

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.03.04 «АТПП»
 Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы управления установки низкотемпературной сепарации газа

УДК 004.896:622.767.63:622.279

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т41	Зайцев Василий Викторович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Курганов Василий Васильевич	к. т. н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР	Цавнин Алексей Владимирович			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Суханов Алексей Викторович	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Конотопский Владимир Юрьевич	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	к. т. н.		
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	к. т. н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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

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
3–8Т41	Зайцев Василий Викторович

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы управления установки низкотемпературной сепарации газа	
Утверждена приказом директора (номер, дата)	№ 3479/с от 6.05.2019г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является низкотемпературный сепаратор. Режим работы непрерывный.</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	Доцент Отделение социально-гуманитарных наук Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Ассистент Отделение общетехнических дисциплин Мезенцева Ирина Леонидовна

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Отделение автоматизации и робототехники	Курганов Василий Васильевич	к.т.н., Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Зайцев Василий Викторович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Зайцев Василий Викторович.

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент. Ставка НДС (20%)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделение социально-гуманитарных наук, Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н., Доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Зайцев Василий Викторович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Зайцев Василий Викторович.

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров низкотемпературного сепаратора установки комплексной подготовки газа. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории установки комплексной подготовки газа.</i></p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – СанПиН 2.2.4.548 – 96. – СП 52.13330.2016 – СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96, – СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03 – ГОСТ Р 12.1.019-2009 – НПБ 105-03 – ГОСТ 12.1.010-76
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей микроклимата; – Недостаточная освещенность рабочей зоны; – Повышенный уровень шума; – Поражение электрическим током; – Пожар на рабочем месте.
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Воздействие на атмосферу, выбросы вредных веществ.
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Пожар; – Взрыв.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделение общетехнических дисциплин, Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Зайцев Василий Викторович.		

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 2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2019 г.	Основная часть	60
04.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
04.05.2019 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Курганов Василий Васильевич	к.т.н., Доцент		

СОГЛАСОВАНО:

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

Оглавление	
Задание выдал консультант:	5
Задание принял к исполнению студент:	5
ГЛОСАРИЙ.....	10
Обозначения и сокращения	14
ВВЕДЕНИЕ	16
РЕФЕРАТ	17
1 Техническое задание	18
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП	18
1.2 Назначение и состав НТС	19
1.3 Требования к автоматике.....	20
1.4 Требования к техническому обеспечению.....	22
1.5 Требования к метрологическому обеспечению.....	22
1.6 Требования к программному обеспечению	23
1.7 Требования к математическому обеспечению.....	24
1.8 Требования к информационному обеспечению	24
1.9 Требования к надежности.....	25
2 Описание технологического процесса	27
2.1 Описание блока сепаратора низкотемпературного как технологического объекта	27
2.2 Анализ существующей системы автоматизации.....	29
3 Выбор архитектуры АС	31
4 Разработка структурной схемы АС	31
5 Функциональная схема автоматизации	33
5.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013	33
5.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA	34
6 Разработка схемы информационных потоков	35
7 Выбор средств реализации САУ НТС.....	36
7.1 Выбор контроллерного оборудования.....	37
7.2 Выбор датчиков	40
7.2.1 Выбор уровнемера.....	40
7.2.3 Выбор датчика давления.....	43
7.2.4 Выбор расходомера	44
7.2.5 Выбор преобразователя температуры	46
7.2.6 Выбор исполнительных механизмов.....	49
9 Выбор алгоритмов управления АС НТС.....	51
9.1 Алгоритм сбора данных измерений.....	51
9.2 Алгоритм автоматического управления технологическим параметром.....	52
10 Экранные формы АС НТС.....	54

11	Разработка схемы соединения внешних проводов.....	55
12.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	56
12.1	Анализ конкурентных технических решений.....	56
12.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	58
12.3	Бюджет научно-технического исследования.....	60
12.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	64
13.	Социальная ответственность.....	66
13.1.	Производственная безопасность.....	67
	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	67
13.1.1.	Отклонения показателей микроклимата.....	67
13.1.2.	Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света.....	69
13.1.3.	Повышенный уровень шума.....	70
13.2.	Электробезопасность.....	72
13.3.	Экологическая безопасность.....	72
13.4.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	73
13.5.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	74
13.5.1.	Пожарная безопасность.....	74
13.5.2.	Взрывобезопасность.....	75
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
	CONCLUSION.....	79
	Список использованных источников.....	81

ГЛОСАРИЙ

Термин	Определение
Автоматизированная система	Автоматизированная система это - комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации
Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)	Интерфейс – это совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой
Видеокадр	Видеокадр – это область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.
Мнемосхема	Мнемосхема – это представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ
Мнемознак (мнемосимвол)	Мнемознак – это представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.
Интерфейс оператора	Интерфейс оператора – это совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой
Профиль АС	Понятие «профиль» определяется как 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. Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM (Open System Environment/Reference Model), предложена в ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000-3-99

Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet)	Протокол – это набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами
Техническое задание на АС (ТЗ)	Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы
Технологический процесс (ТП)	Технологический процесс – последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов)
СУБД	Система управления базами данных это – совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным
Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых комплектуется АС
SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных)	Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных
OPC-сервер	OPC-сервер – это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC

Стандарт	<p>Стандарт – образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними др. подобных объектов.</p> <p>Стандарт в Российской Федерации – документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг</p>
Объект управления	<p>Объект управления – обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления</p>
Программируемый логический контроллер (ПЛК)	<p>Программируемый логический контроллер или программируемый контроллер – специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьезного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени.</p>
Диспетчерский пункт (ДП)	<p>Диспетчерский пункт – центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства</p>
Автоматизированное рабочее место (АРМ)	<p>Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA-системы</p>
ТЕГ	<p>ТЕГ – метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации,</p>

	описания, поиска данных и задания внутренней структуры
Корпоративная информационная система (КИС)	Корпоративная информационная система – это масштабируемая система, предназначенная для комплексной автоматизации всех видов хозяйственной деятельности больших и средних предприятий, в том числе корпораций, состоящих из группы компаний, требующих единого управления.
Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор	Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор – устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.
Modbus	Modbus – это коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер»

Обозначения и сокращения

Аббревиатура	Краткая характеристика
OSI (Open Systems Interconnection)	Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем
PLC (Programmable Logic Controllers)	Программируемые логические контроллеры (ПЛК).
HMI (Human Machine Interface)	Человеко-машинный интерфейс
OSE/RM (Open System Environment Reference Model)	Базовая модель среды открытых систем
API (Application Program Interface)	Интерфейс прикладных программ
EI (External Environment Interface)	Интерфейс внешнего окружения
OPC (Object Protocol Control)	OLE для управления процессами
OLE (Object Linking and Embedding)	Протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ
SNMP (Simple Network Management Protocol)	Протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP
ODBC (Open DataBase Connectivity)	Программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных)
ANSI/ISA (American National Standards Institute/ Instrument Society of America)	Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей
DIN (Deutsches Institut für Normung)	Немецкий институт по стандартизации
IP (International Protection)	Степень защиты
LAD (Ladder Diagram)	Язык релейной (лестничной) логики
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
АСУП	Автоматизированная система управления

	предприятием
АРМ	Автоматизированное рабочее место
УНТС	Установка низкотемпературной сепарации
ДП	Диспетчерский пункт
ИБП	Источник бесперебойного питания
КИП	Контрольно измерительный прибор
КП	Контрольный пункт
ГЖС	Газо-жидкостная смесь
ФСА	Функциональная схема автоматизации
АЦП	Аналого-цифровой преобразователь
ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь
ВМР	Водометанольный раствор

ВВЕДЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе модернизируется автоматизированная система управления низкотемпературным сепаратором на установке комплексной подготовки газа.

Автоматизация технологических процессов играет важную роль в производительности труда, улучшения качества продукции. Также важно отметить снижение аварийных ситуаций, путем предупреждения, сигнализация и постоянного мониторинга за ходом технологического процесса с наименьшим влиянием человеческого фактора.

В этой связи, с целью повышения безопасности труда, снижения операционных затрат, повышения производительности и как следствие всего экономических показателей, таких как рентабельность, прибыль предприятия, вводится современная автоматизированная система низкотемпературной сепарации.

Актуальность темы вызвана экономическими факторами. Не трудно заметить, что не мало разработок, исследований проходит в нефтегазовой области, а также в области автоматизации. В этой связи пересечение этих двух сфер является одной из перспективных, так как ресурсосбережение, производительность, прибыль в макроэкономических масштабах является важным аспектом. При этом важным также остается постоянное повышение безопасности труда, что также обеспечивается путем внедрения автоматизированных систем, особенно в условиях повышенной опасности на нефтегазовых объектах.

Объектом исследования является низкотемпературный сепаратор установки комплексной подготовки газа.

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация автоматизированной системы низкотемпературного сепаратора установки комплексной подготовки газа.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 86 страниц машинописного текста, 28 таблиц, 11 рисунков, 1 список использованных источников из 16 наименований, 6 приложений.

Объектом исследования является низкотемпературный сепаратор.

Цель работы заключается в разработке автоматизированной системы установки низкотемпературной сепарации, включающей выбор структуры и архитектуры системы, выбор конкретных средств реализации: датчиков, контроллера и исполнительных механизмов, математическое моделирование и представление в виде экранных форм в SCADA-системе.

В данном проекте была разработана автоматизированная система установки низкотемпературной сепарации, выполненная на базе промышленного контроллера Siemens Simatic S7-400H. Моделирование части системы осуществлялось в программе MATLAB, а визуализация происходящих процессов стала возможной благодаря SCADA системе WinCC.

В ходе выполнения работы был разработаны схемы, включающие функциональные схемы автоматизации, схему соединения внешних проводок, моделирование САП в MATLAB, дерево экранных форм со SCADA-экранами конкретных объектов, схема трехуровневой архитектуры и схема информационных потоков.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

Установка низкотемпературной сепарации, Автоматизированная система управления, Трехуровневая архитектура, Программируемый логический контроллер, Электронные датчики, Экранные формы.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

Цели создания автоматизированной системы НТС является:

1. Повысить эффективность оборудования;
2. Снизить количество обслуживающего персонала;
3. Снизить технологические потери;
4. Улучшение качества подготовки осушенного газа и вследствие качества продукта.

Основными задачами создания АСУ ТП являются:

1. Сокращение потерь газового конденсата и поддержание качества товарного газа за счет оптимизации процесса низкотемпературной сепарации;
2. Точное поддержание параметров технологического процесса, исключить ошибочные действия при работе обслуживающего и оперативного персонала;
3. Повышение надежности системы путем внедрения современного оборудования с повышенной отказоустойчивостью, возможностью самодиагностики, а также при необходимости резервирования системы;
4. Повышение безопасности технологических процессов путем внедрения сигнализации, защиты, блокировки;
5. Реализация дистанционного контроля и управления автоматизированной системой в реальном времени с щита оператора.

1.2 Назначение и состав НТС

Установка низкотемпературной сепарации предназначена для:

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

В состав низкотемпературной сепарации входит:

- низкотемпературный сепаратор;
- разделитель.

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

Низкотемпературный сепаратор должен иметь в составе:

- датчик дифференциального давления;
- датчик давления с сигнализацией предельно низким и высоким давлением;
- датчик температуры;
- датчик уровня с сигнализацией;
- регулирующие клапаны с электроприводами;

Разделитель имеет в составе:

- датчики давления;
- уровнемеры с сигнализацией;

- расходомер;
- регулирующие клапаны с электроприводами.

1.3 Требования к автоматике

Средства автоматизации должны обеспечивать следующие основные функции:

- автоматическое регулирование технологического процесса;
- защиту основного оборудования;
- дистанционный контроль и регистрацию текущих значений основных технологических параметров.

Система автоматизации НТС должна обеспечивать следующее:

1) Мониторинг всех измеряемых параметров и состояния регулирующих клапанов;

2) Регистрацию рабочих параметров НТС (давление, перепад давления на сепарационной насадке, температура сепарации, текущие значения расходов газового конденсата за учетный промежуток времени (2 часа)).

3) Управление:

- Уровнем газового конденсата в НТС;
- Уровнем насыщенного метанола в НТС.

4) Сигнализацию:

- При повышенном значении давления в НТС;
- При повышенном значении перепада давления на сепарационной насадке НТС;
- При максимальном и минимальном уровне газового конденсата в НТС;

- При максимальном и минимальном уровне насыщенного метанола в разделителе.

В операторную на АРМ оператора должна обеспечиваться выдача всей информации о работе НТС.

1.4 Требования к техническому обеспечению

Комплекс технических средств должен обеспечивать реализацию функций, описанных в техническом задании.

В состав комплекса технических средств реализации входят:

- контроллерное оборудование;
- средства измерений;
- исполнительные механизмы.

При выборе контроллерного оборудования необходимо, чтобы система имела возможность наращивания. Иметь резерв по вход/выходным сигналам 20%. Среда программирования должна быть реализована на FBD, LD. Время цикла не более 0,3 мс. Поддержка интерфейсов RS-485, Ethernet.

Средства измерений должны иметь возможность работы в агрессивных средах. Датчики должны быть подобраны со взрывозащищенным исполнением, искробезопасными барьерами. Датчики подбирать с функцией самодиагностики. Выходной сигнал 4-20 мА с поддержкой протокола HART.

Электропривода на площадках должны иметь асинхронный двигатель, предпочтительно со встроенным частотным преобразователем, либо подобрать отдельно скалярного типа. Независимо от выбора, предусмотреть управление частотным преобразователем от аналогового сигнала 4-20 мА.

Оборудование должно быть ремонтпригодным и заменяемым. Работать от питания промышленных сетей переменного тока с напряжением 220 В, 380 В $\pm 10\%$.

Весь комплекс аппаратно-технических средств, установленный на открытых площадках должен быть устойчив к воздействию температур от -40 до +40 °С.

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Средства измерений должны обеспечивать результаты измерений с нормируемой точностью. При проектировании в роли нормируемой точности

средств измерений будет принята относительная или приведенная погрешность.

Требования к погрешности приведены в таблице 1.

Таблица 1. Требования к погрешности измерительных каналов

Наименование измеряемого параметра		Норма погрешности	Примечание
1	Температура	0,1%	Относительная погрешность
2	Давление	0,1 %	Приведенная погрешность
3	Уровень	0,1%	Приведенная погрешность
4	Расход	1 %	Приведенная погрешность

Информация о технологических параметрах должна представляться в единицах измерения, с указанием знака параметра и обозначением единиц измерений в соответствии с требованиями ГОСТ 8.430-88.

1.6 Требования к программному обеспечению

ПО должно быть достаточным для выполнения всех функций АСУ ТП факельного сепаратора высокого давления, реализуемых с применением средств вычислительной техники.

ПО должно работать в среде MS Windows на обычных ПЭВМ в качестве АРМ.

ПО должно включать в себя:

- базовое ПО технологического контроллера;
- фирменный пакет ПО для программирования технологических контроллеров, позволяющий реализовать необходимые функции управления, защиты и контроля.

ПО программирования контроллеров должно обеспечивать разработку алгоритма на одном из технологических языков программирования (язык релейной логики, язык последовательных функциональных блоков и т.д.).

Реализация интерфейса АРМ должна:

- позволять оператору работать с АСУ ТП через систему «меню» или путем «нажатия» функциональных экранных кнопок;
- запрашивать подтверждение действий оператора для исключения случайного нажатия клавиш;
- обеспечивать блокировку неправильных действий оператора.

ПО должно быть защищено от несанкционированного внесения изменений.

1.7 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение должно состоять из алгоритмов решения задач сбора и обработки информации, а также выдачи управляющих воздействий.

Алгоритмы должны уточняться на стадии проектирования системы и обеспечивать автоматический выход на номинальный режим, регламентированный режим работы и безаварийную остановку технологического процесса, а также снижение или исключение возможности ошибочных действий производственного персонала при ведении процесса, пуске и остановке.

1.8 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение АСУ ТП должно быть достаточным для выполнения автоматизированных функций системы и предоставления оператору информации об объекте управления.

Для предоставления оператору информации об объекте управления АРМ должно использовать специализированный графический программный пакет. С помощью данного пакета должно обеспечиваться:

- предоставление информации по измеряемым значениям аналоговых и дискретных параметров, а также по расчетным параметрам объекта управления;
- предоставление информации в виде мнемосхем;
- организация трендов аналоговых параметров;
- организация предупредительной и предаварийной сигнализации;
- документирование процесса посредством ведения журнала событий;
- диспетчерской управление;
- защита от несанкционированного доступа;
- организация системы справочной информации.

1.9 Требования к надежности

Система должна позволять восстанавливать работоспособность отказавших функций и элементов без останова производства.

Средняя наработка на отказ датчиков давления должны быть не менее 80 000 ч.

Средняя наработка на отказ датчиков температуры не менее 50 000 ч.

Средняя наработка на отказ датчиков расхода не менее 150 000 ч.

Средняя наработка на отказ датчиков уровня не менее 90 000 ч.

Средняя наработка на отказ датчиков контроллерного оборудования не менее 120 000 ч.

Гарантийный срок эксплуатации всех составных частей с момента поставки оборудования АСУ ТП не менее 18 месяцев.

Отказ одной единицы оборудования не должен приводить к отказу всей системы.

Надежность контроля параметров системой должна обеспечиваться аппаратным дублированием и наличием систем диагностики и самодиагностики с индикацией рабочего состояния.

2 Описание технологического процесса

2.1 Описание блока сепаратора низкотемпературного как технологического объекта

При добыче газа из залежи, расположенной на глубине 3500-3600 м, пластовый газ содержит большое количество конденсата. Как правило при высоких пластовых давлениях используют низкотемпературную сепарацию.

Как известно, при низких температурах происходит конденсация влаги, что приводит к уменьшению влажности. Газ охлаждается путем редуцирования через эжектор, в следствии чего создается большое давление. Как правило взаимосвязь между охлаждением и давлением 3 – 5 °С на 1 МПа снижения давления. За счет утилизации холодного потока осушенного газа в теплообменниках получается снизить температуру сырого газа до -20 °С.

Исходя из вышеописанного, низкотемпературная сепарация заключается в охлаждении природного газа с последующим разделением газоконденсатной смеси в сепараторе на жидкую и газовую фазы.

При таком методе сепарации газа, может произойти нежелательный эффект, который представляет собой кристаллогидраты, образующиеся при контакте углеводородных газов с водой при определенных условиях. Для того чтобы снизить эффект появления кристаллогидратов в установках низкотемпературной сепарации в поток газа вводят ингибиторы, задача которых поглощать водяные пары и переводить их совместно с водой в смесь, которая имеет наиболее низкую температуру гидратообразования.

Газ поступает от кустов скважин на низкотемпературную сепарацию, в здание переключающей арматуры, где путем распределения проходит по нескольким технологическим линиям НТС. Обычно одна из линий является резервной.

Для более подробного рассмотрения технологического процесса низкотемпературной сепарации, рассмотрим упрощенную схему с двухступенчатой предварительной сепарацией, приведенной на рисунке 1.

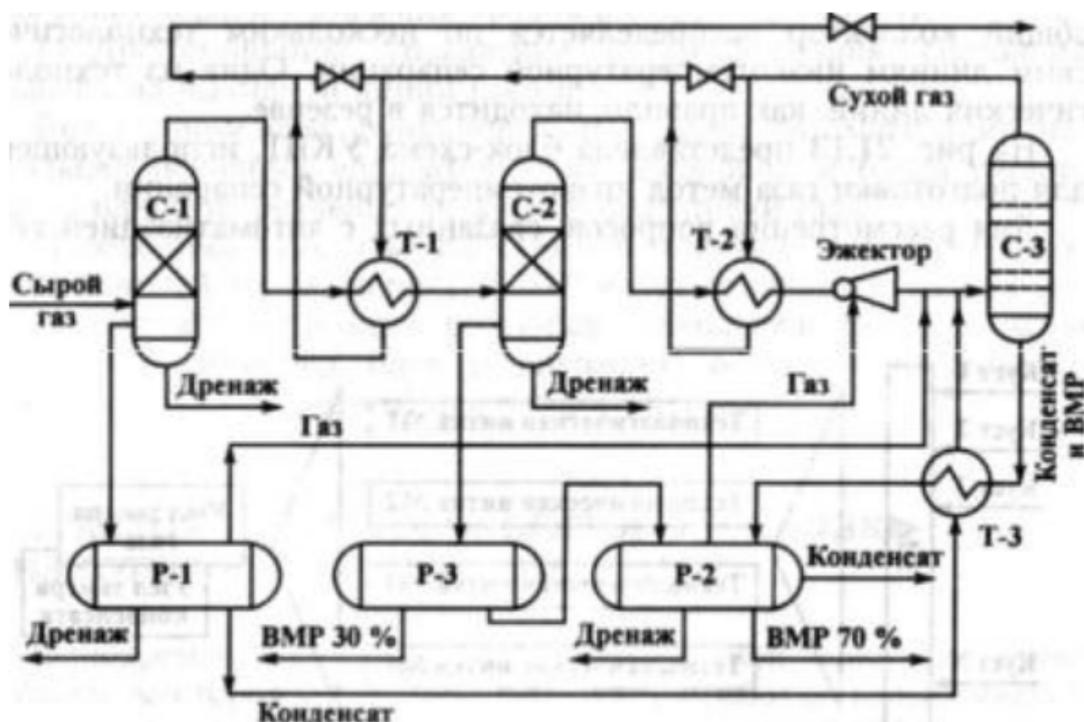


Рисунок 1 – Технологическая схема низкотемпературной сепарации с двухступенчатой предварительной сепарацией

В сепаратор С-1 поступает газ по технологической линии. После этого он проходит через теплообменник Т-1, а затем поступает на сепаратор второй ступени С-2. Далее проходит через теплообменник Т-2, эжектор и поступает на низкотемпературный сепаратор С-3. После этого осушенный и охлажденный газ повторно проходит через теплообменники Т-1 и Т-2, чтобы охладить сырой газ, а после этого поступает на магистральный трубопровод.

В это время жидкость, которая представляет собой углеводородный конденсат, а также вода с растворенным метанолом выходит из сепаратора С-1 в разделитель Р-1. Вода с метанолом от разделителя поступает в дренаж, где в последующем закачивается в пласт. Охлажденный конденсат в теплообменнике Т-3 всprysкивается в поток газа перед низкотемпературным сепаратором С-3. Охлаждение конденсата в Т-3 происходит за счет холодного углеводородного конденсата, который выделяется в низкотемпературном сепараторе.

Из сепаратора С-2 жидкость поступает в разделительную емкость Р-3, где водометанольный раствор поступает на площадку трапов, а конденсат с водой поступает в разделительную емкость Р-2.

Разделительная емкость Р-2 осуществляет разделение конденсата и метанольного раствора. Газ, который выделяется в Р-2 поступает на эжектор.

2.2 Анализ существующей системы автоматизации

Существующая система, которая подлежит модернизации имела в своем составе следующий комплекс аппаратно-технических средств. В существующей системе была установлена система автоматизации только на сам сепаратор, без дополнительных узлов, что не позволяло более эффективно использовать технологический комплекс. В системе автоматизации было установлено 8 точек автоматизации, в модернизируемой системе их 10. При этом измеряемые параметры перераспределены.

Контроллер MicroLogix 1200. Достаточно мощные контроллеры, имеющие модульную архитектуру и возможность наращивания. Однако, к новой системе предъявлены повышенные требования надежности которым не удовлетворяет MicroLogix 1200.

Датчики уровня Rosemount 5300, используемые в существующей системе, представляют собой дорогое решение, при этом достаточно использовать более простые решения, не уступающие по надежности и более низкие по стоимости.

В существующей системе автоматизации используются датчики давления Метран-150, которые удовлетворяют требованиям по надёжности и стоимости. Для дальнейшего развития системы принято решение использовать датчики этой же серии.

Принято решение сохранить в составе системы расходомер Micro Motion, которые показывают высокую надежность в эксплуатации, высокую

точность измерения. При этом срок эксплуатации позволяет использовать его еще 10 лет.

В качестве датчиков температуры используются четырех проводные термосопротивления Метран-286. Датчики имеют систему самодиагностики, высокую точность измерения и надежность.

Комплекс технических средств в исходной системе представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Комплекс технических средств автоматизированной системы до модернизации

Контроллер	MicroLogix 1200
Датчик уровня	Rosemount 5300
Датчик давления	Метран-150
Расходомер	MicroMotion
Датчик температуры	Метран-286
Электропривод	ЭРА-10

3 Выбор архитектуры АС

Основу разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта автоматизированной системы составляет понятие профиля. Профиль представляет собой ряд стандартов, которые ориентированы на выполнение определенной задачи. Целью использования профилей является:

- уменьшение трудоемкости проектирования автоматизированной системы;
- обеспечение возможности масштабируемости автоматизированной системы по набору прикладных функций;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач информационных систем.

Профили автоматизированной системы включают в себя группы:

- профили прикладного программного обеспечения;
- профили защиты информации автоматизированной системы;
- профили инструментальных средств автоматизированной системы.

В роли прикладного программного обеспечения в системе используется SCADA на WinCC. В качестве профиля среды автоматизированной системы используем операционную систему Windows. Под профилями защиты будут использованы стандартные средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств будет основан на среде Simatic Step7.

4 Разработка структурной схемы АС

Согласно техническому заданию проектируемая автоматизированная система управления имеет трехуровневую структуру.

Нижний уровень. На нижнем уровне автоматизации (полевой уровень) находятся измерительные преобразователи, приборы, исполнительные механизмы, установленные непосредственно на технологическое оборудование. На этом уровне происходит сбор информации о

технологических параметрах, а также непосредственное воздействие на технологический процесс - регулирование.

На среднем уровне происходит сбор информации от полевого оборудования. Выполняется первичная обработка и передача на верхний уровень, а также формируются управляющие воздействия на нижний уровень. Данный уровень представляет собой контроллерную часть (контроллер, модули ввода/вывода, устройства сопряжения).

Верхний уровень представляет собой АРМ оператора и серверную часть. На верхнем уровне происходит представление собранной информации в удобном для оператора виде, как правило, с помощью SCADA-систем в виде мнемосхем, цифровых измерений, графиков, и т.д., выполняется регистрация в виде отчетов, формируется база данных.

Разработанная трехуровневая архитектура представлена в приложении А.

5 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации – это схема, которая разъясняет процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях установки или автоматизированной системы в целом. Этими схемами пользуются для изучения принципов работы изделий (установок), а также при наладке, контроле и ремонте.

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

В соответствии с заданием разработаны функциональная схема автоматизации согласно ГОСТ 21.208-2013, а также согласно стандарту американского общества приборостроителей ANSI/ISA.

5.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям, ГОСТ 21.408–2013 и приведена в приложении Б. При разработке функциональной схемы были использованы следующие обозначения согласно ГОСТ 21.208-2013:

- PE – чувствительный элемент датчика давления;
- TE – чувствительный элемент датчика температуры;
- LE – чувствительный элемент уровнемера;
- FE – чувствительный элемент расходомера;
- PT – дистанционная передача давления;
- TT – дистанционная передача температуры;
- LT – дистанционная передача уровня;
- FT – дистанционная передача расхода;
- PIR – индикация, регистрация давления;
- TIR – индикация, регистрация температуры;

LIR – индикация, регистрация уровня;
FIR – индикация, регистрация расхода;
PC – управление давлением;
LC – управление уровнем;
PA – сигнализация давления;
LA – сигнализация уровня.

5.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA

Согласно этой схеме осуществляются следующие операции:

- контроль давления, перепада давления, уровня, температуры в сепараторе;
- измерение уровня газового конденсата и насыщенного метанола с дистанционной передачей сигнала на щит управления и формирования управляющих воздействий регулирующим клапаном соответствующего выходного трубопровода.
- сигнализация при достижении максимально и минимально допустимых параметров по уровню;
- контроль расхода выходной продукции (газового конденсата, насыщенного метанола).

6 Разработка схемы информационных потоков

Схема информационных потоков, которая приведена в приложении В.

Данную схему можно разделить на несколько уровней.

На первом уровне представлены датчики, исполнительные устройства и шкаф модулей ввода – вывода. Отсюда на средний уровень поступают необходимые данные и сигналы (дискретные, аналоговые) измерения и состояния. Взамен со среднего уровня к датчикам и исполнительным устройствам поступают команды управления и настройки.

На следующем уровне ПЛК направляет потоки преобразованной информации, как на АРМ оператора, так и в сервер архивирования. АРМ принимает и отображает полученную информацию. От АРМ могут поступать команды управления, передаваемые на ПЛК. Действия оператора в виде журналов событий, системных сообщений направляются в сервер архивирования. В сервере архивирования вся полученная информация структурируется, после чего информация передается в базы данных. Обращаться к базе данных возможно посредством SQL запросов, например, «Показать данные о параметрах ТП за сутки (неделю)» и т.п.

Верхний уровень представлен базой данных информационной сети и АРМ диспетчера, общение между которыми происходит также по средствам SQL запросов.

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- положение регулирующих клапанов;
- температуру в сепараторе;
- давление в сепараторе;
- перепад давления на сепарационной насадке;
- уровень насыщенного метанола;
- граница раздела фаз;
- уровень газового конденсата;

- давление газа;
- расход насыщенного метанола;
- расход газового конденсата;
- расход нефти;
- индикация давления;
- индикация температуры;
- аварийная и предупредительная сигнализация минимально и максимально допустимых значений измеряемых параметров;

7 Выбор средств реализации САУ НТС

Для выбора средств реализации автоматизированной системы НТС необходимо провести анализ датчиков, исполнительных механизмов. Анализ будем проводить исходя из технического задания, т.е. будем опираться на возможность выполнения функций системы, требования к метрологическому обеспечению, требования к надежности, к техническому обеспечению, а также исходя из финансовых показателей.

7.1 Выбор контроллерного оборудования

В связи с устареванием контроллера MicroLogix, а также невозможностью его наращивания, малой скоростью обработки информации, а самое главное низким требованиям к надежности принято решение выбрать более современный контроллер отвечающий требованиям технического задания.

Для выбора контроллерного оборудования были рассмотрены следующие виды контроллеров: Siemens S7-400, Mitsubishi Melsec, Allenbradley SLC 1750.

Сравнительный анализ проходил из условий технического задания по следующим критериям:

- время цикла;
- поддерживаемые профили;
- языки программирования;
- возможность наращивания модулей ввода/вывода;
- возможность самодиагностики и резервирования;
- средняя наработка на отказ;
- цена.

Сравнительный анализ приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительный анализ контроллеров

	Siemens S7-400H	Mitsubishi Melsec	Allenbradley SLC 1750
Время цикла	0,1 мс	0,2 мс	0,2 мс
Типы интерфейсов	RS-485, Modbus RTU, Profibus, Ethernet	RS-485, Modbus RTU, Profibus, Ethernet	– Ethernet/IP; – ControlNet; – DeviceNet; – Data Highway Plus;
Языки программирования	FBD, LD, CFC, STL	FBD, LD, CFC, STL	FBD, LD, CFC, STL
Модули ввода/вывода	Модульного типа до 4000 точек	Подключение дополнительных модулей до 1024	Модульного типа до 4000 точек

		точек	
Самодиагностика и резервирование	Самодиагностика, резервирование процессора	Самодиагностика	Самодиагностика
Средняя наработка на отказ	170 000 ч	150 000 ч	100 000 ч
Цена	230 000 р	179 000 р	250 000 р

Из сравнительного анализа выбор остановим на Siemens S7-400H, так как он удовлетворяет всем требованиям к техническому, метрологическому обеспечению, а также к требованиям надежности. При этом цена ниже, чем у Allen Bradley SLC 1750. Модульная конструкция очень удобна, что позволяет менять объем автоматизации, повышенная надежность за счет резервирования процессора, высокая средняя наработка на отказ.



Рисунок 3 – Siemens SIMATIC S7-400H

SIMATIC S7-400 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации средней и высокой степени сложности.

Программируемые контроллеры Siemens S7-400H с резервированной структурой, обеспечивающие высокую надежность функционирования системы управления.

- Резервирование всех основных функций на уровне операционной системы центральных процессоров.
- Высокий коэффициент готовности, обеспечиваемый применением переключаемых конфигураций системы ввода-вывода.

- Возможность использования стандартных конфигураций систем ввода-вывода.

- Горячее резервирование: автоматическое безударное переключение на резервный блок в случае отказа ведущего бока.

- Конфигурации на основе двух стандартных или одной специализированной монтажной стойки.

- Использование резервированных сетей PROFIBUS DP для повышения надежности функционирования системы распределенного ввода-вывода.

Конструкция SIMATIC S7-400H включает в свой состав:

- 2 базовых блока: на основе двух стандартных монтажных стоек UR1/UR2 или на основе одной монтажной стойки UR2-H с двумя независимыми секциями внутренней шины.

- 1 центральный процессор CPU 417-4H/ CPU 414-4H на каждый базовый блок контроллера.

- 2 модуля синхронизации на один центральный процессор для связи базовых блоков контроллера через оптические линии связи. 2 оптических кабеля для установки синхронизирующих соединений.

- Модули ввода-вывода S7-400 в каждом базовом блоке контроллера (при необходимости).

- Стойки расширения UR1/UR2/ER1/ER2 и/или станции распределенного ввода-вывода ET 200M с модулями ввода/вывода.

Принцип действия.

Основным принципом построения программируемого контроллера S7-400H является принцип горячего резервирования с поддержкой безударного автоматического переключения на резервный базовый блок в случае отказа ведущего базового блока. В соответствии с этим принципом при отсутствии отказов оба базовых блока находятся в активном состоянии и синхронно выполняют одну и ту же программу. В случае возникновения отказа все функции управления принимает на себя исправный базовый блок контроллера.

Таблица 3 – Сравнение старого и нового контроллера

	MicroLogix 1200	Siemens S7-400H
Самодиагностика и резервирование	Нет	Да
Возможность наращивания	Только до 40 точек, модулем ввода/вывода	Модульная архитектура до 1024 точек
Время цикла	0,5 мс	0,1 мс
Среднее время наработки на отказ	50 000 ч	170 000 ч

7.2 Выбор датчиков

Таблица 4 – Факторы улучшения датчиков

Параметр	Старый	Новый
Уровнемер		
цена	67 000 р.	40 000 р.
погрешность	0,2%	0,3%
средняя наработка на отказ	170 000 ч	100 000 ч
Датчик давления		
цена	26 000 р.	26 000 р.
погрешность	0,2%	0,3%
средняя наработка на отказ	270 000 ч	270 000 ч
Расходомер		
погрешность	до $\pm 0,05\%$	до $\pm 0,05\%$
средняя наработка на отказ	200 000 ч	200 000 ч
Датчик температуры		
цена	35 000 р	25 000 р
погрешность	0,3%	0,17%
средняя наработка на отказ	70 000 ч	70 000 ч
выходной сигнал	4-20 мА + HART	4-20 мА + HART

7.2.1 Выбор уровнемера

Для выбора уровнемера были рассмотрены следующие варианты Rosemount 5300, ОВЕН ПДУ-И, Krohne BM700. Для анализа выбора уровнемера исходили из технического задания п 1.3, 1.4, 1.5, 1.9.

Сравнительный анализ представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительный анализ уровнемеров

Характеристика/ датчик	Средняя наработка на отказ	Базовая приведенная погрешность	Выходные сигналы	Цена
Rosemount 5300	170 000 ч	0,2%	4-20 мА + HART	67 000
ОВЕН ПДУ-И	50 000 ч	0,5%	4-20 мА + HART	25 000
Krohne BM700	100 000 ч	0,3 %	4-20 мА + HART	40 000

Как видно из таблицы ОВЕН ПДУ не подходит по показателям надежности, среди оставшихся выбираем Krohne BM700, так как полностью удовлетворяет согласно техническому заданию, при этом его цена ниже, чем у Rosemount 530.



Рисунок 4 – Уровнемер BM700 Krohne

BM 700 – радарный уровнемер для резервуаров, хранилищ и других объектов. Измерение проводится бесконтактным способом с помощью электромагнитных волн. Это надежное устройство, не требующее технического обслуживания; отсутствует зависимость от изменений температуры, давления, наличия пыли.

Принцип действия.

Сигнал радара излучается антенной, отражается от поверхности продукта и принимается антенной снова через промежуток времени t . Расстояние до отражающего слоя, независимое от используемого метода измерения, определяется измерением времени прохождения t микроволнового сигнала. Если дистанция до цели a составляет 1 м, то сигналу необходимо пройти расстояние равное 2 м, для чего ей понадобится приблизительно 6,7. Обычно измеряемая дистанция вычисляется по формуле $a = c \cdot t / 2$, где c - скорость света. Уровень затем рассчитывается как разница между высотой емкости и дистанцией.

Таблица 6 – Основные характеристики Krohne BM700

Изменяемые среды	газ, жидкость, нефтепродукты,
Диапазон измерений	0,5 – 20 м
Погрешность	$\pm 0,3\%$
Температура окружающей среды	$- 40 \dots + 70 \text{ }^\circ\text{C}$
Рабочая температура	$- 30 \dots + 150 \text{ }^\circ\text{C}$
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола (RS-485)
Категория защиты	IP67

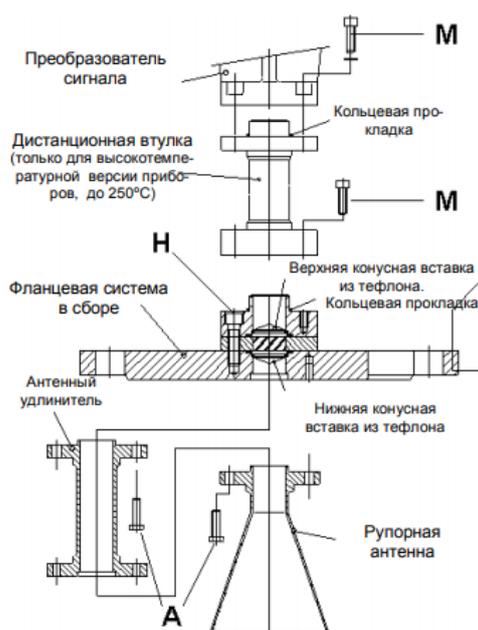


Рисунок 5 – Закладные датчика Krohne BM700

7.2.3 Выбор датчика давления

Для выбора датчиков давления были проанализированы следующие варианты:

- Метран-150;
- НМР 331;
- Yokogawa EJX.

Сравнительный анализ приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Сравнительный анализ датчиков давления

Характеристика/ датчик	Диапазон измерения, Мпа	Базовая приведенная погрешность	Выходные сигналы	Средняя наработка на отказ	Цена
Метран-150CG	0,2..15	до $\pm 0,075$ ($\pm 0,2$)	4-20 мА, HART	270 000 ч	от 26 тыс.руб.
НМР 331-А-S	0,001..25	до $\pm 0,075$	4-20 мА, HART	100 000 ч	от 40 тыс.руб.
Yokogawa EJX	0,04..40	различные : $\pm 0,075$, $\pm 0,1$, $\pm 0,15$ и т.д.	4-20 мА с HART-протоколом	87 000 ч	от 48 тыс.руб.

Исходя из данных, приведенных в таблице, датчики отличаются незначительно. Выбор остановим на Метран-150CG, т.к. максимальное рабочее давление системы будет рассчитано на 10 МПа, имеет лучшие показатели надежности, к тому же он имеет более привлекательную цену.

В качестве датчиков перепада давления для фильтров использованы Метран-150CD. Выбор основан на оценке тех же технико-экономических характеристик. Ко всему прочему использование датчиков одной фирмы – это единообразие установки, эксплуатации и обслуживания, что является достаточно выгодным решением.

Измерительная часть датчика состоит из корпуса и полностью изолированной как от окружающей, так и от измеряемой среды измерительной ячейки. Давление подается на измерительную мембрану через слой разделительной жидкости и разделительные мембраны. Степень защиты от пыли влаги данных приборов соответствует IP65.



Рисунок 6 – Метран-150

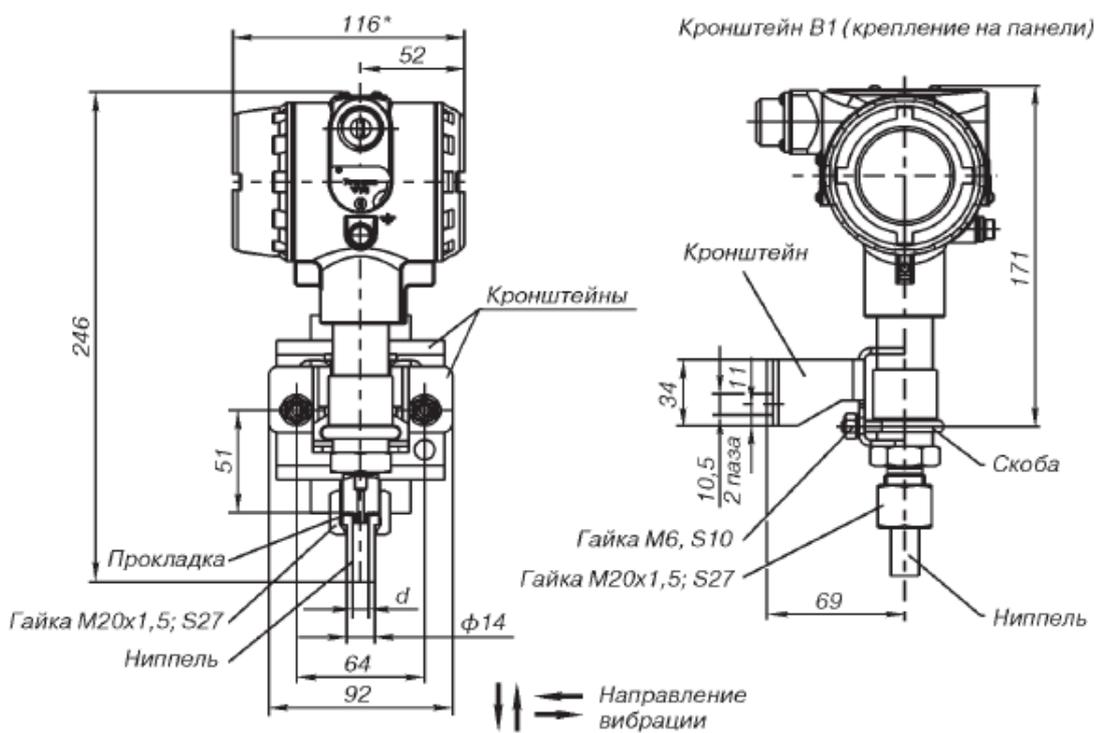


Рисунок 7 – Закладные Метран-150

7.2.4 Выбор расходомера

При выборе расходомера были рассмотрены индукционные Promag фирмы Endres+Hauser, ультразвуковые XMT868i от ОАО «Пергам-

Инжиниринг» и кориолисовые расходомеры MicroMotion производства Emerson Process Management.

Таблица 8 – Сравнительный анализ расходомеров

Характеристика/ датчик	Диапазон измерения, м ³ /ч	Базовая погрешность	Средняя наработка на отказ	Выходные сигналы
Micro Motion 2700	До 1500 (DN200)	до ±0,05%	200 000 ч	4-20 мА, HART, Modbus, Ethernet, импульсный, дискретный
Promag Endres+Hauser	До 1000 (DN200)	до ±0,1-0,15 %	150 000 ч	4-20 Ма, HART
XMT868i	5..1000 (DN200)	до ±0,1 °С	120 000 ч	Аналоговый токовый сигнал, цифровой - стандарт RS485

В результате анализа предварительно выбранных преобразователей расхода, для реализации проекта были выбраны кориолисовые расходомеры MicroMotion 1700 с искробезопасными выходами. Основными аргументами для выбора данного типа приборов послужили невосприимчивость к внешним помехам (вибрации), отсутствие особых требований к монтажу (невосприимчивость к завихрениям потока из-за не прямых участков трубопровода и отсутствие дополнительной установки выпрямителей потока). Также удовлетворяем по требованиям надежности в отличии от Promag.

Кориолисовые расходомеры MicroMotion используются для широкого диапазона задач, они подходят для измерения сверхмалых и сверхбольших расходов. Приборы MicroMotion применяются для криогенных, санитарных, высокотемпературных приложений, в том числе для работы на высоком давлении. Для обеспечения совместимости с технологическими средами, компоненты сенсоров компании MicroMotion, контактирующие с измеряемой средой, могут изготавливаться из различных материалов. В настоящее время

приборы компании MicroMotion являются непревзойденными по простоте установки и эксплуатационной гибкости благодаря возможности двухпроводного подключения к промышленным сетям.



Рисунок 8 – Расходомеры MicroMotion

7.2.5 Выбор преобразователя температуры

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: Rosemount-3144P, WIKА TR10-C и ТСПУ Метран-274.

Выбор датчиков температуры основывался на оценке следующих характеристик:

- протокол и интерфейс выходных сигналов;
- допускаемая погрешность;
- цена.

Сравнение характеристик приведено в таблице 9.

Таблица 9 – Сравнение характеристик датчиков температуры

Характеристика / датчик	Диапазон измерения, °С	Базовая погрешность	Выходные сигналы	Время наработки и на отказ	Цена
Rosemount-3144P	-50..+200	до ±0,17%	4-20 мА, HART	120 000 ч	от 78 тыс.руб.
WIKА TR10-C	-200..+600	до ±0,5%	4-20 мА	20 000 ч	от 4,5 тыс.руб.

Метран-274	-50...+400	до $\pm 0,2\%$	4-20 мА, HART	70 000 ч	25 тыс. руб
------------	------------	----------------	------------------	----------	----------------

В результате анализа был выбран Метран-274, потому что он при более низкой стоимости в отличии от Rosemount 3144P также соответствует требованиям ТЗ, имеет все необходимые настройки, облегченные наличием русскоязычного меню HART-коммуникатора. При этом согласно техническому заданию удовлетворяет требованиям к надежности.

Конструктивно Метран-274 состоит из первичного преобразователя и электронного преобразователя (ЭП), встроенного в корпус соединительной головки. В качестве первичного используются чувствительные элементы из термопарного кабеля по ГОСТ 6616.

ЭП преобразует сигнал первичного преобразователя температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4 – 20 мА с наложенным на него цифровым сигналом HART.

Преимущества интеллектуальных преобразователей температуры (ИПТ) Метран-274-2:

- повышенная точность измерений;
- дистанционное управление ИПТ с помощью HART-коммуникатора Метран-650 или компьютера, оснащенного HART-модемом Метран-681 и программой H-Master;
- возможность дистанционной перенастройки диапазона преобразуемых температур;
- детектирование обрыва или короткого замыкания первичного преобразователя температуры;
- удаленная самодиагностика;
- защита датчика от несанкционированного доступа;
- выбор времени демпфирования измеряемого сигнала;
- в многоточечном режиме работы к одной паре проводов может быть подключено до 15 датчиков.

Выходной сигнал:

4-20 мА с наложенным цифровым сигналом в стандарте HART.

Диапазон измеряемых температур: -50...500°C

Зависимость выходного сигнала от температуры: линейная.

Гальваническая связь между входными и выходными сигналами.

Исполнения: обыкновенное и взрывозащищенное.

Вид взрывозащиты:

- искробезопасная электрическая цепь «ia»,
- взрывонепроницаемая оболочка «d».



Рисунок 7 – Метран-274

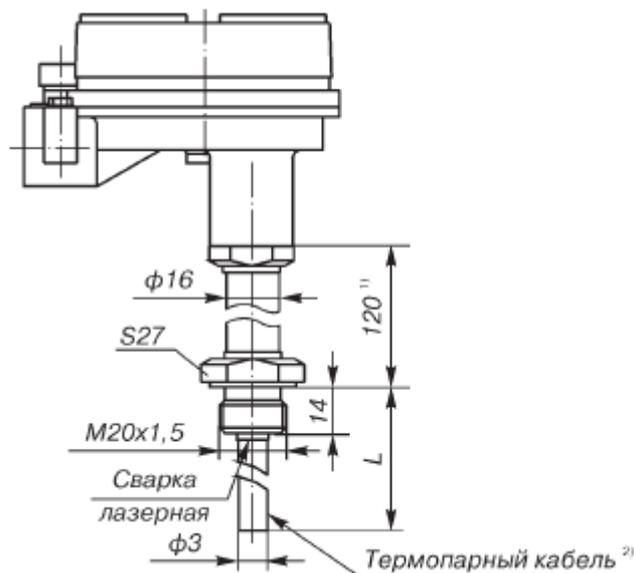


Рисунок 8 – Закладные Метран-274

7.2.6 Выбор исполнительных механизмов

В качестве исполнительных механизмов возьмем ЭЛЕКТРОПРИВОД ЭРА-10 (конструктивное исполнение "7", с электронным блоком управления типа "V").

ЭРА-10 применяется в составе электропривода РэмТЭК-02 для управления с заданными параметрами запорной, запорно-регулирующей трубопроводной арматурой, применяемой на опасных производственных объектах.

ЭРА-10 имеет уровень взрывозащиты "взрывобезопасное электрооборудование", маркировку взрывозащиты 1ExdПВТ4 X (0ExiaПВТ4 X) и предназначен для установки в зонах класса 1 и 2 по ГОСТ 30852.9-2002 (МЭК 60079-10:1995), в которых возможно образование паров и газоздушных взрывоопасных смесей категорий ПА и ПВ групп Т1, Т2, Т3, Т4 по классификации ГОСТ 30852.11-2002 (МЭК 60079-12:1978), ГОСТ 30852.5-2002 (МЭК 60079-4:1975).

ЭРА-10 соответствует требованиям ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998), ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1998), ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1998), ГОСТ 30852.13-2002 (МЭК 60079-14:1996), ТР ТС 012/2011, СТО Газпром 2-4.1-212-2008.

Электропривод ЭРА-10 конструктивного исполнения "7", с максимальной выходной мощностью блока управления 1,1 кВт, с максимальной скоростью вращения вала двигателя 1500 об/мин, со встроенным частотным преобразователем, с регулированием момента, скорости; положения, имеющий четыре универсальных дискретных входа управления 220V AC/ 24V DC; девять дискретных выходов сигнализации от 6 до 250 V AC/DC; два аналоговых входа (4-20) мА; аналоговый выход (4-20) мА; интерфейс RS-485 с протоколом Modbus RTU, взрывозащищенные кабельные вводы для подвода бронированным кабелем Электропривод ЭРА-10 Руководство по монтажу, наладке, эксплуатации (конструктивное

исполнение "7") и техническому обслуживанию с электронным блоком управления типа "V") ОФТ.18.1545.00.00.00 РЭ ООО НПП "ТЭК" 9 внешних силовых цепей и цепей сигнализации и управления и температуру окружающей среды при эксплуатации от минус 60 °С до плюс 50 °С.

В реализуемом проекте необходимо применение блоков управления ЭРА-10 в составе электропривода РэмТЭК-02 с линейным редуктором.



Рисунок 9 – ЭЛЕКТРОПРИВОД ЭРА-10 (конструктивное исполнение "7", с электронным блоком управления типа "V")

Таким образом получили комплекс технических средств модернизированной системы. Представим результаты в таблице 10.

Таблица 10 – Сравнительный анализ старой и новой системы

Параметр	Старый	Новый
Контроллер		
марка	MicroLogix 1200	Siemens S7-400H
самодиагностика и резервирование	нет	да
возможность наращивания	только до 40 точек, модулем ввода/вывода	модульная архитектура до 1024 точек
время цикла	0,5 мс	0,1 мс
среднее время наработки на отказ	50 000 ч	170 000 ч
Уровнемер		
марка	Rosemount 5300	Krohne BM700
цена	67 000 р.	40 000 р.
погрешность	0,2%	0,3%
средняя наработка на отказ	170 000 ч	100 000 ч

Датчик давления		
марка	Метран-150	Метран-150
цена	26 000 р.	26 000 р.
погрешность	0,2%	0,3%
средняя наработка на отказ	270 000 ч	270 000 ч
Расходомер		
марка	Micromotion	Micromotion
погрешность	до $\pm 0,05\%$	до $\pm 0,05\%$
средняя наработка на отказ	200 000 ч	200 000 ч
Датчик температуры		
марка	Метран-286	Метран-274
цена	35 000 р	25 000 р
погрешность	0,3%	0,17%
средняя наработка на отказ	70 000 ч	70 000 ч
выходной сигнал	4-20 мА + HART	4-20 мА + HART
Электропривод		
марка	ЭРА10	ЭРА10
Линейность открытия	да	да
Аналоговое управление	4-20 мА	4-20 мА

9 Выбор алгоритмов управления АС НТС

Алгоритм – это совокупность последовательности действий. Применительно к данной работе, алгоритм описывает логику работы программного блока или процесса.

Каждый алгоритм представляет собой модули и их взаимосвязь, а модули (элементы алгоритма) изображаются определенными символами (см. ГОСТ 19.701-90). По правилам алгоритм цикличен, следовательно, нет необходимости делать общий цикл внутри алгоритма.

Для алгоритмов создают алфавиты (входной и выходной), где указывают обозначение переменных, их тип и описание.

9.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения рассмотрим измерение давления в сепараторе. В сепараторе предусмотрен мониторинг давления в рамках технологического процесса, при этом есть предупредительные верхний и нижний уровень, а также предаварийные верхние и нижние уровни.

Алгоритм включает подпрограмму инициализации датчика, после чего происходит проверка на достоверность путем проверки датчика на обрыв и короткое замыкание. В случае любого из происшествий выводится предупреждение на панель оператора о неисправности.

Далее идет проверка всех уставок. При выходе за рамки установленных границ, выдается соответствующее сообщение на панель оператора с сигнализацией. Если же переменная находится в рамках рабочего технологического процесса идет запуск подпрограммы перевода в единицы измерения МПа и вывода на экран.

Алгоритм сбора данных представлен в приложении Г.

9.2 Алгоритм автоматического управления технологическим параметром

В качестве алгоритма автоматического управления был рассмотрен уровень в сепараторе.

Данная схема состоит из следующих основных элементов: задание, ПЛК с ПИД-регулятором, регулирующий орган, объект управления.

Объектом управления является низкотемпературный сепаратор. С панели оператора задается уровень, который необходимо поддерживать в сепараторе. Далее это уровень приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20 мА и подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика уровня, происходит сравнение значений, и формируется выходной, который подается на преобразователь частоты, далее сигнал поступает на асинхронный привод, поворачивается задвижка, что приводит к изменению расхода входящей жидкости. За возмущение взят расход выходящей жидкости. Разность поступающего расхода и выходящего влияет на уровень в сепараторе.

Линеаризованная математическая модель в виде системы дифференциальных уравнений:

Частотный преобразователь:

$$T_1 \frac{df}{dt} + f = K \cdot I_y;$$

Электропривод

$$T_2 \frac{d\omega}{dt} + \omega = K_2 \cdot f;$$

Задвижка

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

Преобразование открытия в жидкость

$$p = K_3 \cdot x;$$

Расход поступающей жидкости

$$V = p - q;$$

Уровень

$$T_3 \frac{dh}{dt} + h = V;$$

f – Выходная частота из частотного преобразователя;

ω – частота вращения вала исполнительного двигателя;

x – перемещение штока заслонки;

p – кол-во жидкости;

q – кол-во выходящей жидкости;

V – расход жидкости поступающей на вход;

Модель с выделенными блоками показана на рисунке 10.

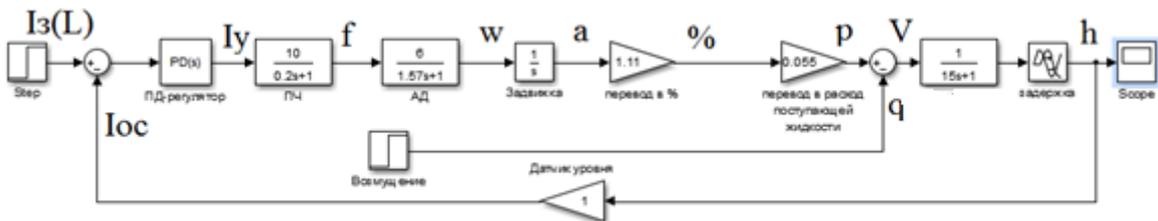


Рисунок 10 – Модель САР

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на рисунке

11.

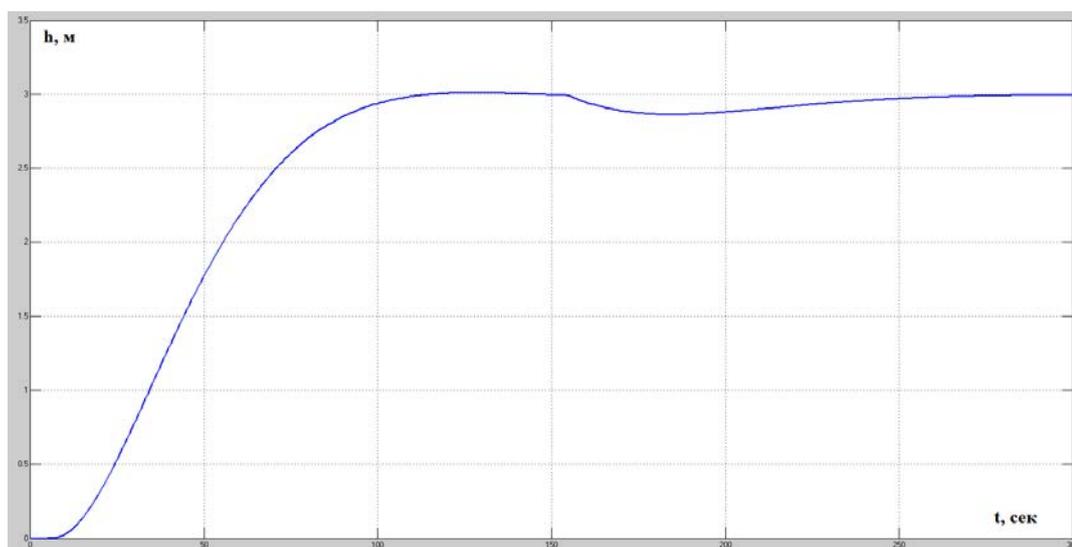


Рисунок 11 – График переходного процесса

Из данного графика видно, что процесс монотонный. Время переходного процесса примерно 90 сек. Ошибка и перерегулирование равны нулю. На 155 секунде введено возмущающее воздействие. Как видно система с ним справляется.

10 Экранные формы АС НТС

Как уже говорилось ранее, для создания человеко-машинного интерфейса используем SCADA-систему Simatic WinCC V7.4. В качестве базы данных данная HMI-система использует MS SQL Server, так как работает на ОС Windows.

При разработки человеко-машинного интерфейса очень важно, чтобы мнемосхема содержала только необходимые средства для контроля и управления определенным объектом. Поэтому, структура экранных форм должна быть иерархичной. Дерево экранных форм представлено в приложении Б.

Согласно МИ-2825-2003, цветовая палитра средств измерения и исполнительных устройств должна соответствовать данным представленным в таблице 11.

Таблица 11 – Назначение цветов мнемосхемы

Цвет	Пояснение
Зеленый	нормальное значение параметра; рабочее состояние; объект включен
Желтый	объект закрыт (для арматуры); предупреждение
Красный	объект отключен
Мигающий красный	аварийное состояние
Серый	неопределенное состояние
Синий	снятое СИ
Коричневый	объект в ремонте

Типовая экранная форма представлена в приложении Д.

11 Разработка схемы соединения внешних проводок

Схема внешних проводок приведена в приложении Ж.

Внутри помещений прокладывается контрольный кабель КВВГ Э нг. Данный кабель обеспечивает защиту электрических цепей от внешних электрических полей, что особенно важно в системах учета, а также не поддерживает горение. В качестве токопроводящих жил используются однопроволочные медные жилы с ПВХ изоляцией. Данный кабель 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 минус 50°С до + 50°С [4].

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

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

В таблице 12 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 12 – Карта сегментирования рынка

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

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

12.1 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 13.

Таблица 13 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф1	Бк1	Бк2	Кф1	Кк1	Кк2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
Удобство в эксплуатации	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Помехоустойчивость	0,05	3	3	4	0,15	0,15	0,2
Энергоэкономичность	0,09	5	3	2	0,45	0,27	0,18
Надежность	0,12	5	5	4	0,6	0,6	0,48
Безопасность	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	4	3	0,06	0,12	0,09
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,05	3	1	3	0,15	0,05	0,15
Уровень проникновения на рынок	0,04	3	4	3	0,12	0,16	0,12
Цена	0,05	3	5	5	0,15	0,25	0,25
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
Послепродажное обслуживание	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
Итого:	1	50	46	48	4,21	3,63	3,65

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

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая модернизация АС установки низкотемпературной сепарации, установки комплексной подготовки газа УКПГ является наиболее эффективной. Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как меньшее увеличение производительности, более низкая устойчивость и надежность, высокая цена и низкий срок эксплуатации.

12.2 Планирование научно-исследовательских работ

12.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, 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 14.

Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исп-ля	Загрузка
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Р	Р-100%
Проведение НИР				
Выбор направления исследования	2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, СД	Р-50%, СД-100%
	3	Разработка и утверждение техзадания (ТЗ)	Р, СД	Р-100%, СД-100%
	4	Календарное планирование работ	Р, СД	Р-50%, СД-100%

Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка структурных схем	СД	СД-100%
	6	Разработка функциональных схем	СД	СД-100%
	7	Выбор технических средств автоматизации	Р, СД	Р-50% СД-100%
	8	Выбор алгоритмов управления	Р, СД	Р-50% СД-100%
	9	Разработка экранной формы	СД	СД-100%
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	СД	СД-100%

12.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

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

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

В таблице 15 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 15 – Временные показатели проведения работ

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		Тmin, чел-дн.	Тmax, чел-дн.	Тож, чел-дн.	Тр, раб.дн		Ткд, кал.дн	
					Р	СД	Р	СД
1	Р	1	2	1,4	1,4	-	2	-
2	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1,4	1	2
3	Р, СД	2	3	2,4	2,4	2,4	3	3
4	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1,4	1	2
5	СД	2	3	2,4	-	2,4	-	3
6	СД	5	10	7	-	7	-	10
7	Р, СД	2	3	2,4	1,2	2,4	2	3

расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования 15% от стоимости материалов.

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
Контроллер MicroLogix 1200	шт.	1	143 700	179625
Уровнемер Rosemount 5300	шт.	3	65 000	224250
Датчики давления Метран-150	шт.	2	73 000	167900
Расходомер MicroMotion	шт.	2	285 000	655500
Преобразователь температуры Метран-286	шт.	1	117 500	135125
Электропривод "ЭРА-10"	шт.	2	132 000	330000
Итого:				1692400

12.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования MicroLogix 1200. В таблице 18 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц, шт	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость, руб.
InTouch	1	27 800	27800
итого:			27800

12.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

Где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

Оклады приняты согласно окладам работников ТПУ.

Руководитель – Ассистент (к.н.) – 266424 руб.

Инженер – УВП – 9489 руб.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 19.

Таблица 1 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата, руб	Районный коэффициент, %	Месячный должностной оклад работника, руб	Среднедневная заработная плата руб.	Продолжительность работ, дней	Зарботная плата основная, руб.
Руководитель	26624	30	34611,2	1569,41	8,5	13340,03
Инженер	9489	30	12335,7	559,35	26,8	14990,62
Итого:						28330,65

12.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды составляет 30%.

Таблица 20 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб
Руководитель проекта	13340,03
Исполнитель работы	14990,62
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,00
Итого:	8499,19

12.3.5 Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (1692400 + 27800 + 28330,65 + 8499,2) \cdot 0,05 = 87851,49 \text{ руб.}$$

Где 0,05 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

12.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 21.

Таблица 2 – расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1692400
2. Затраты на специальное оборудование	27800
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	28330,65
4. Отчисления во внебюджетные фонды	8499,2
5. Накладные расходы	87851,49
6. Бюджет затрат НИИ	1844881,34

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

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций, т.е. вложением денежных средств в предприятие, организацию, отраслевую, региональную социально-экономическую систему и т.п. (т.н. объекты инвестиций) с целью получения определенного результата в будущем. Отличительными особенностями инвестиций, особенно когда речь идет о вложениях в нематериальные активы в форме НИР и ОКР являются:

- результат может быть получен в течение ряда последующих лет, в общем случае – на протяжении жизненного цикла создаваемой системы;
- результаты инвестиций содержат элементы риска и неопределенности;
- связывание на некоторое время финансовых средств инвестора.

Путем внедрения автоматизации, установки более нового оборудования позволило изменить объем производства. Современные и более надежные датчики позволяют проверять их один раз в 4 года, соответственно снижаются издержки на обслуживание и поверку. Увеличенное время наработки на отказ, повышает вероятность безотказности системы и простоя. Так как система удобна в обслуживании и полностью автоматизирована, снижается количество обслуживающих операторов. После внедрения автоматизации увеличился срок службы. Подробные характеристики и сравнение приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Факторы получения экономического эффект в результате модернизации

Характеристики	До модернизации	После модернизации	Экономический эффект
Объем производства	100 т	200 т	Увеличение в 2 раза
Межповерочный интервал	1 год	4 года	Увеличение межповерочного интервала в 4 раза
Надежность	100 тыс. часов	150 тыс. часов	Увеличение времени наработки на отказ в 1,5 раз
Количество операторов	3	2	936000 руб/год
Срок службы	15 лет	25 лет	Увеличение срока службы на 10 лет

В рамках данного раздела ВКР можно точно установить только эффект, связанный с последним из перечисленных факторов.

Фонд ЗП на 1-го оператора 40 тыс. руб. в месяц.

С учетом накладных расходов 50% и страховых взносов 30% затраты на 1 оператора составят:

$$40 \cdot 1,5 \cdot 1,3 = 78000 \text{ руб.}$$

Экономия за год составит: $78000 \cdot 12 = 936000$ руб.

Таким образом срок окупаемости проекта составит:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{г}}} = \frac{1844881,34}{936000} = 1,97 \text{ лет}$$

Таким образом, даже неполный экономический эффект обуславливает целесообразность осуществления данной модернизации установки.

Увеличение межповерочного интервала снижает издержки на проверки, повышает надежность системы (снижает вероятность простоев производства). Кроме того, повышенный срок службы снижает затраты на новую установку.

13. Социальная ответственность

Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы представлены и рассмотрены основные факторы, оказывающие влияние на работников предприятия, такие как производственная и экологическая безопасность. Также разработан комплекс мероприятий, снижающий негативное воздействие проектируемой деятельности на работников и окружающую среду.

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом низкотемпературным сепаратором установки комплексной подготовки газа (УКПГ). Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. Задачей оператора АСУ является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная влажность воздуха, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны. Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на кисти рук при работе с периферийными устройствами ЭВМ.

13.1. Производственная безопасность

Анализ опасных и вредных производственных факторов

Техногенная безопасность включает в себя вопросы, связанные с организацией рабочего места разработчика системы стабилизации в соответствии с нормами промышленной санитарии, техники безопасности, эргономики и пожарной безопасности.

Выпускная квалификационная работа имеет физико-техническую тематику, поэтому будут проанализированы электромагнитное излучение, микроклимат помещения, освещённость рабочей зоны, шум и вибрации.

Так как работа ведётся в закрытом помещении с использованием персонального компьютера, требуется изучение и создание оптимальных условий труда, а также следует учесть организацию пожарной безопасности на предприятии. Так же необходимо учесть то, что никакого контакта с какими-либо вредными веществами (радиоактивные препараты) нет, следовательно, данный производственный фактор не будет рассматриваться.

13.1.1. Отклонения показателей микроклимата

Одним из важных параметров рабочей зоны является окружающая среда. Температура, давление и влажность влияют на условия электробезопасности. Кроме того, состояние микроклимата в помещении, используемом для разработки, оказывает существенное влияние на качество работы и производительность труда, а также на здоровье работников.

По степени физической тяжести работа оператора АСУ относится к категории работ 1а (лёгкие работы), так как основная часть работы происходит с использованием ПЭВМ [8].

Показатели микроклимата разделяются на допустимые значения и оптимальные значения микроклимата. При допустимых значениях работник может ощущать небольшой дискомфорт и понижение работоспособности, при этом ухудшение состояния здоровья возникать не будет. При

оптимальных значениях наблюдается высокий уровень работоспособности и обеспечивается нормальное состояние организма работника.

В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены оптимальные величины показателей микроклимата согласно требованиям [8] и приведены в таблице 23, а допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведены в таблице 24.

Таблица 23 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория 1а	23-25	40-60	0,1
Теплый	Категория 1а	20-22	40-60	0,1

Таблица 24 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ	Температура воздуха		Относительная влажность воздуха	Скорость движения воздуха	
		Ниже оптимальных не более	Выше оптимальных не более		Ниже оптимальных не более	Выше оптимальных не более
Холодный	Категория 1а	20,0-21,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	Категория 1а	21,0-22,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,2

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно [8] и приведен в Таблице 25.

Таблица 25 – Расход свежего воздуха

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20

13.1.2. Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света

По санитарно-гигиенических нормам рабочее место должно иметь естественное и искусственное освещение. При работе должен быть отчетливо виден процесс деятельности, без напряжения зрения и прямого попадания лучей источника света в глаза.

Отсутствие хорошего освещения может привести к профессиональным заболеваниям, а также ухудшению концентрации работников. Работа инженера-программиста в основном проводится за дисплеем персонального компьютера, что вынуждает его работать с контрастным фоном, в случае недостаточной освещённости рабочего места. В результате у работника может ухудшиться зрение, а также возникнуть переутомление. То же самое происходит и при избыточном освещении помещения.

Рабочая зона или рабочее место оператора АСУ освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения, а также исключается прямое попадание лучей источника света в глаза.

Работа оператора АСУ относится к IV разряду зрительной работы (средней точности). В таблице 4 приведены нормы освещённости помещения для данного разряда [9].

Таблица 26 – Нормирование освещённости для работы за ПК

Разряд зрительной работы	Характеристика	Подразряд	Освещенность (комбинированная система), Лк	Освещенность (общая система), Лк
IV	Средней точности	Б	500	200

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК [9], представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа	300-500 лк
Освещенность на поверхности экрана ПК	не более 300 лк
Яркость бликов на экране ПК	не более 40 кд/м ²
Яркость светящихся поверхностей находящихся в поле зрения	не более 200 кд/м ²
Показатель ослеплённости для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях	не более 20
Показатель дискомфорта в дошкольных и учебных помещениях	не более 15
Соотношения яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

13.1.3. 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 с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА[10].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 [10]. Согласно данному документу при выполнении основной работы на персональной электронно-вычислительной машине(ПЭВМ) уровень шума на рабочем месте не должен превышать 60 дБА.

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 28 (Допустимые уровни звукового давления).

Таблица 28 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА
	63	125	250	1000	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

Для снижения уровня шума применяют: подавление шума в источниках; звукоизоляция и звукопоглощение; увеличение расстояния от источника шума; рациональный режим труда и отдыха.

13.2. Электробезопасность

Различные электрические установки, к которым относятся персональные компьютеры и измерительная аппаратура, несут для человека высокую потенциальную опасность электропоражения. Во время использования или при проведении профилактических работ возможно поражение током, при соприкосновении с нетоковедущими частями, оказавшимися под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПК), либо при прикосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением. Также имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках ПК (блоке питания и блоке дисплейной развертки).

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Согласно классификации помещений по электробезопасности выпускная квалификационная работа проводилась в помещении без повышенной опасности, характеризующемся наличием следующих условий:

- напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц;
- относительная влажность воздуха 50%;
- средняя температура около 24°C;
- наличие непроводящего полового покрытия [14].

13.3. Экологическая безопасность

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

сравнительно малоядовиты и поддаются биологическому разложению, в отличие от циклоалканов, которые плохо поддаются биологическому разложению.

На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению удельных показателей выбросов, в частности установка фильтров на дыхательные клапаны резервуаров, сепараторов, отстойниках.

13.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Согласно [12] в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти- или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех бригадный график сменности. При этом ежедневно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК[12] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

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

К таким органам относятся:

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

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

13.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

13.5.1. Пожарная безопасность

Пожарную безопасность можно обеспечить мерами пожарной профилактики, а также активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает в себя комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита включает меры, обеспечивающие успешное противодействие пожарам или взрывоопасной ситуации.

Возникновение пожара в помещении, где установлено дорогостоящее оборудование, приводит к большим материальным потерям и возникновению чрезвычайной ситуации. Возникновение чрезвычайной ситуации может привести к частичной потере информации, связанной с большими трудностями восстановления всей информации в полном объеме, либо к необратимой утрате важной информации.

Согласно нормам технологического проектирования [15], помещение в котором осуществлялась разработка системы стабилизации, относится к категории В (пожароопасные).

Основные причины возникновения возгораний:

- нарушение правил эксплуатации электрического оборудования, эксплуатация его в неисправном состоянии;
- перегрузка электрических сетей;
- применение неисправных электроприборов, электропроводки и устройств, дающих искрение, замыкание и т. п.;
- курение в неустановленных местах.

Для исключения возникновения пожара необходимо:

- вовремя выявлять и устранять неисправности;
- не использовать открытые обогревательные приборы, приборы кустарного производства в помещении лаборатории;
- определить порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначить ответственного за их проведения.

При возникновении пожара необходимо отключить сеть питания, вызвать пожарную команду, произвести эвакуацию и приступить к ликвидации пожара первичными средствами пожаротушения.

Для тушения пожаров в помещении необходимо установить углекислотный огнетушитель типа ОУ-5.

Покидать помещение согласно плану эвакуации.

13.5.2. Взрывобезопасность

В связи с тем, что установка комплексной подготовки газа, является взрывоопасной, то необходимо рассмотреть взрывобезопасность. Взрывоопасными являются сепараторы, отстойники и трубопроводы, перекачивающие газ, места соединений с исполнительными механизмами. В первую очередь необходимо распределительный шкаф автоматики вынести за блок бокс УКПГ.

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 [16].

Установлены дополнительно датчики загазованности, для контроля состава воздушной среды.

Вывод

В данном разделе выпускной квалификационной работы были рассмотрены воздействия опасных и вредных факторов при работе в диспетчерской на оператора АСУ ТП. Рассмотрены нормирования показателей микроклимата, шума, освещенности. Дополнительных средств индивидуальной защиты не требуется. Была рассмотрена электробезопасность, указаны потенциальные источники поражения электрическим током. Подробно рассмотрели ЧС – пожаробезопасность и взрывобезопасность. Описаны потенциальные источники возгорания и взрыва, а также меры безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была модернизирована автоматизированная система управления низкотемпературным сепаратором.

Модернизированная система является законченного типа, с ее помощью можно добиться поставленных целей таких как производительность оборудования, повышение экономических показателей, повышение безопасности труда.

Для этого были решены задачи проектирования структурной схемы, которая в нашей работе отображена как трехуровневая структурная схема, которая показывает связь между полевым, контроллерным и верхним уровнями.

Модернизировали функциональную схему автоматизации, которая необходима при проектировании и принятии управленческих решений, так как она отображает объем автоматизации, линии связи между каждым элементом.

Следующим важным этапом модернизации был подбор комплекса технических средств для реализации автоматизированной системы. Каждый элемент системы был подобран при помощи сравнительного анализа, исходя из технического задания. Важными критериями были соответствие требованиям к надежности, а также техническому, метрологическому, информационному обеспечению. При этом немало важным являлась стоимость проектируемой системы. Важен был срок окупаемости системы, ее эффективность.

Для удобства монтажа и последующего ремонта для слесарей КИПиА были модернизированы схемы внешних проводок. Маркировка кабелей, клем, соединительных клемных коробок позволяет быстро ориентироваться в электрических схемах при монтаже, пуско-наладке и ремонте оборудования.

Для оперативного контроля и управления технологическими процессами были модернизированы экранные формы. Были разработаны мнемосхемы на базе WinCC.

Для подтверждения экономических показателей была проведена оценка спроектированной автоматизированной системы. Была составлена смета затрат на проект, проведена оценка ресурсоэффективности, эффективности, прибыльности проекта.

Для более полного раскрытия безопасности труда были рассмотрены нормативные документы. Была рассмотрена информационная безопасность. Рассмотрена надежность системы приборов КИПиА.

CONCLUSION

As a result of the implementation of final qualifying work, the automated control system for the low-temperature separator was modernized.

The upgraded system is of a finished type, with its help it is possible to achieve set goals such as equipment performance, improved economic performance, and increased occupational safety.

To this end, the tasks of designing a structural diagram were solved, which in our work is displayed as a three-level structural diagram, which shows the relationship between the field, controller and upper levels.

Modernized functional automation scheme, which is necessary in the design and management decisions, as it displays the amount of automation, communication lines between each elements.

The next important stage of modernization was the selection of a set of technical means for the implementation of an automated system. Each element of the system was selected using a comparative analysis based on the technical specifications. Important criteria were compliance with the requirements for reliability, as well as technical, metrological, information support. At the same time, a lot of important was the cost of the designed system. What was important was the payback period of the system, its effectiveness.

For ease of installation and subsequent repair for the fitters of instrumentation and automation, external wiring diagrams have been modernized. Marking of cables, cleats, junction terminal boxes allows you to quickly navigate the electrical circuits during installation, commissioning and repair of equipment

For operational control and management of technological processes, screen forms have been upgraded. WinCC based mnemonic schemes were developed

To confirm the economic indicators, an evaluation of the designed automated system was carried out. An estimate of the project costs was compiled, and an assessment of resource efficiency, efficiency, and project profitability was carried out.

For a more complete disclosure of occupational safety, regulatory documents were reviewed. Information security was considered. The reliability of instrumentation and automation instrumentation systems is considered.

Список использованных источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
4. ГОСТ 21.408-13 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 2014.– 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вищащк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
9. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение.
10. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

11. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

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

13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.

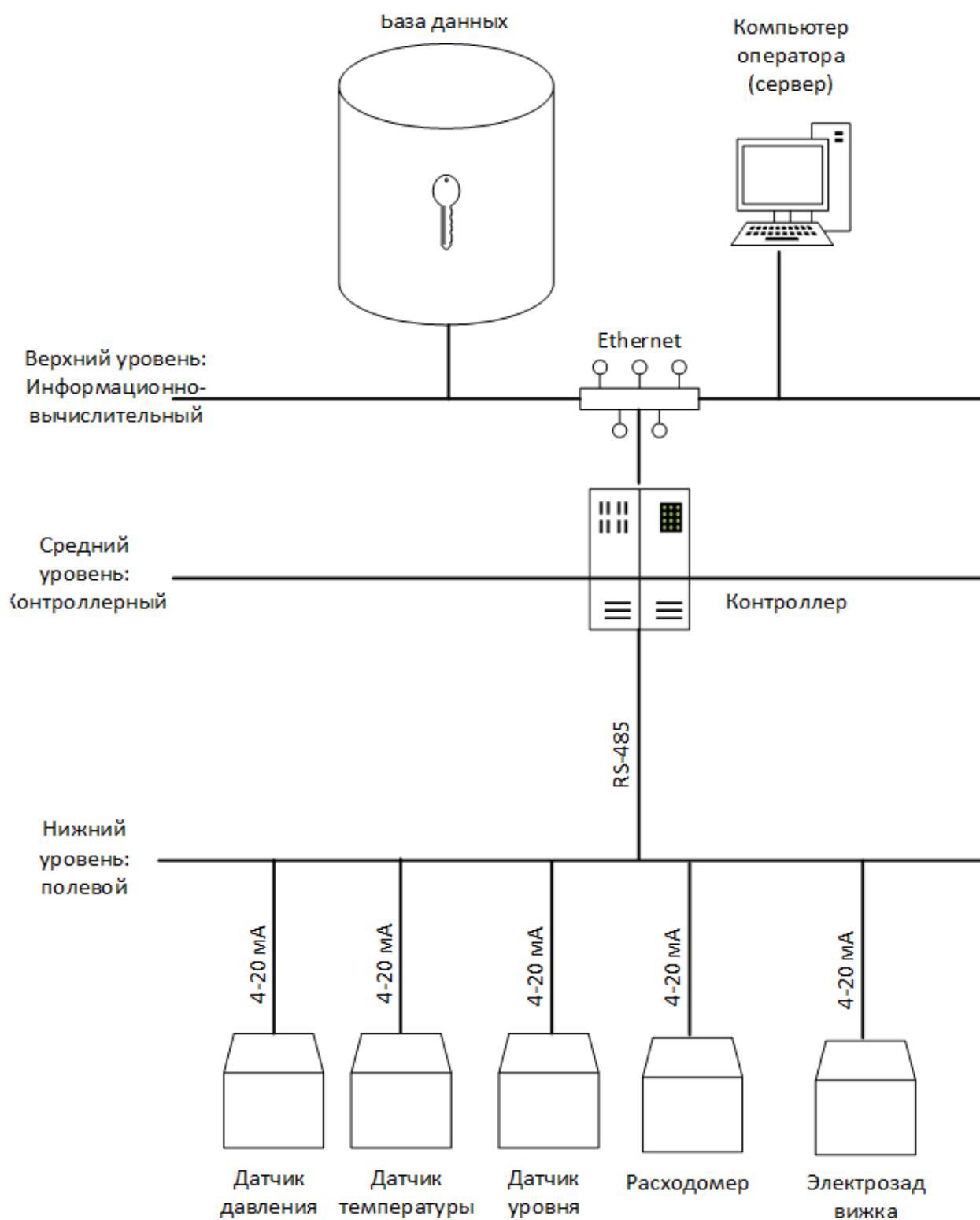
14. ГОСТ Р 12.1.019-2009 (изм. №1) ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

15. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

16. 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.

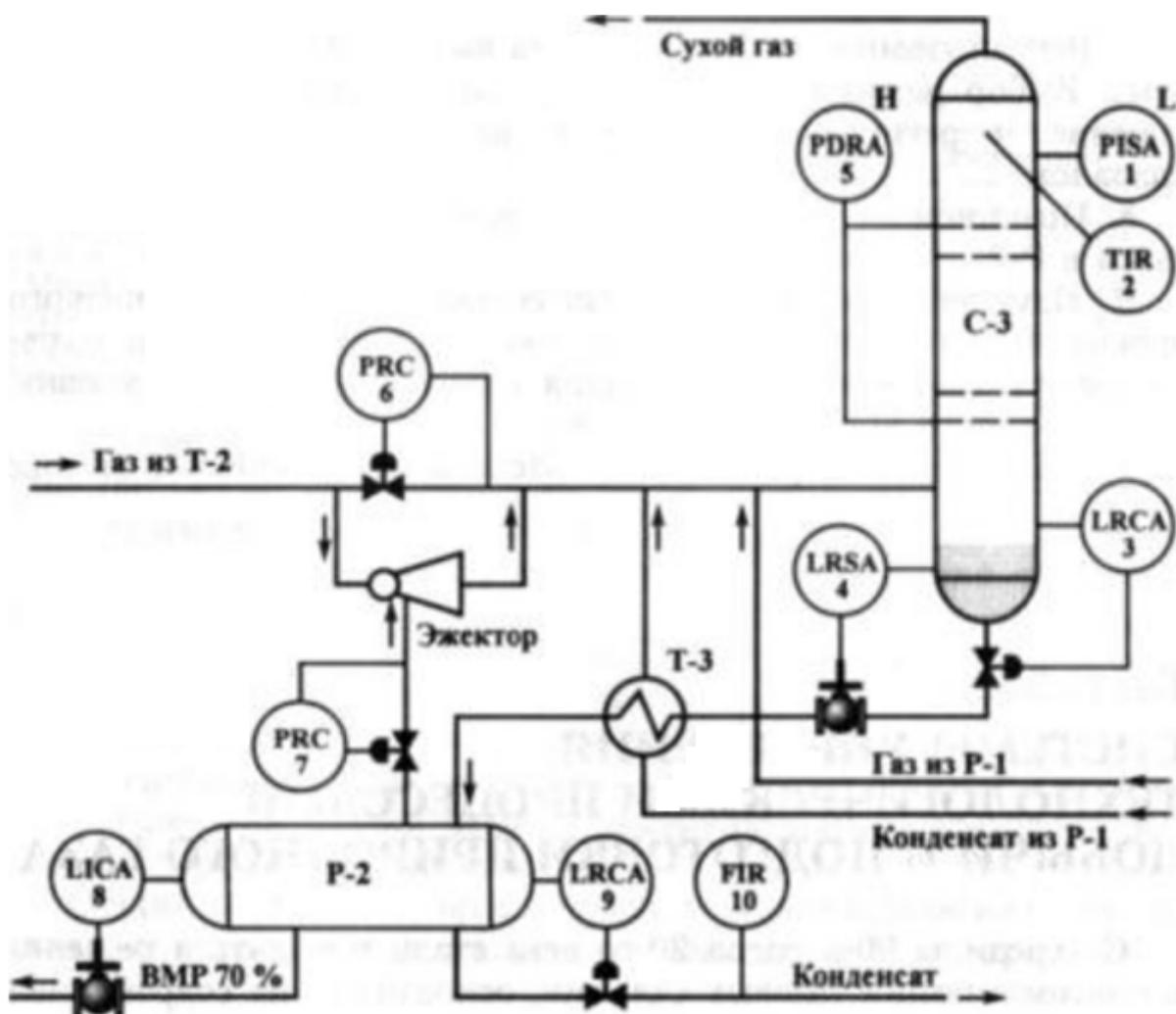
Приложение А

Трехуровневая структурная схема



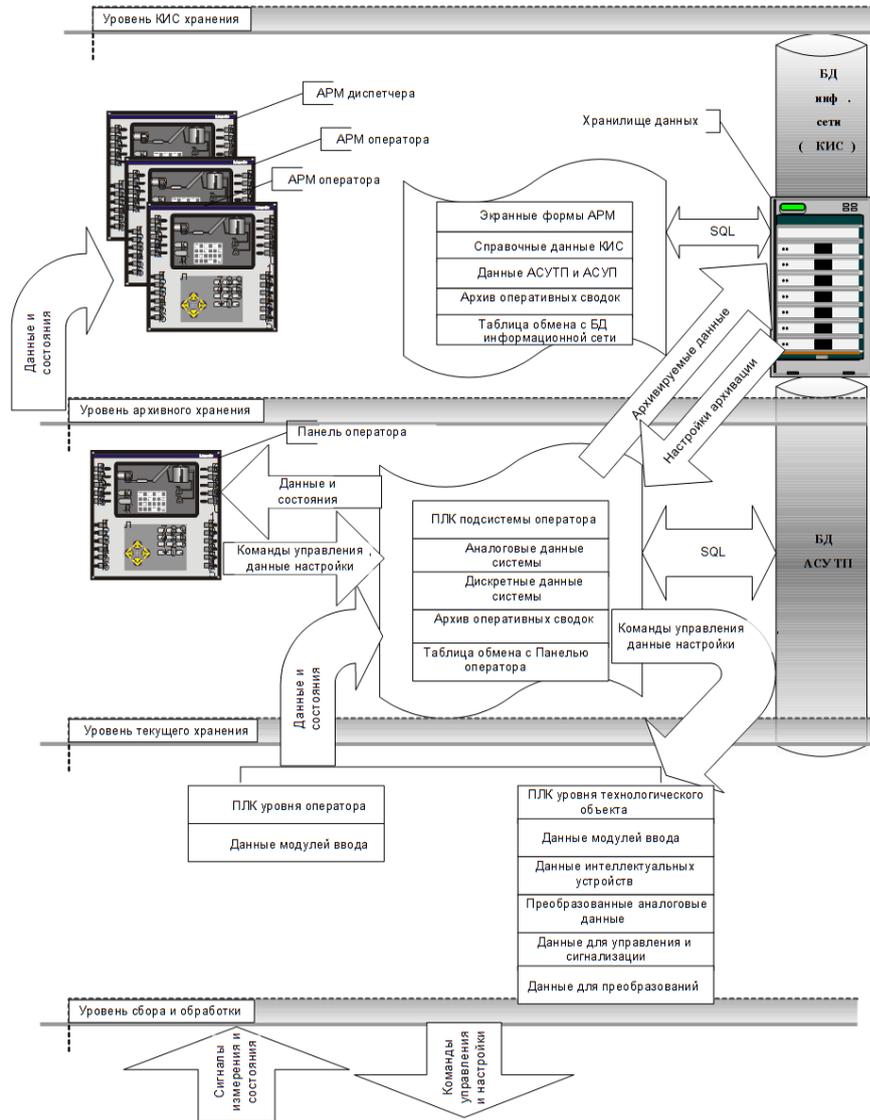
Приложение Б

Схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013



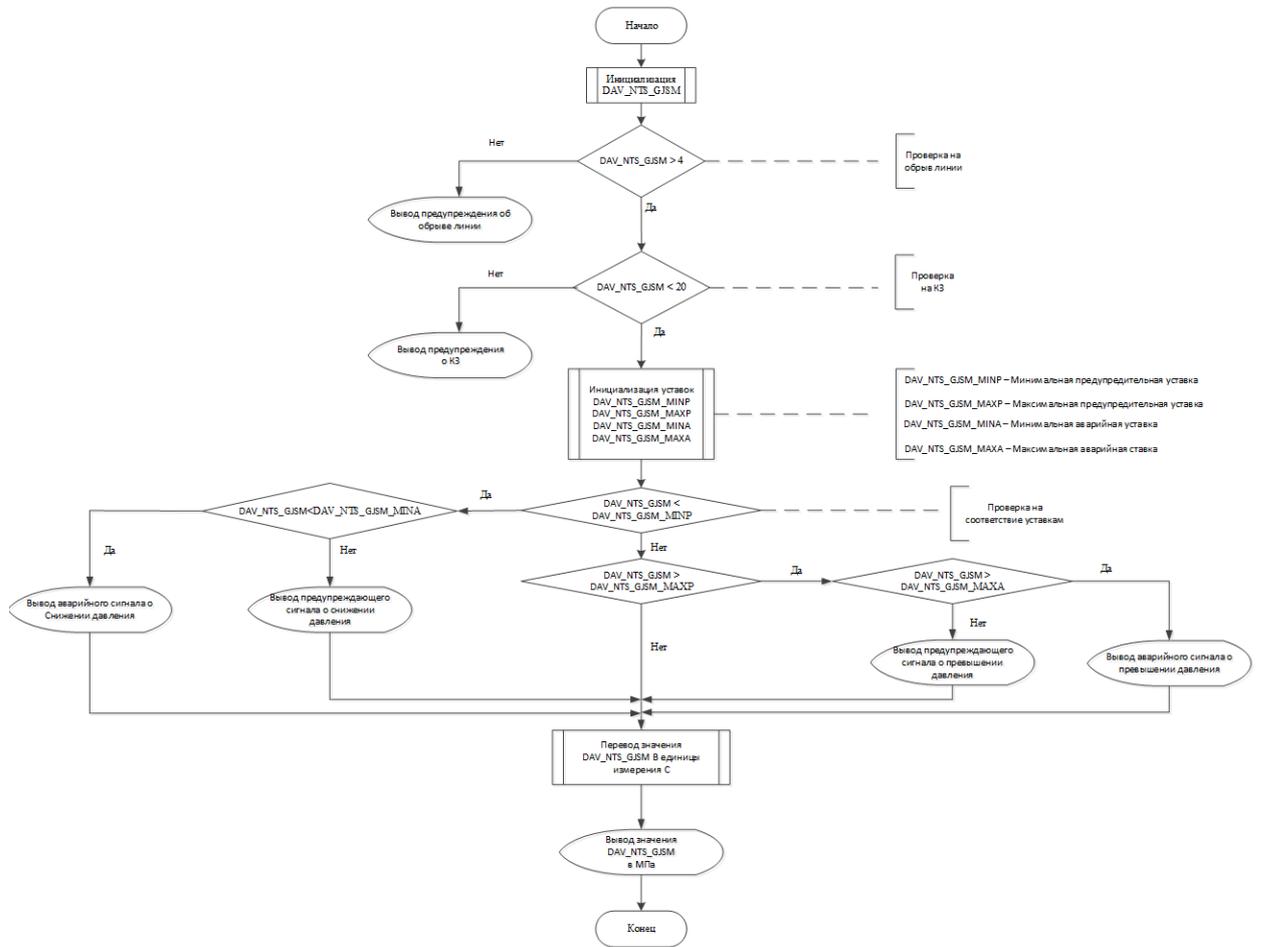
Приложение В

Схема информационных потоков



Приложение Г

Алгоритм сбора данных



Приложение Д
Мнемосхема

