алгоритм пуска/останова технологического оборудования

Входными сигналами состояния являются сигналы «Открыта», «Закрыта», «Отказ».

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

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

Если активен сигнал «Отказ», формируется сигнализация «Отказ привода электрозадвижки».

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

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

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

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

Управление положением задвижки осуществляется в местном и дистанционном режимах. Управление задвижкой в дистанционном режиме

предусматривает либо открытие, закрытие и останов открытия или закрытия по командам оператора с панели управления задвижкой или по условию, либо автоматическое управление задвижкой (для задвижек с автоматическим управлением). В местном режиме дистанционное управление задвижкой блокируется, и управление осуществляется по месту.

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

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

Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 10.

Таблица 10 – Входы алгоритма

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

Выходами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 11, а также сигнализации и сообщения оператору.

Таблица 11 – Выходы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
vlv_open	bool	Управляющий сигнал задвижки «Открыть»
vlv_close	bool	Управляющий сигнал задвижки «Заккрыть»
vlv_stop	bool	Управляющий сигнал задвижки «Стоп»
vlv_loc	bool	Управляющий сигнал задвижки «Местное управление»
vlv_rem	bool	Управляющий сигнал задвижки «Дистанционное управление»

На рисунке 14 представлена блок-схема алгоритма обработки состояния электрозадвижки.

На рисунке 15 представлена блок-схема алгоритма останова электрозадвижки (подпрограмма «Останов электрозадвижки»).

На рисунке 16 представлена блок-схема алгоритма открытия электрозадвижки (подпрограмма «Открытие электрозадвижки») и блок-схема алгоритма закрытия электрозадвижки (подпрограмма «Закрытие электрозадвижки»).

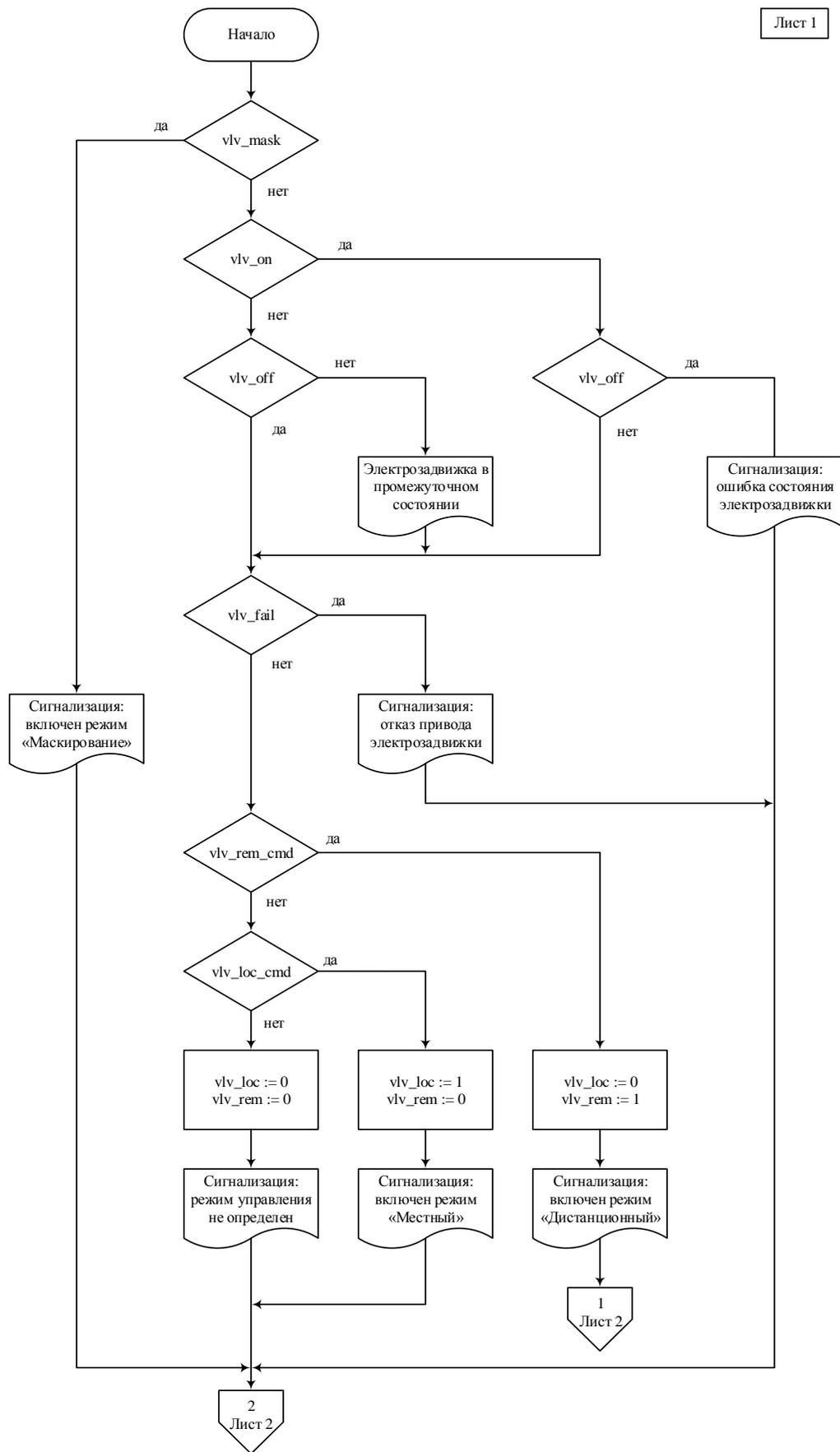


Рисунок 14 – Блок-схема алгоритма обработки состояния электродвигателя
(лист 1 из 2)

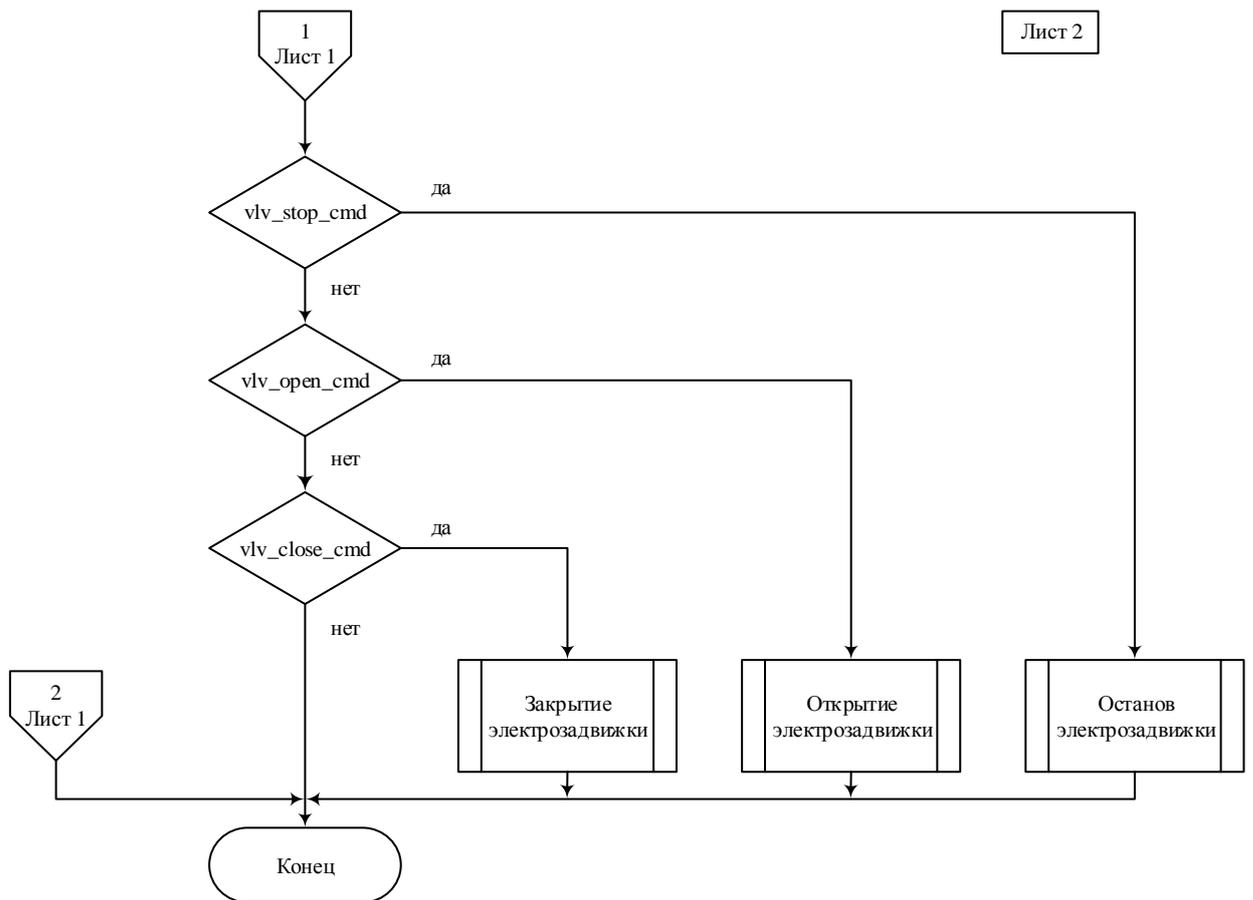


Рисунок 15 – Блок-схема обработки состояния электроздвижки (лист 2 из 2)

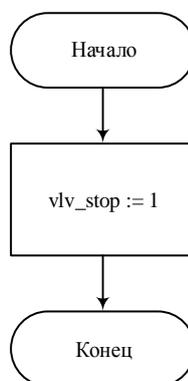


Рисунок 16 – Блок-схема алгоритма останова электроздвижки

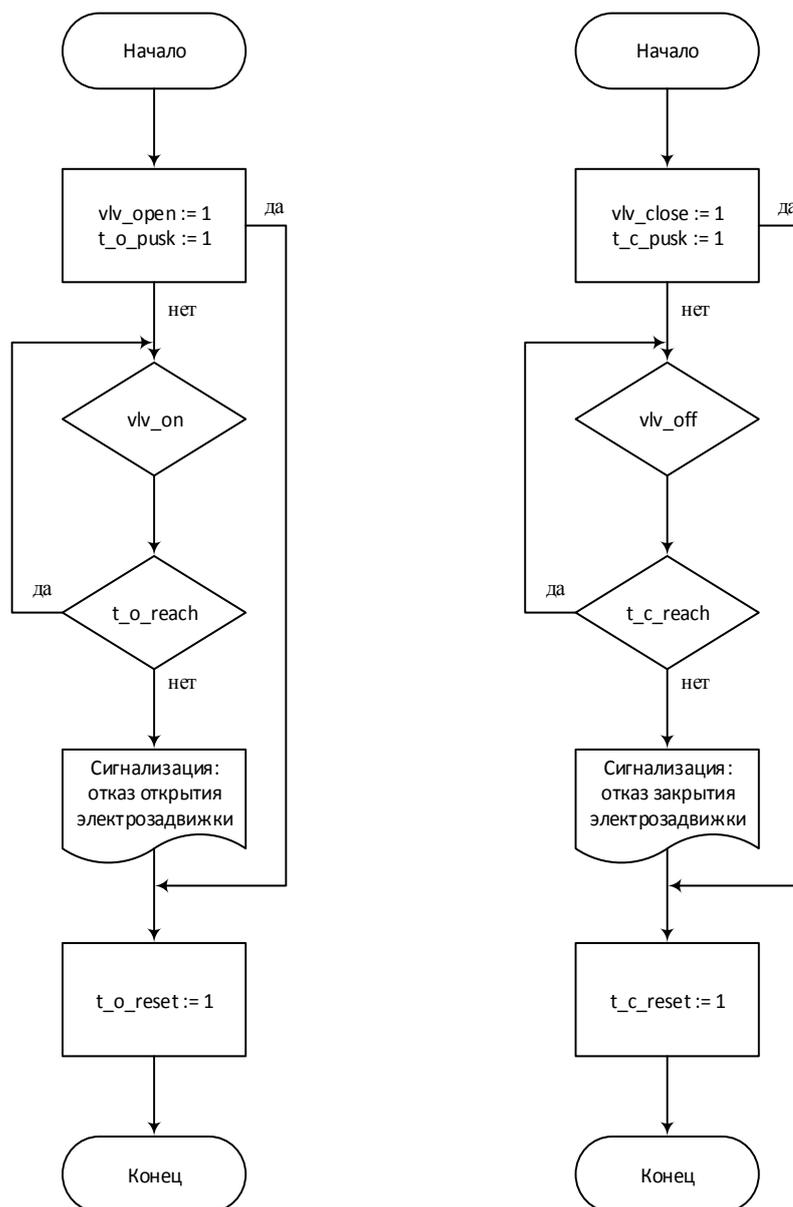


Рисунок 17 – Блок-схема алгоритма открытия электродвигки (слева) и блок-схема алгоритма закрытия электродвигки (справа)

2.9.3 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В качестве регулируемого параметра технологического процесса выступает давление на вводе в блок метанола. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования.

Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор — устройство в цепи обратной связи, используемое в системах

автоматического управления для формирования управляющего сигнала. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально входному сигналу, второе — интеграл входного сигнала, третье — производная входного сигнала.

В общем виде математическое описание процесса регулирования можно представить в виде следующей структурной схемы (рис. 18).

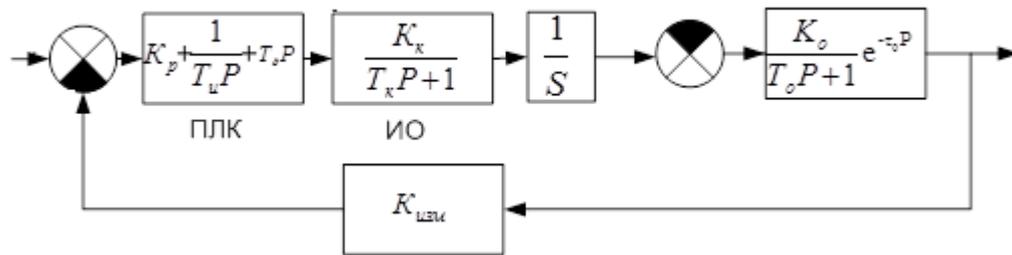


Рисунок 18 – Алгоритм ПИД регулирования.

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

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

Преобразование в жидкость

$$k \cdot Q = x$$

Трубопровод:

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

Так как при ПИД-регулировании используется ток до 20 мА, а частотный преобразователь изменяет частоту от 0 Гц до 300 кГц, то передаточный коэффициент равен 15. Постоянная времени была определена из документации частотного преобразователя и равная 0.2 сек [8]. Коэффициент передачи электропривода равен 0,005, т.к. максимальная скорость 1500 об/мин при максимальной частоте 300 кГц. Постоянная времени электропривода подобрана из технической документации [9], которая равна 0,08 сек.

Объектом управления является трубопровод:

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,2^2}{4} = 0,0314 \text{ м}^2,$$

$$c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}} = \frac{480}{0,0314} \sqrt{\frac{838}{2 \cdot 0,098 \cdot 0,5 \cdot 10^6}} = 0,3827 \text{ с},$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 0,0314 \cdot 0,3827^2}{\frac{480}{3600}} = 0,354 \text{ с},$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q} = \frac{5 \cdot 0,0314}{\frac{480}{3600}} = 1,2 \text{ с},$$

$$W(p) = \frac{1}{Tp+1} e^{-\tau_0 p} = \frac{1}{0,354p+1} e^{-1,2p}.$$

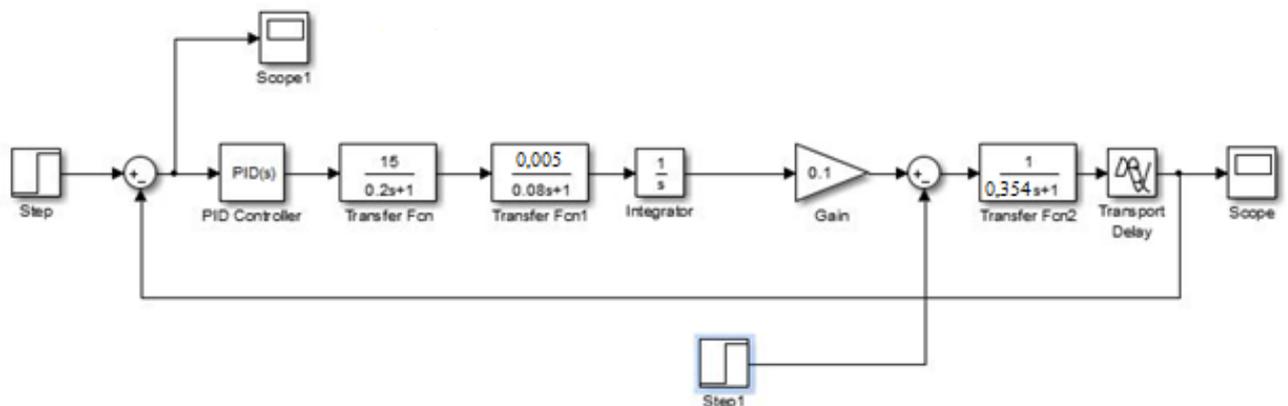


Рисунок 19 – Модель алгоритма ПИД регулирования

Модель регулирования включает в себя описанные выше звенья. На ПИД регулятор подается сумма параметров, состоящая из значений с датчика давления, выходного значение ОУ (выходное давление газа) и значения, приходящего с исполнительного механизма (для уменьшения колебательности системы). Коэффициенты K_p , K_i , K_d получены опытным путем в пакете Simulink.

График переходного процесса САР изображен на рисунке 20.

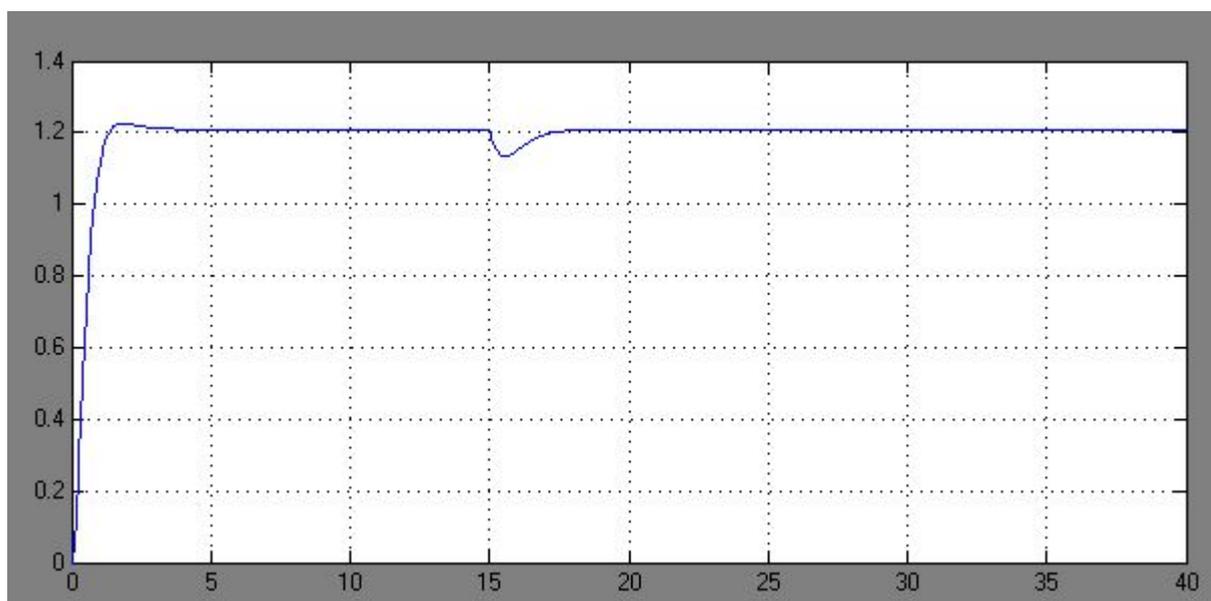


Рисунок 20 – График переходного процесса САР

В результате моделирования процесса получаем время переходного процесса 4 сек. Также наблюдаем поддержание заданного значения давления при возникновении возмущения, в виде включения контрольной линии для режима поверки метрологических характеристик.

2.10 Разработка программного обеспечения для программируемых логических контроллеров

Для программирования логического контроллера предполагается использование программной среды OpenPCS. В данном программном пакете

возможна реализация программирования достаточно широкого круга ПЛК, в том числе и выбранного ПЛК В&R серии X20.

Программа, реализующая пуск/останов электроприводов клапанов, выполнена на языке программирования LD стандарта IEC 61131-3 и приведена на рисунке 21.

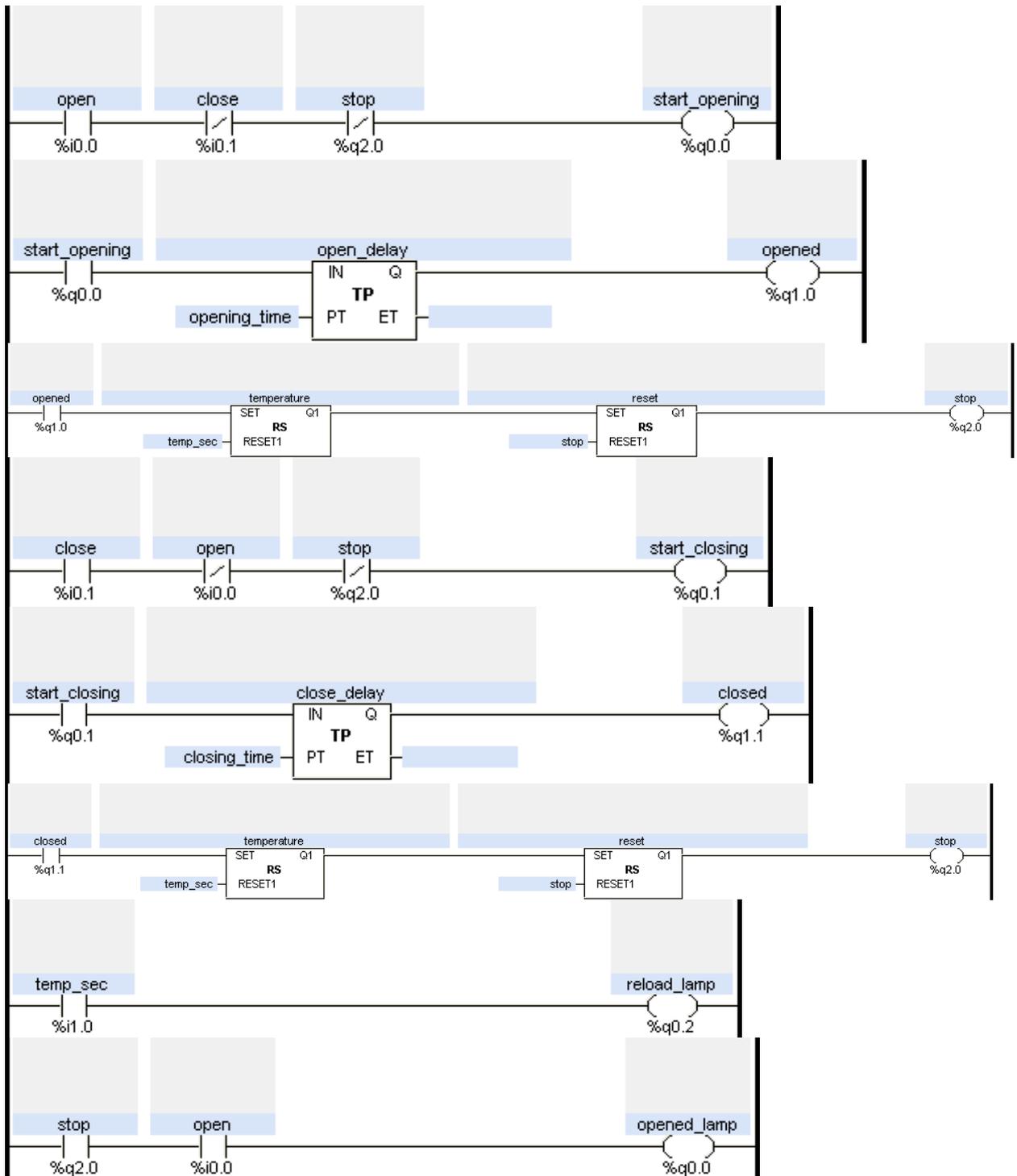




Рисунок 21 – LD-диаграмма программы управления работой насосного агрегата и задвижкой

2.11 Экранные формы АС УКПГ

Основные возможности SCADA-систем:

- сбор первичной информации от устройств нижнего уровня;
- архивирование и хранение информации для последующей обработки (создание архивов событий, аварийной сигнализации, изменения технологических параметров во времени, полное или частичное сохранение параметров через определенные промежутки времени);
- визуализация процессов;
- реализация алгоритмов управления, математических и логических вычислений (имеются встроенные языки программирования типа VBasic, Pascal, C и др.), передача управляющих воздействий на объект;
- документирование, как технологического процесса, так и процесса управления (создание отчетов), выдача на печать графиков, таблиц, результатов вычислений и др.;
- сетевые функции (LAN, SQL);
- защита от несанкционированного доступа в систему;
- обмен информацией с другими программами (например, Outlook, Word и др. через DDE, OLE и т.д.).

Аппаратная открытость устройств SCADA это поддержка или возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC технологии.

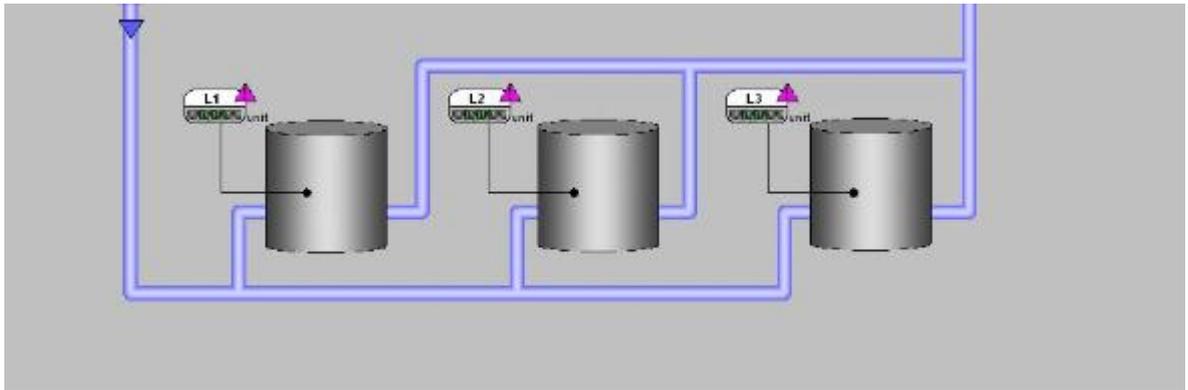


Рисунок 22 – Мнемосхема блока низкотемпературной сепарации

Для подсоединения драйверов ввода-вывода к SCADA используется стандартный динамический обмен данными OLE (Object Linking and Embedding), включение и встраивание объектов.

Рассмотрим реализацию SCADA-системы УКПГ на базе InTouch.

InTouch – широко известная и распространенная в мире SCADA-система. HMI позволяет контролировать и управлять всеми объектами и системами, используя графические объекты. Он включает: отображение параметров для управления сигналами; отображение текущих и исторических трендов; отображение и регистрацию аварийных сигналов.

Исполнительная система InTouch поддерживает базу данных текущих значений процесса. Эти значения могут отражать заданные точки контроля устройств, представляющие собой параметры физического объекта, или точки, представляющие расчетные значения. Значения параметров собираются и обрабатываются на PC, использующих распределенную структуру программного обеспечения.

InTouch представляет набор инструментов для графического отображения состояния процесса. Графические объекты могут быть анимированы с использованием следующих динамических атрибутов: цвет, положение, мигание, вращение, заполнение, указатели или процедуры для активации процедуры пользователя. SCADA InTouch позволяет организовать взаимодействие с другими приложениями, используя стандартные механизмы: DDE – обмен (большинство серверов ввода/вывода

поддерживает DDE – обмен для передачи данных в InTouch-приложение);
OLE – технология (используется для взаимодействия с некоторыми компонентами FactorySuite и другими пользовательскими приложениями);
OPC – программы.

SCADA-система InTouch имеет встроенные механизмы интеграции с другими компонентами FactorySuite. Эти механизмы используют как указанные стандартные протоколы, так и собственный, разработанный фирмой Wonderware, протокол SuiteLink. В этом протоколе введена концепция меток времени и качества информации, выставляемых серверами ввода/вывода.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т31	Кенжибаев Ильдар Алиевич

Школа	ИШИТР	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

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 по г.Томску
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	Проведение предпроектного анализа: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ..
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НИИ, разработка графика проведения НИИ, планирование бюджета НИИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт интегрального показателя финансовой эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Кенжибаев Ильдар Алиевич		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

3.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия. Для данных предприятий

разрабатывается автоматизированная система управления низкотемпературным сепаратором факельной системы установки комплексной подготовки газа (УКПГ). Автоматизированная система управления позволяет осуществлять процессы очистки газа без непосредственного участия обслуживающего персонала.

В таблице 12 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» – ООО «Томская нефть», «Б» – ОАО «Газпромнефть-Восток», «В» – АО «Микран»

Таблица 12 – Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	Б, В	А, Б	Б, В	В
	Средняя	А, Б, В	А, Б	Б, В	Б, В
	Крупная	А, Б, В	А	В	В

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

3.3 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В таблице 2 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Таблица 13 – 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	0,04	5	1	4	0,2	0,04	0,16
Удобство в эксплуатации	0,05	3	2	4	0,15	0,1	0,2
Помехоустойчивость	0,06	2	3	2	0,12	0,18	0,12
Энергоэкономичность	0,08	3	4	2	0,24	0,32	0,16
Надежность	0,12	5	2	5	0,6	0,24	0,6
Уровень шума	0,04	2	2	2	0,08	0,08	0,08
Безопасность	0,12	5	3	5	0,6	0,36	0,6
Потребность в ресурсах памяти	0,04	2	5	3	0,08	0,2	0,12
Функциональная мощность (предоставляемые)	0,02	2	2	1	0,04	0,04	0,02

возможности)							
Простота эксплуатации	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24

Продолжение таблицы 14

Качество интеллектуального интерфейса	0,06	4	0	4	0,24	0	0,24
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,03	5	0	5	0,15	0	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,02	2	1	3	0,04	0,02	0,06
Уровень проникновения на рынок	0,02	1	5	3	0,02	0,1	0,06
Цена	0,05	3	5	1	0,15	0,25	0,05
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	3	5	0,2	0,15	0,25
Послепродажное обслуживание	0,06	5	3	3	0,3	0,18	0,18
Финансирование научной разработки	0,02	2	1	1	0,04	0,02	0,02
Срок выхода на рынок	0,03	2	4	5	0,06	0,12	0,15
Наличие сертификации разработки	0,03	1	3	5	0,03	0,09	0,15
Итого:	1	63	52	67	3,64	2,67	3,61

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

В целом проектируемая система АСУ ТП является наиболее конкурентоспособным техническим решением, как нам показывает оценочная карта конкурентоспособность разрабатываемой АСУ ТП составляет 3,64 в отличии от двух других рассмотренных у которых конкурентоспособность составляет 2,67 и 3,61 соответственно. Это позволяет нам успешно привлекать инвестиции в проект.

3.4 SWOT – анализ

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

Таблица 15 – SWOT анализ

		Сильные стороны					Слабые стороны				
		С1. Простота настройки и эксплуатации системы	С2. Экологичность технологии	С3. Не требует уникального оборудования	С4. Наличие бюджетного финансирования	С5. Высококвалифицированный научный труд	Сл1. Отсутствие прототипа проекта	Сл2. Применение только для нефтяной промышленности	Сл3. Мало инжиниринговых компаний, способной построить производство под ключ	Сл4. Отсутствие необходимого оборудования	Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования
Возможности	В1. Использование инфраструктуры ТПУ для распространения	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	В2. Использование существующего программного обеспечения	+	0	-	0	+	-	-	-	-	-
	В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт	+	+	-	0	+	-	-	-	-	-
	В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований	0	-	+	+	-	-	-	-	-	-
	В5. Получение финансирования для дальнейшего более глубокого исследования.	+	-	+	+	0	-	-	-	-	-
Угрозы	У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
	У2. Развитая конкуренция технологий производства	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
	У3. Ограничения на экспорт технологии	-	-	-	-	-	-	-	+	0	0

У4. Захват внутреннего рынка иностранными компаниями.	-	-	-	-	-	-	-	0	+	+
У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	-	-	-	-	-	+	-	-	0	+

Данный анализ показывает в статическом режиме наши сильные и слабые стороны, а также правильно использовать возможности и угрозы. Это позволяет выстраивать маркетинговые и управленческие стратегии. В нашем случае можно сделать вывод, что на данный момент преимущества преобладают над недостатками.

3.5 Планирование научно-исследовательских работ

3.5.1 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, инженеры, 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 16.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Постановка целей и задач, получение исходных данных	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель, инженер
	3	Проведение патентных исследований	Научный руководитель, инженер
	4	Разработка календарного плана	Научный руководитель, инженер
Проектирование автоматизированной системы	5	Описание технологического процесса	Научный руководитель, инженер
	6	Разработка функциональной схемы автоматизации	Инженер
	7	Выбор архитектуры АС	Научный руководитель, инженер
	8	Разработка структурной схемы АС	Научный руководитель, инженер
	9	Разработка схемы информационных потоков АС	Инженер
	10	Выбор средств реализации АС	Инженер
	11	Разработка схемы соединения внешних проводок	Инженер
	12	Выбор алгоритма управления АС	Научный руководитель, инженер
	13	Разработка экранных форм АС	Научный руководитель, инженер
<i>Проведение ОКР</i>			
Оформление отчета, по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Оформление расчетно-пояснительной записки	Инженер

3.5.2 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 ($T_{\text{кал}} = 365$);

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

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

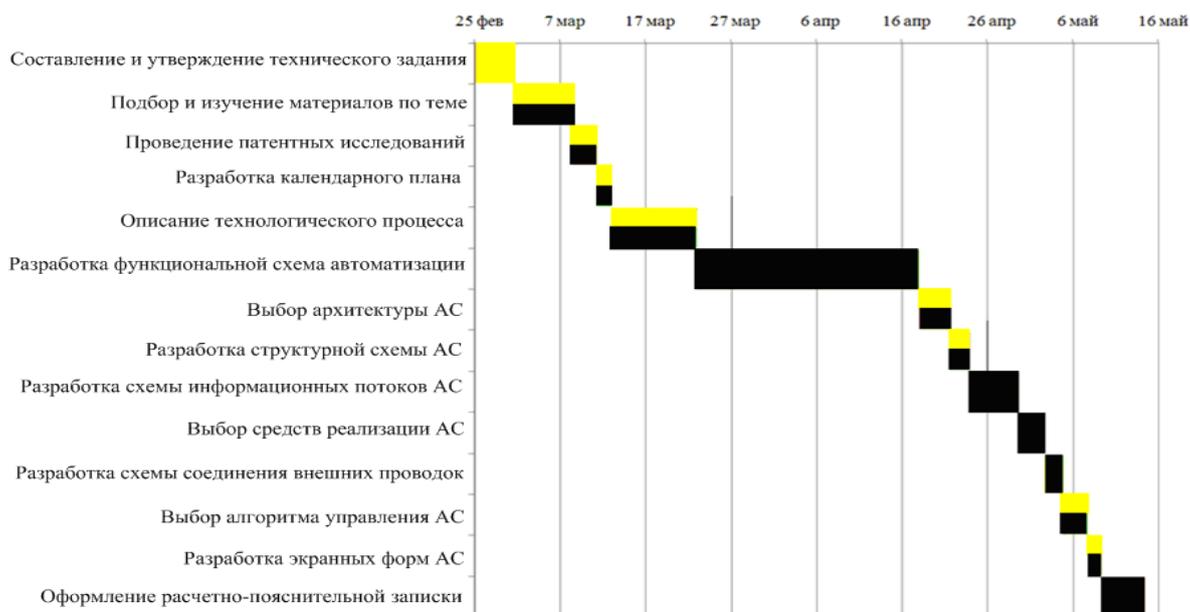
$$T_{\text{к}} = \frac{365}{365 - 52 - 12} = 1,213$$

В таблице 17 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 17 – Временные показатели проведения работ

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн			
					T_{Pi}		T_K	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
Составление и утверждение технического задания	НР	3	5	3,8	3,8	—	4	—
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	10	13	11,2	5,6	5,6	6	6
Проведение патентных исследований	НР, И	4	6	4,8	2,4	2,4	3	3
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	1,4	1,4	2	2
Описание технологического процесса	НР, И	15	18	16,2	8,1	8,1	9	9
Разработка функциональной схема автоматизации	И	20	24	21,6	—	21,6	—	22
Выбор архитектуры АС	НР, И	5	7	5,8	2,9	2,9	3	3
Разработка структурной схемы АС	НР, И	3	5	3,8	1,9	1,9	2	2
Разработка схемы информационных потоков АС	И	4	6	4,8	—	4,8	—	5
Выбор средств реализации АС	И	2	3	2,4	—	2,4	—	3
Разработка схемы соединения внешних проводов	И	1	3	1,8	—	1,8	—	2
Выбор алгоритма управления АС	НР, И	4	6	4,8	2,4	2,4	3	3
Разработка экранных форм АС	НР, И	2	4	2,8	1,4	1,4	2	2
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	3	6	4,2	—	4,2	—	5
Итого							34	67

На основе таблицы 18 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. На рисунке 23 приведен календарный план-график за период времени дипломирования.



■ – Научный руководитель ■ – Инженер

Рисунок 23 – Календарный план график проведения НИОКР

3.6 Бюджет научно-технического исследования

3.6.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 18 приведены материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 18 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер Siemens S7-300	шт.	1	345 000	431250
Манометры JUMO 420	шт.	2	16 000	36800
Датчик давления Метран-150	шт.	1	64 200	73830
Сигнализатор уровня Rosemount 2100	шт.	1	42 900	49335
Байпасный индикатор уровня Krohne BM 26A	шт.	1	7 300	8395
Регулирующий клапан MV54	шт.	1	15 200	19000
Электропривод РэмТЭК-02	шт.	1	197 000	246250
Итого:				864860

3.6.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Siemens S7-300. В таблице 19 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
Scada InTouch	1	27000	27000
итого:			27000

3.6.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по

данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Оклад берется согласно действующей тарифной сетке работодателя. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная з/плата} = \text{Месячный оклад} / 25 \text{ дней.}$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 9. При расчете учитывалось, что в году 301 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня. Также был принят во внимание коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям $K_{\text{ПР}} = 0,3$ и районный коэффициент $K_{\text{РК}} = 0,3$ ($K = 1,3 \cdot 1,3 = 1,69$).

Таблица 20 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премимальный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	33664	30%	20%	30%	65644,8	2442,60	34	83048,31
Инженер	14500	30%	30%	30%	30160	1086,15	67	72771,91
Итого:								155820,22

3.6.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 83048,31 = 12457,247$$

$$Z_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 42359,77 = 10915,79$$

3.6.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений 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 10.

Таблица 21 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	83048,31	12457,24577
Инженер	72771,91	10915,7865
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30	30
Итого:	46746,06	7011,91

3.6.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и

телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}$$

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

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (864860 + 27000 + 155820,22 + 23373,03 + 53757,97) \cdot 0,015 \\ &= 16872,17 \text{ руб} \end{aligned}$$

где 0,015 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.6.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 22:

Таблица 22 – расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	864860
2. Затраты на специальное оборудование	27000
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	155820,22
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	23373,03
5. Отчисления во внебюджетные фонды	53757,97
6. Накладные расходы	16872,17
7. Бюджет затрат НИИ	1141683,39

3.6 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 (см. таблицу 12). 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 размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Так как разработка имеет одно исполнение, то

$$I_{финр}^p = \frac{\Phi_p}{\Phi_{max}} = \frac{1141683,39}{1282790,33} = 0,89;$$

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 приведена в таблице 23.

Таблица 23 – Смета бюджетов рассмотренных аналогов

	Проектируемая АСУ ТП	Аналог 1	Аналог 2
Бюджет затрат	1141683,39	1282790,33	1231478,72

Для аналогов соответственно:

$$I_{фина1}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{1093655,48}{1093655,48} = 1; I_{фина1}^{a2} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{1231478,72}{1282790,33} = 0,96;$$

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 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО / Критерии	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:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{финр}}^p} = \frac{4,7}{0,89} = 5,28; I_{\text{фина1}}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{\text{фина1}}^{a1}} = \frac{3,7}{1} = 3,7; I_{\text{фина2}}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_{\text{фина2}}^{a2}} = \frac{3,6}{0,96} = 3,75.$$

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

Сравнительная эффективность проекта:

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

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,89	1	0,96
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,7	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	5,28	3,7	3,75

4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	–	1,58	1,4
---	--	---	------	-----

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
3-8ТЗ1	Кенжибаев Ильдар Алиевич

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>4. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочей зоной является низкотемпературный сепаратор на установке комплексной подготовки газа. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров низкотемпературного сепаратора на УКПГ. Вредными факторами производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: повышенный уровень шума и вибрации, повышенный уровень электромагнитных излучений. Опасными проявлениями факторов производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: электрический ток. Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара.</p>
<p>5. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 12.0.003-74 2. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. 3. СП 51.13330.2011. 4. ГОСТ 31192.2-2005 5. СанПиН 2.2.4.1191-03 6. Гост Р 12.1.019 – 2009

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>В ходе анализа производственной среды на предмет вредных факторов было выявлено следующее:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шумов на рабочем месте. 2. Повышенный уровень вибрации. 3. Электромагнитные излучения.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p>	<p>Электрический ток (источником является датчики, исполнительные</p>

<ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>механизмы и другое электрооборудование автоматики)</p> <p>Пожар (попутная нефть, является легковоспламеняющейся жидкостью)</p> <p>Взрыв (основным веществом с которым работает УКПП является газ, который является взрывоопасным веществом)</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Воздействие на селитебную зону не происходит.</p> <p>Гидросферу не значительно.</p> <p>Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом</p> <p>Воздействуя на литосферу происходит в результате производства, обслуживания и утилизации оборудования.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Возможные ЧС на объекте: утечка газа, возгорание, взрыв. Наиболее распространённым типом ЧС является пожар, взрыв.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Рабочее место должно соответствовать требованиям: ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности и настоящего стандарта».</p>
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ТЗ1	Кенжибаев Ильдар Алиевич		

4. Социальная ответственность

В ВКР рассматривается разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом низкотемпературным сепаратором факельной системы 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 разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом, а именно низкотемпературным сепаратором факельной системы 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. В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочей зоны, которой является низкотемпературный сепаратор, непосредственно куда проектировалась автоматизированная система управления. Проанализированы опасные и вредные факторы.

4.1 Профессиональная социальная безопасность. Анализ вредных факторов

4.1.1 Повышенный уровень шума

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

При выполнении работ на рабочих местах в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещениях предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА [17].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с СП 51.13330.2011 [18].

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 26.

Таблица 26 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА
	63	12	26	10	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

После внедрения автоматизированной системы управления увеличилось число оборудования, которое является источником шума. В состав источников шума в проектируемой системе являются электроприводы и клапана, пожарные сигнализации, компрессора.

До разработки системы автоматизированного управления шум на площадке составлял 65 дБ, после внедрения автоматизированной установки уровень шума увеличился незначительно и составляет 70 дБ. При этом дополнительных мер защиты, как наушники не требуется.

4.1.2 Повышенный уровень вибрации

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека [19].

Вибрация определяется следующими основными параметрами:

- частота f , Гц;
- амплитуда колебаний d , мм.

Таблица 27 – Гигиенические нормы вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц			
	2	4	8	50
Технологическая	108	99	93	92

Основными источниками вибрации в цехе подготовки газа являются

работающие задвижки, электроприводы, компрессора.

Методы защиты от вибрации:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения: замена динамических технологических процессов статическими, тщательный выбор режима работы оборудования, тщательная балансировка вращающихся механизмов;
- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника: вибродемпфирование, виброгашение, виброизоляция, жесткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы.

Средства индивидуальной защиты не требуются, так как вибрация не значительная.

4.1.3 Электромагнитное излучение

Электромагнитное излучение – это электромагнитные волны, возбуждаемые различными излучающими объектами, – заряженными частицами, атомами, молекулами, антеннами и пр. В зависимости от длины волны различают гамма-излучение, рентгеновское, ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, радиоволны и низкочастотные электромагнитные колебания

На производстве имеется множество источников электромагнитных полей (высоко- и низковольтные кабели, шины, трансформаторы тока и напряжения, распределительные шкафы, шкафы управления, а также насосные агрегаты, работающие от сети переменного тока).

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания работающих без средств защиты в электрическом поле приведены в таблице 28 [20].

Таблица 28 – Допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания

Время пребывания, час	Допустимые уровни МП, Н [А/м]/В [мкТл] при воздействии	
	Общем	Локальном
<=1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

После внедрения автоматизированного комплекса, уровень магнитного поля не превышает 400 А/м, а время пребывания обслуживающего персонала не более 2 часов в смену. Трансформаторы (активная часть) – помещены в металлических маслonaполненный бак, вся коммутационная аппаратура устанавливается в металлических шкафах.

Уровень влияния магнитного поля незначителен, следовательно, дополнительных средств защиты от магнитного излучения не требуется.

4.2 Анализ опасных факторов

4.2.1 Электробезопасность

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Это может произойти по оплошности в случае прикосновения к открытым токоведущим частям, но чаще всего из-за различных причин (перегрузки, не совсем качественная изоляция,

механические повреждения и др.). В процессе эксплуатации может ухудшиться изоляция токоведущих частей, в том числе шнуров питания, в результате чего они могут оказаться под напряжением, и случайное прикосновение к ним чревато электротравмой, а в тяжелых случаях — и гибелью человека.

Зоной, повышенной электроопасности являются места подключения электроприборов и установок. Нередко подключающие розетки располагают на полу, что недопустимо. Часто совершается другая ошибка — перегрузка розеток по мощности, и, как следствие, происходит нарушение изоляции, приводящее к короткому замыканию.

Во время монтажа и эксплуатации линий электросети необходимо полностью сделать невозможным возникновения электрического источника возгорания в следствии короткого замыкания и перегрузки проводов, ограничивать применение проводов с легковоспламеняющейся изоляцией и, за возможности, перейти на негорючую изоляцию.

Линия электросети для питания шкафов автоматики, периферийных устройств и оборудования для обслуживания, ремонта и наладивания шкафов автоматики выполняется как отдельная групповая трехпроводная сеть, путем прокладки фазового, нулевого рабочего и нулевого защитного проводников. Нулевой защитный проводник используется для заземления (зануление) электроприемников и прокладывается от стойки группового распределительного щита, распределительного пункта к розеткам питания.

Использование нулевого рабочего проводника как нулевого защитного проводника запрещается, а также не допускается подключение этих проводников на щите до одного контактного зажима.

Площадь перерезу нулевого рабочего и нулевого защитного проводника в групповой трехпроводной сети должна быть на меньше площади перерезу фазового проводника. Все проводники должны отвечать номинальным параметрам сети и нагрузки, условиям окружающей среды,

условиям деления проводников, температурному режиму и типам аппаратуры защиты, требованиям ПОЭ.

При проектировании автоматизированной системы добавилось большое количество электроприборов, таких как датчики, исполнительные механизмы с электроприводами.

Данное оборудование работает от постоянного тока, с напряжением 24 В, относительная влажность воздуха 50%, средняя температура около 24°C.

Для указанных электроприборов никаких дополнительных средств электрозащиты не требуется, т. к. при низковольтном напряжении 24 В, вероятность поражения током маловероятна. Для гашения дуги исполнительных реле, были подобраны реле со встроенным дугогасительным устройством.

Контроллерное оборудование, исполнительные нагревательные элементы работают от сети переменного напряжения 220 В и частотой 50 Гц. Данное оборудование подключено через распределительный шкаф. Эти виды оборудования являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При осмотре, работе, наладке этого оборудования возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Для обеспечения безопасности в данном случае необходимо установить защитные барьеры или ограждения вблизи от распределительного шкафа. Поставить табличку «Опасно. Высокое напряжение».

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходима изоляция токоведущих частей, установлено защитное отключение, защитное заземление и зануление [21].

4.3 Экологическая безопасность

В процессе эксплуатации УКПГ, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются «Методика по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу».

В процессе хранения осушки, очистки, хранения нефти и газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду.

На УКПГ происходит выделение газоконденсатов с последующим сбором в емкости для сбора газоконденсата. При хранении в емкости газоконденсат выделяет пары, которые по степени воздействия на организм человека, относятся к 4 классу опасности (вещества малоопасные).

На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению испарения газоконденсатов, путем герметизации емкости для сбора газоконденсата и откачивании его по соответствующему графику

Воздействие на селитебные зоны не распространяется, в связи удаленностью данного предприятия от жилой зоны.

Воздействия на атмосферу незначительное, т. к. системы противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки, аварии и другие опасные ситуации. При этом все технологические аппараты оснащены защитными фильтрами.

Воздействие на гидросферу. С целью охраны водоемов от попадания загрязненных стоков, все промышленные стоки направляются по системе трубопроводов на очистные сооружения с последующей подачей их в систему поддержки пластового давления.

Воздействие на литосферу. В связи с тем, что для производства и обслуживания оборудования средств автоматизации необходимы ресурсы, оказывается влияние на литосферу, а именно на недра земли, добыча

ископаемых. В этом случае мы не можем повлиять на защиту литосферы, однако после использования оборудования необходимо его утилизировать в соответствующих местах утилизации.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Пожарная безопасность

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага [22]. Пожары на предприятиях и в быту приносят значительный материальный ущерб, поэтому пожарной безопасности уделяют особое внимание.

К основным причинам пожаров на УКПГ можно отнести следующие:

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

Пожарная безопасность на УКПГ в соответствии с требованиями [16] должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения утечки природного газа;
- предотвращения образования на территории УКПГ горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход газа, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего УКПГ, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и загораний.

Как известно, горение природного газа или взрыв происходит в непроветриваемых помещениях при ПДК 5%-15%. Основным приемом для предотвращения возгорания является своевременное перекрытие запорной

арматуры, с целью отключения участка возгорания от подачи газа. Также на территории УКПГ должен иметься пожарный щит с наличием средств пожаротушения. Наличие в неветриваемых помещениях сигнализаторов с чувствительными элементами, сигнализирующие об утечки газа. На территории УКПГ быть установлены знаки пожарной безопасности для обозначения места расположения пожарного инвентаря, оборудования, гидрантов, колодцев и т.д., проходов к нему, схема эвакуации, а также для обозначения запретов на действия, нарушающие пожарную безопасность.

УКПГ оборудован лафетными стояками, системами пожарного водопровода. При пожаре включаются противопожарные насосные станции. Наружная установка по периметру оснащена пеногенераторными стояками, системами паротушения.

Мероприятия по предупреждению пожара:

- электрооборудование взрывозащищенного исполнения;
- напряжение для переносного электроинструмента и освещение не более 42В;
- систематическая проверка исправности заземления;
- герметизация технологического оборудования.

После внедрения автоматизированной системы управления добавилось электрооборудование, которое потенциально повышает вероятность воспламенения. В связи с этим все датчики были подобраны со взрывобезопасным исполнением, дополнительно были заказаны искробезопасные цепи. Дополнительных первичных средств пожаротушения не требуется.

4.4.2 Взрывобезопасность

В связи с тем, что основной рабочей зоной является низкотемпературный сепаратор факельной системы отделяет жидкую фазу нефтяной эмульсии от газа, то необходимо рассмотреть взрывобезопасность. Взрывоопасными являются сепараторы, отстойники и трубопроводы,

перекачивающие газ, места соединений с исполнительными механизмами.

Для предотвращения образования взрывоопасной среды и обеспечение в воздухе производственных помещений содержания взрывоопасных веществ применялось герметичное производственное оборудование, вмонтированы системы рабочей и аварийной вентиляции, установлен отвод, удаление взрывоопасной среды и веществ, способных привести к ее образованию в соответствии с ГОСТ 12.1.010-76 – Взрывобезопасность [23].

Установлены дополнительно датчики загазованности, для контроля состава воздушной среды.

4.5 Особенности законодательного регулирования проектных решений

1. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Настоящий стандарт распространяется на опасные и вредные производственные факторы, устанавливает их классификацию и содержит особенности разработки стандартов ССБТ на требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов.

2. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. Санитарные нормы устанавливают классификацию шумов; нормируемые параметры и предельно допустимые уровни шума на рабочих местах, допустимые уровни шума в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

3. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Настоящий свод правил устанавливает нормы допустимого шума на территориях и в помещениях зданий различного назначения, порядок проведения акустических расчетов по оценке шумового режима на этих территориях и в помещениях зданий, порядок выбора и применения различных методов и средств для снижения расчетных или фактических уровней шума до требований санитарных норм,

а также содержит указания по обеспечению в помещениях специального назначения оптимального акустического качества с точки зрения их функционального назначения.

4. ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Настоящий стандарт устанавливает требования к проведению измерений и оценке воздействия локальной вибрации на рабочем месте

5. СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарные правила устанавливают санитарно-эпидемиологические требования к условиям производственных воздействий ЭМП, которые должны соблюдаться при проектировании, реконструкции, строительстве производственных объектов, при проектировании, изготовлении и эксплуатации отечественных и импортных технических средств, являющихся источниками ЭМП.

6. Гост Р 12.1.019 – 2009. Электробезопасность. Настоящий стандарт относится к группе стандартов, регламентирующих требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации.

7. СНИП 2.11.03–93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы». Настоящие нормы распространяются на склады нефти и нефтепродуктов и устанавливают противопожарные требования к ним.

8. ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность. Настоящий стандарт распространяется на производственные процессы (включая транспортирование и хранение), в которых участвуют вещества, способные образовать взрывоопасную среду, и устанавливает общие требования по обеспечению их взрывобезопасности.

Заключение

В результате данной работы была разработана система автоматизированного управления установкой комплексной подготовки газа.

Системы автоматизации блока подготовки низкотемпературной сепарации УКПГ и диспетчерского контроля и управления была спроектирована на базе ПЛК Siemens S7-300 и программного SCADA пакета InTouch. Была разработана структурная и функциональная схемы автоматизации, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов.

Возможностей программного обеспечения системы достаточно для полнофункциональной системы диспетчерского контроля и управления. Таким образом, спроектированная САУ УКПГ не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и предоставляет запас для развития системы и соответствия возрастающим в течение всего срока эксплуатации требованиям.

Применение одного SCADA пакета на всех уровнях автоматизации УКПГ позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем. Эта особенность играет положительную роль и при внедрении систем, существенно сокращая сроки подготовки и проведения пусконаладочных работ на объектах заказчика.

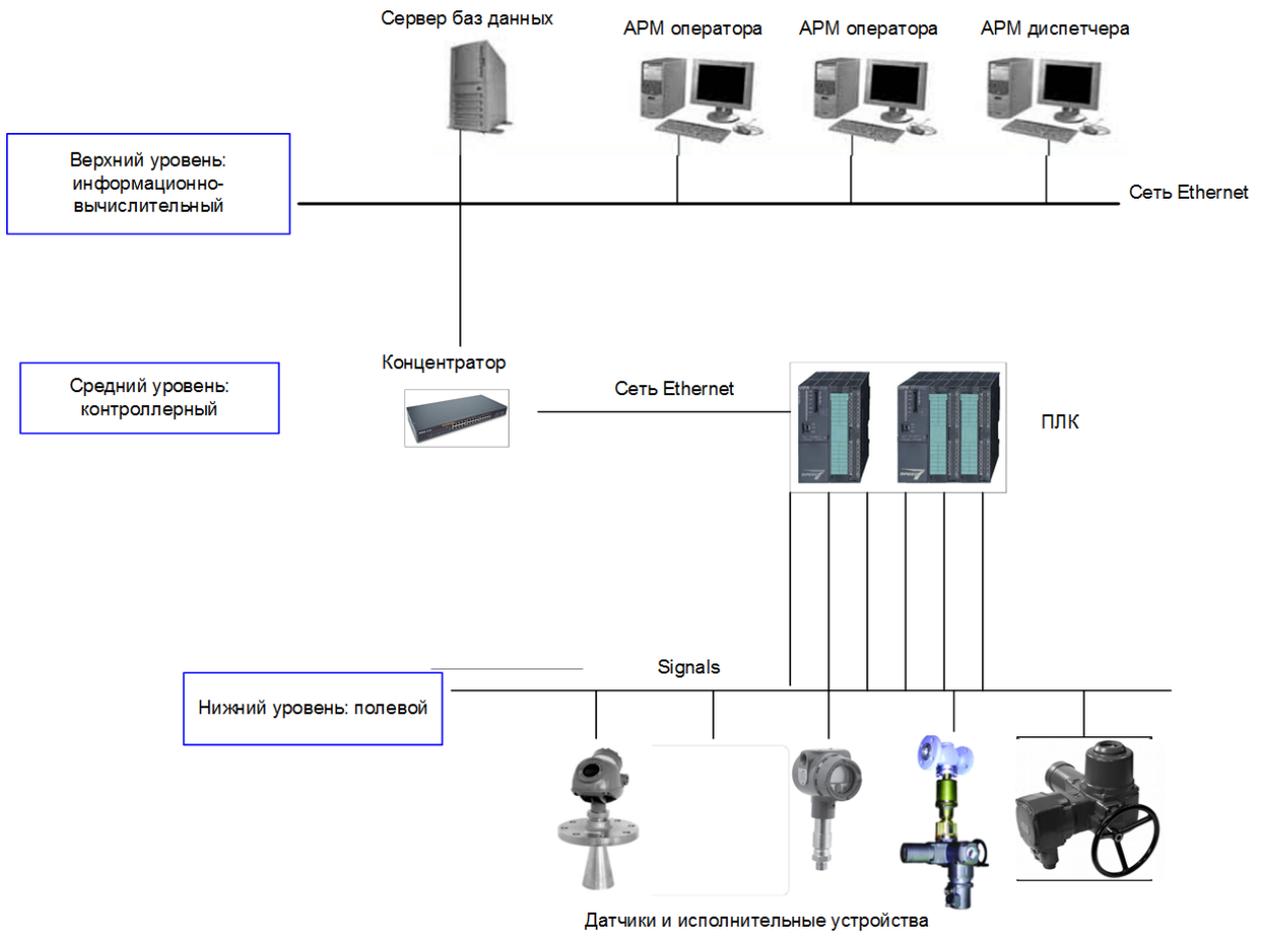
Список используемых источников

1. Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009. – 172 с.
2. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А. 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.– 44 с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть», 2013– 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311 с.
8. Датчик давления Метран-150, руководство по эксплуатации СПГК.5225.000.00 РЭ.
9. РМГ 62-2003 Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Основание погрешности измерений при ограниченной исходной информации ВНИИМС Госстандарта России. М., 2003. – 17 с.

10. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Изд-во стандартов,1995.—44 с.
11. Комиссарчик В. Ф., Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь, 2001. – 247 с.
12. Однооборотные взрывозащищенные электроприводы с двухсторонней муфтой ограничения крутящего момента, техническое описание и руководство по эксплуатации 3791-001-96569271 РЭ.
13. Клапаны регулирующие, регулирующие-отсечные (КМР-Э ЛГ, КМРО-Э ЛГ) [Электронный ресурс]. – URL: <http://klapan.ru/klapani-reguliruiuschie-reguliruiusche-otsechnie-kmr-e-kmro-e.html>, свободный. (дата обращения: 31.05.2018 г.).
14. Процессорные модули [Электронный ресурс]. – URL <http://asutp.prosoft.ru/products/types/4099/324202/378919/216707.html>, свободный. (дата обращения 31.05.2018 г.)
15. Википедия — свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. — URL <http://ru.wikipedia.org>, свободный. (дата обращения 31.05.2018 г.)
16. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные факторы. Классификация»
17. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
18. СП 51.13330.2011. Защита от шума.
19. ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека.
20. СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях.
21. Гост Р 12.1.019 – 2009. Электробезопасность.
22. СНиП 2.11.03–93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы».
23. ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность.

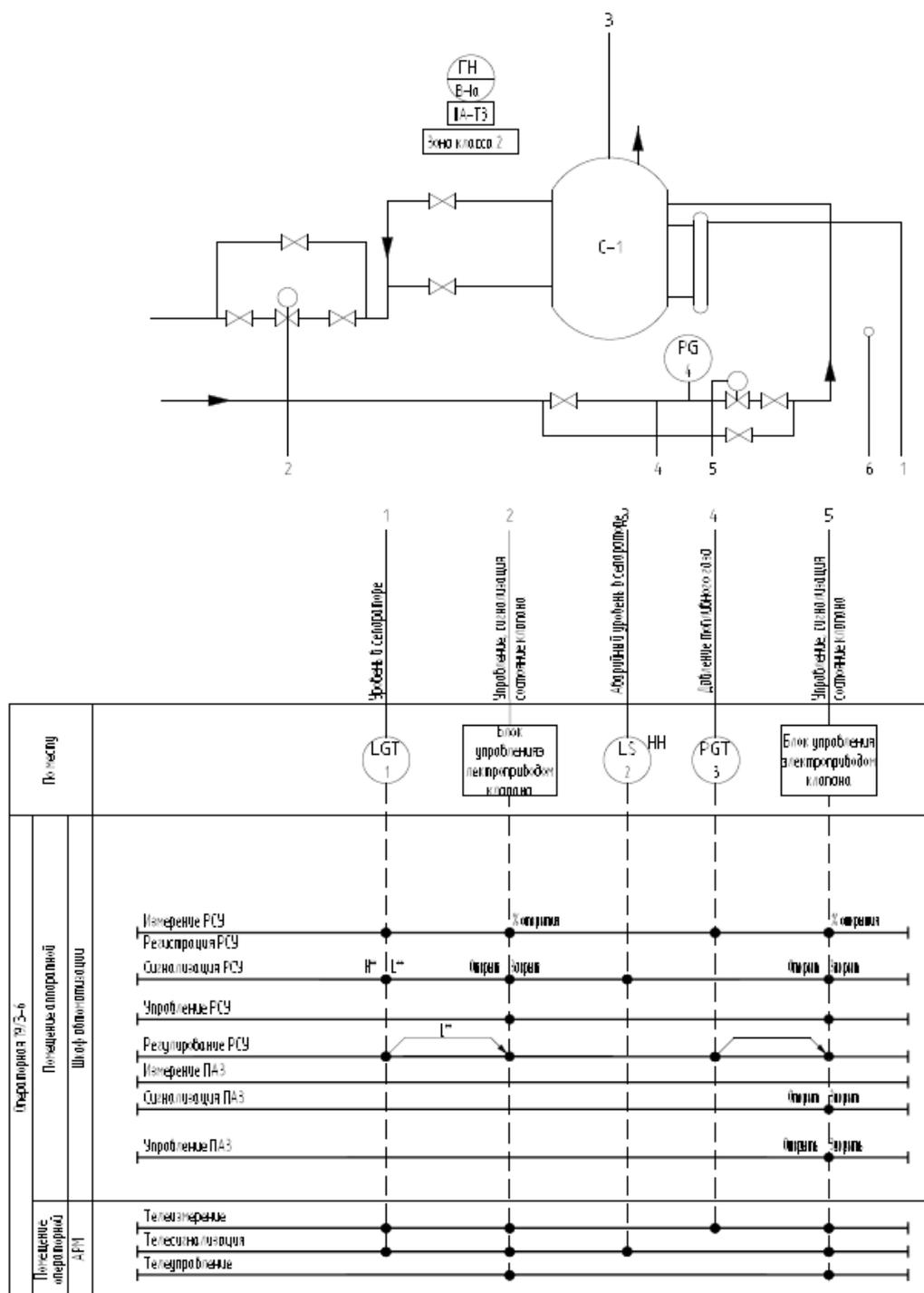
Приложение А

Трехуровневая структурная схема



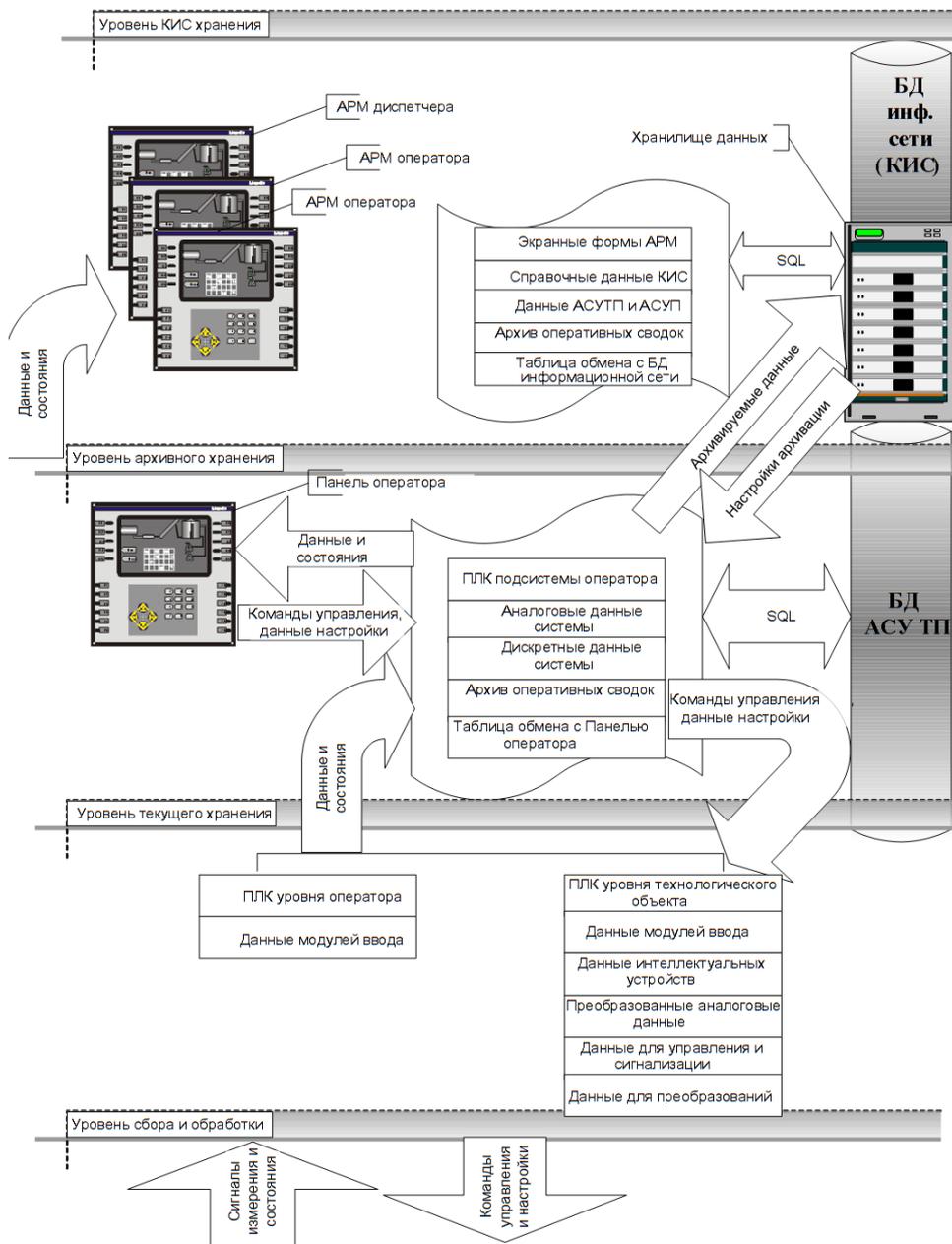
Приложение В

Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013



Приложение Г

Схема информационных потоков



Приложение Д

Примеры опросных листов

Предприятие: _____	Дата: _____
Адрес: _____	Страница № _____
Контактное лицо: _____	
Тел./факс: _____	

Наименование системы (объекта управления)	
Назначение контроллера	<input type="checkbox"/> Только сбор данных <input type="checkbox"/> Дискретное управление <input type="checkbox"/> Непрерывное управление <input type="checkbox"/> Вычисление расхода газа <input type="checkbox"/> Компьютер чистой нефти <input type="checkbox"/> Оптимизация добычи нефти
Количество сигналов ввода/вывода	Аналоговый вход: _____ Аналоговый выход: _____ Дискретный вход "сухой контакт": _____ Дискретный вход 24 В: _____ Дискретный выход 24 В: _____ Дискретный выход релейный: _____ Импульсный вход: _____ Температурный вход Pt100: _____ Цифровой вход HART: _____
Количество и тип коммуникационных портов (максимум 2)	<input type="checkbox"/> RS-232 (до 15 м) <input type="checkbox"/> RS-485 (до 1500 м) <input type="checkbox"/> Выделенная телефонная линия <input type="checkbox"/> Коммутируемая телефонная линия <input type="checkbox"/> Радио
Поддерживаемые комм. протоколы	<input checked="" type="checkbox"/> ROC <input type="checkbox"/> MODBUS <input type="checkbox"/> HART
Условия размещения контроллера	<input type="checkbox"/> В отапливаемом помещении <input type="checkbox"/> В неотапливаемом помещении <input type="checkbox"/> Вне помещения
Защитный кожух	<input type="checkbox"/> Не требуется <input type="checkbox"/> Требуется - для монтажа на открытой площадке - для монтажа на стене/трубе
Внешний жидкокристаллический дисплей	<input type="checkbox"/> Не требуется <input type="checkbox"/> Требуется
Температура окружающей среды °С	
Напряжение питания на объекте	<input type="checkbox"/> 220 В перем. тока <input type="checkbox"/> 24 В пост. Тока <input type="checkbox"/> 12 В пост. Тока <input type="checkbox"/> отсутствует
Контроллер нужно укомплектовать программным обеспечением	<input type="checkbox"/> Для сбора и отображения данных (SCADA) <input type="checkbox"/> OPC сервером <input type="checkbox"/> DDE сервером <input type="checkbox"/> _____
Дополнительные требования	

Опросный лист для выбора датчиков давления Метран-150

* - поля, обязательные для заполнения!

Общая информация		
Предприятие *:		Дата заполнения:
Контактное лицо *:		Тел. / факс *:
Адрес *:		E-mail:
Опросный лист №	Позиция по проекту:	Количество *:
Параметр		
Измеряемый параметр *	Избыточное давление	<input type="checkbox"/>
	Абсолютное давление	<input type="checkbox"/>
	Перепад давления	<input type="checkbox"/>
	Разрежение	<input type="checkbox"/>
	Давление-Разрежение	<input type="checkbox"/>
Измеряемая среда		
Диапазон измерения (шкала прибора) *	от _____ до _____	
Требуемая основная приведенная погрешность измерения		
Температура окружающей среды	от _____ до _____ °С	
Температура измеряемой среды	от _____ до _____ °С	
Рабочее избыточное давление (для датчиков перепада давления) *		
Требования к датчику		
Выходной сигнал *	<input type="checkbox"/> 4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола	
	<input type="checkbox"/> 0-5 мА	
	<input type="checkbox"/> обратный: <input type="checkbox"/> 20-4 мА <input type="checkbox"/> 5-0 мА	
	<input type="checkbox"/> квадратный корень (только для датчиков перепада давления)	
Соединение с технологическим процессом:	<input type="checkbox"/> M20x1,5	<input type="checkbox"/> ниппель с накидной гайкой Материал ниппеля: _____
	<input type="checkbox"/> К 1/2" <input type="checkbox"/> 1/2"-14 NPT	<input type="checkbox"/> наружная резьба
	<input type="checkbox"/> К 1/4" <input type="checkbox"/> 1/4"-18 NPT	<input type="checkbox"/> внутренняя резьба
	Фланцевое соединение, ГОСТ 12815-80 исполнение 2	
	<input type="checkbox"/> Ду 50 <input type="checkbox"/> PN 6 (только для Ду50)	<input type="checkbox"/> PN 40
Электрическое подключение	<input type="checkbox"/> электрический разъем (вилка 2РМГ14, розетка 2РМ14)	
	<input type="checkbox"/> электрический разъем (вилка 2РМГ22, розетка 2РМ22)	
	<input type="checkbox"/> штепсельный разъем DIN	
	Кабельный ввод:	
<input type="checkbox"/> полиамид	<input type="checkbox"/> нержавеющая сталь	<input type="checkbox"/> не требуется
<input type="checkbox"/> никелированная латунь	<input type="checkbox"/> небронированный кабель	<input type="checkbox"/> бронированный кабель
Требования к исполнению датчика		
Исполнение по взрывозащите	<input type="checkbox"/> взрывонепр. оболочка (Ex d) <input type="checkbox"/> искробезопасная цепь (Ex ia)	
	<input type="checkbox"/> общепромышленное	
Дополнительные опции		
<input type="checkbox"/> встроенный ЖК-индикатор <input type="checkbox"/> - кнопки для конфигурирования	<input type="checkbox"/> клапанный блок	Серия _____
<input type="checkbox"/> кронштейн для крепления датчика на трубе ø50 мм <input type="checkbox"/> кронштейн для установки датчика на плоской поверхности		Количество вентиляей _____
<input type="checkbox"/> в сборе с клапанным блоком		<input type="checkbox"/> кронштейн для крепления клапанного блока на трубе ø50 мм
Примечания: _____		

Опросный лист для подбора клапана с электроприводом

Клапан

двухходовой

регулирующий
 запорно-регулирующий

трехходовой

смешивающий
 разделяющий

Диаметр Ду, мм _____

KVs*, м³/ч _____

* при отсутствии данных указать:

- давление до клапана, бар min _____ max _____

- давление после клапана, бар min _____ max _____

- расход среды, т/час min _____ max _____

Среда: вода пар другая (уточнить) _____

Максимальная температура среды, °С _____ Рабочее давление, бар _____

Максимальный перепад давления на клапане, МПа _____

Тип присоединения: фланец резьба (до ду50) сварка (до ду50)

Ру, МПа _____

Дополнительные требования: _____

Электропривод

Напряжение питания: ~ 220В (стандарт) ~ 24В (под заказ)

Управляющий сигнал:

трехпозиционный (стандарт)

с постоянным управлением (под заказ)

0 . . . 10В

4 . . . 20 мА

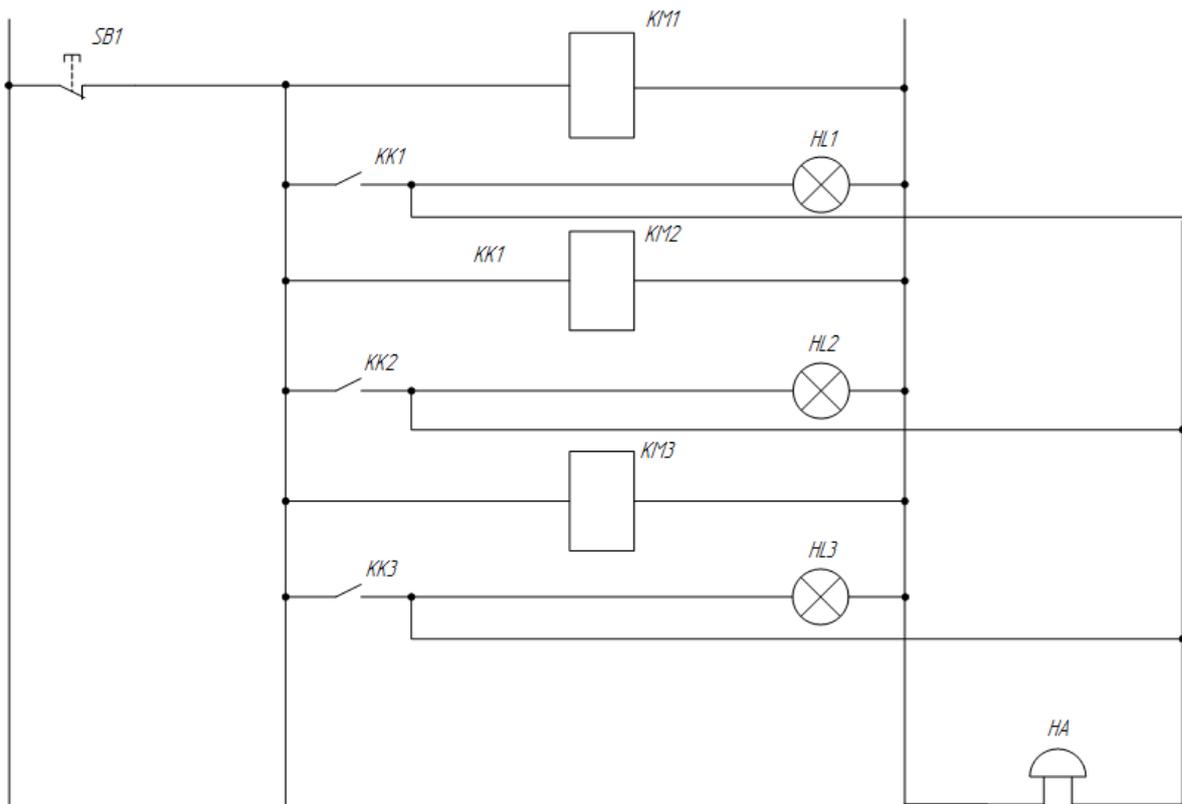
Дополнительные требования: _____

Организация: _____

Тел./факс: _____

Контактное лицо: _____

Приложение Е Схема сигнализации



Приложение Ж

Схема внешних проводок

