

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

Институт Электронного обучения
Специальность Информационно-измерительная техника и технологии
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Модернизация нефтегазоводоразделителя с прямым подогревом

УДК 622.276.8(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1401	Шитиков Ю.Ю.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Уразбеков Е.И.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

По разделу «Расчет надежности»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Степанов А.Б.			

По разделу «Конструкторско-технологическая часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Степанов А.Б.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Физических методов и приборов контроля качества	Суржиков Анатолий Петрович	д. ф.- м. н., профессор		

Томск – 2016 г.

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

Институт Электронного обучения
Специальность Информационно-измерительная техника и технология
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1401	Шитиков Юрий Юрьевич

Тема работы:

Модернизация нефтегазоводоразделителя с прямым подогревом

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Объект исследования: Нефтегазоводоразделитель с прямым подогревом.

Режим работы: непрерывный.

Вид сырья: вход – нефтеводная эмульсия с содержанием попутного газа; выход – нефть, вода, газ.

<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. Структурная схема автоматизации 3. Выбор средств реализации 4. Проектирование маршрутизатора 5. Разработка алгоритма сбора данных
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p style="text-align: center;">Петухов О.Н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Кырмакова О.С.</p>
<p>Расчет надежности</p>	<p style="text-align: center;">Степанов А.Б.</p>
<p>Конструкторско-технологическая часть</p>	<p style="text-align: center;">Степанов А.Б.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p> 	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Уразбеков Е.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Шитиков Юрий Юрьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 97 с., 20 рис., 26 табл.,
2 приложения.

Ключевые слова: НЕФТЕГАЗОВОДОРАЗДЕЛИТЕЛЬ С ПРЯМЫМ ПОДОГРЕВОМ, СЕКЦИЯ НАГРЕВА, СЕКЦИЯ ОТСТОЯ, КОАЛЕСЦЕР, ТОПЛИВНЫЙ ГАЗ, КЛАПАН С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ.

Объектом исследования является нефтегазоводоразделитель с прямым подогревом.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом нефтегазоводоразделителя с прямым подогревом

В процессе исследования проводилось изучение и выявление недостатков существующей системы автоматизации. Поиск путей решения по ее модернизации.

В результате исследования было выявлено моральное и физическое устаревание полевого оборудования, в частности датчиков давления и температуры, расходомеров и системы обнаружения загазованности.

Область применения: Нефтегазовая отрасль. Установки по подготовке нефти и газа.

Экономическая эффективность/значимость работы: работа имеет высокую практическую значимость для модернизации производства.

В будущем планируется модернизация системы пожарной сигнализации с внедрением автоматизированной системы пожаротушения объекта.

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной выпускной квалификационной работе были использованы следующие термины с соответствующими определениями:

Автоматизированная система: комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

Интерфейс: совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой

Мнемосхема: представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ

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

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): последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов).

Система управления базами данных (СУБД): совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным.

Программируемый логический контроллер (ПЛК): специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов.

Автоматизированное рабочее место (АРМ): Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для

автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA-системы.

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

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП): комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях.

В данной выпускной квалификационной работе были применены следующие сокращения:

КИПиА - контрольно-измерительные приборы и автоматика.

ПО - Программное обеспечение.

НГВРП - Нефтегазоводоразделитель с прямым подогревом.

ФВО - Фильтр-влагоотделитель.

СН - Секция нагрева.

СО - Секция отстоя.

УНТ, УВТ - Уставка нижняя технологическая, уставка верхняя технологическая.

УНА, УВА - Уставка нижняя аварийная, уставка верхняя аварийная.

АРМ-О - Автоматизированное рабочее место оператора.

При выполнении данной выпускной квалификационной работы была использована следующая нормативно-техническая документация.

1. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

2. ГОСТ 12.1.004–76 и ГОСТ 12.1.010 – 76. Основы противопожарной защиты предприятий.
3. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
4. ГОСТ 21.408-93. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.
5. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (утв. от 14 июля 1996 г. №14).
6. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
7. СНиП 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
НПБ от 18.06.2003 г. №105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

Оглавление

	Введение.....	10
1	Техническое задание.....	11
	1.1 Основные задачи и цели модернизации НГВРП.....	11
	1.2 Назначение и состав НГВРП.....	12
	1.3 Требования к автоматике НГВРП.....	13
	1.4 Требования к техническому обеспечению.....	14
	1.5 Требования к метрологическому обеспечению.....	16
	1.6 Требование к математическому обеспечению	17
	1.7 Требование к информационному обеспечению.....	17
2	Основная часть.....	19
	2.1 Описание технологического процесса.....	19
	2.2 Выбор архитектуры АС.....	22
	2.3 Структурная схема АС.....	24
	2.4 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-85.....	25
	2.5 Разработка схемы информационных потоков НГВРП.....	26
	2.6 Выбор средств реализации НГВРП.....	27
	2.6.1.Выбор протола передачи данных.....	27
	2.6.2 Выбор контроллерного оборудования НГВРП.....	32
	2.6.3 Выбор датчиков.....	36
	2.6.3.1 Выбор датчиков давления.....	36
	2.6.3.2 Выбор датчиков температуры.....	39
	2.6.3.3 Выбор датчиков уровня.....	41
	2.6.3.4 Выбор рсходомеров.....	43
	2.6.3.5 Выбор влагомера.....	45
	2.6.3.6 Выбор газосигнализаторов.....	43
	2.6.3.7 Выбор датчиков контроля пламени.....	47
	2.6.4 Выбор исполнительных механизмов.....	48
	2.6.4.1 Выбор отсечных клапанов.....	48
	2.6.4.2 Выбор регулирующих клапанов.....	49
	2.7 Разработка схемы внешних проводок.....	51
	2.8 Разработка Машрутизатора.....	53
	2.8.1. Конструкторская часть.....	53
	2.8.1.1.Назначение изделия.	53
	2.8.1.2. Обоснование выбора элементной базы.....	54
	2.9.Разработка Алгоритма сбора данных измерений.....	56
	2.10 Программное обеспечение для ПЛК.....	57
	2.11 Экранные формы АС НГВРП.....	58
	2.11.1 Разработка дерева экранных форм.....	58
	2.12 Расчет показателей надежности контура системы	60
3	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	64
	3.1 Организация и планирование работ по разработке проекта.....	65
	3.1.1. Продолжительность этапов работ.....	66

3.1.2. Расчет нарастания технической готовности работ.....	69
3.2. Расчет сметы затрат на создание проекта.....	70
3.2.1. Расчет затрат на материалы.....	70
3.2.2. Расчет заработной платы.....	71
3.2.2.1 Расчет основной заработной платы.....	71
3.2.2.2 Расчет дополнительной заработной платы.....	71
3.2.3. Расчет отчислений от заработной платы.....	72
3.2.4. Расчет затрат на электроэнергию.....	72
3.2.5. Расчет амортизационных расходов.....	74
3.2.6. Расчет прочих расходов.....	74
3.2.7. Расчет общей себестоимости разработки.....	75
3.2.8. Прибыль.....	75
3.2.9. Общая стоимость проекта.....	75
3.2.10. НДС.....	76
3.2.11. Общая стоимость НИР.....	76
3.3 Эффективность работы.....	78
4 Раздел «Социальная ответственность».....	79
4.1 Техногенная безопасность.....	81
4.1.1 Анализ вредных производственных факторов.....	83
4.1.1.1. Неблагоприятные условия микроклимата.....	83
4.1.1.2 Шум.....	83
4.1.1.3 Электромагнитное поле.....	84
4.1.2. Анализ опасных производственных факторов.....	86
4.1.2.1. Повышенный уровень напряжения, поражение электрическим током.....	86
4.2. Экологическая безопасность	88
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	89
4.3.1 Пожарная безопасность	89
4.3.1.1 Оценка пожарной безопасности помещения	90
4.3.1.2 Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров.....	91
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
Заключение.....	94
Список использованных источников.....	95
Приложение А.....	97
Приложение Б.....	98

Введение

Цели модернизации НГВРП — увеличение действенности и производительности труда, увеличение качества получаемого сырья, улучшение системы управления, избавление человека от работы в опасных условиях.

Автоматизация приводит к усовершенствованию основных показателей результативности производства: увеличивая количество получаемой продукции, повышению производительности труда. Внедрение автоматических устройств обеспечивает высокое качество продукции, сокращение брака и отходов, уменьшение затрат сырья и энергии, уменьшение численности основных рабочих, снижение капитальных затрат на строительство зданий (производство организуется под открытым небом), удлинение сроков межремонтного пробега оборудования.

Комплексная автоматизация процессов (аппаратов) предполагает не только автоматическое обеспечение нормального хода этих процессов с использованием различных автоматических устройств (контроля, регулирования, сигнализации и др.), но и автоматическое управление пуском и остановом аппаратов для ремонтных работ в критических ситуациях.

В дипломном проекте рассматривается вопрос модернизации системы автоматизации нефтегазоводоразделителя. Необходимость модернизации вызвана изменением требований безопасности и моральным, и физическим износом существующих средств автоматизации.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели модернизации НГВРП

Основными целями модернизации НГВРП являются:

- соответствие системы автоматизации современным требованиям безопасности;
- уменьшение потери нефти, газа и воды, путём их достоверного учёта;
- повышение надёжности работы НГВРП и предотвращение аварийных ситуаций;
- улучшение условий труда эксплуатационного персонала за счет централизации рабочих мест, разнообразного и удобного представления оперативной информации, упразднения рутинной работы операторов, использования "безбумажной" технологии управления объектом;
- сокращение (до минимума) времени и объема обслуживания и ремонта НГВРП.

АСУ НГВРП реализует следующие задачи:

- централизованное управление процессом и управления его из операторной;
- обеспечение надёжной работы и предотвращения аварийных ситуаций;
- повышение результативности ТП на промысле;
- передача оперативной информации в центральный диспетчерский пункт (ЦДП).

1.2 Назначение и состав НГВРП

1.2.1. Нефтегазоводоразделитель с прямым подогревом (НГВРП) располагается на площадке установки предварительного сброса воды (УПСВ) и предназначается для сепарации продукции скважин, разделения ее на отдельные составляющие (нефть, газ, вода), после предварительного подогрева продукции.

1.2.2 В состав НГВРП входят:

- Технологический отсек,
- Арматурный блок
- Программно-технический комплекс,

1.2.2.1 Технологический отсек состоит из:

- секции нагрева (СН);
- секции отстоя (СО);
- жаровых труб с запальными горелками;
- фланцевых соединений с подведенными трубными развязками;
- запорной арматуры, обратных клапанов;
- дополнительного оборудования для поддержания работы НГВРП;
- КИП и А.

1.2.2.2 Арматурный блок состоит из:

- Трубной развязки выходов нефти, воды, газа из НГВРП;
- Запорной, регулирующей арматуры и отсечных клапанов;
- КИП и А;
- Вспомогательного оборудования (освещение, отопление и т.п);

1.2.2.3 ПТК состоит из:

- Шкафа управления с ПЛК;
- АРМа оператора.

1.3 Требования к автоматике НГВРП

Система автоматике НГВРП должна обеспечивать следующее:

1.3.1 Сбор, обработка и предоставление оператору в удобном для него виде информации о технологических параметрах и состоянии оборудования блока нефтегазоводоразделителя с прямым подогревом.

1.3.2 Автоматическое регулирование и управление технологическими параметрами и оборудованием блока НГВРП.

1.3.3 Противоаварийную защиту технологического оборудования блока НГВРП при отклонении технологических параметров за предельно допустимые значения.

1.3.4 Дистанционный контроль и управление параметрами технологического процесса и оборудованием блока НГВРП с автоматизированного рабочего места оператора.

1.4 Требования к техническому обеспечению

1.4.1 Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69 должно быть УХЛ-1.

1.4.2 Установка должна обеспечивать производительность по водонефтяной эмульсии 135-150 м³/ч.

1.4.3 Рабочее давление должно быть не более 0,7 МПа (7 кгс/см²).

1.4.4 Установка должна выдерживать испытание на прочность пробным давлением 1,3 МПа (13 кгс/см²) по ГОСТ 356.

1.4.5 Установка должна выдерживать испытание на плотность рабочим давлением 0,7 МПа (7 кгс/см²) по ГОСТ 356.

1.4.6 Установка должна быть работоспособна при температуре окружающего воздуха от минус 60 до плюс 40 °С и относительной влажности до 100%.

1.4.7 Датчики и исполнительные механизмы, расположенные во взрывоопасной среде, должны быть подключены с учетом обеспечения необходимых требований по взрывозащите.

1.4.8 Шкафы управления должны размещаться в промежуточных блоках, автоматизированные рабочие места операторов (АРМ-О) и блок модемов в помещении операторной в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 50 оС (УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69);
- верхнее значение относительной влажности 98 % при 25 оС и более низких температурах без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- содержание в воздухе пыли, агрессивных газов и паров в пределах, не превышающих указанных в санитарных нормах СН 245-76.

1.4.9 Шкафы искрового розжига с оборудованием во взрывозащищенном исполнении должны располагаться на открытой площадке в максимальной близости от обслуживаемого блока НГВРП при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от минус 45 до плюс 50 оС (УХЛ 1 по ГОСТ 15150-69);
- верхнее значение относительной влажности 100 % при 25 оС и более низких температурах;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- содержание в воздухе пыли, агрессивных газов и паров в пределах, не превышающих указанных в санитарных нормах СН 245-76.

1.4.10 При размещении шкафов управления, розжига и оборудования КИПиА должен быть обеспечен доступ со всех сторон для обслуживания и монтажа.

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

1.5.1 Пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков для измерения давления должны быть не более $\pm 0,5\%$.

1.5.2 Пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков для измерения температуры должны быть не более $\pm 0,5\%$.

1.5.3 Пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков для измерения расхода должны быть не более $\pm 1,0\%$.

1.5.4 Пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков для измерения уровня должны быть не более $\pm 1,0\%$.

1.5.5 На погрешность измерений установки не должно влиять отклонение напряжения питания от номинального (220/380 В) в пределах $\pm 20\%$.

1.6 Требования к математическому обеспечению

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

1.7 Требования к информационному обеспечению

1.7.1 По результатам дипломного проекта должно быть представлено:

- структура и способы организации данных;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора данных, обработки, передачи информации ;

1.7.2 В состав информационного обеспечения должны входить:

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

1.7.3 Обмен информацией между ПК в ЛВС должен осуществляться по протоколам, принятым в вычислительной сети ОАО АК «Роснефть».

1.7.4 Каналы связи вычислительной сети должны обеспечивать передачу информации со скоростью:

- между производствами ОАО - не менее 64 Кбит/с;
- между Компанией и производством - не менее 128 Кбит/с.

1.7.5 Информационная безопасность на всех уровнях управления должна обеспечиваться программными и аппаратными средствами системы посредством:

- использования протоколов передачи данных в ЛВС требуемого типа и конфигурации;
- организации идентификации пользователей системы;
- разграничения прав пользователей на использование ресурсов сети и хранимых данных;
- создания резервных копий массивов данных;

разграничение прав на функциональные задачи.

2 Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

Технологическая схема НГВРП показана на рисунке 2.1.

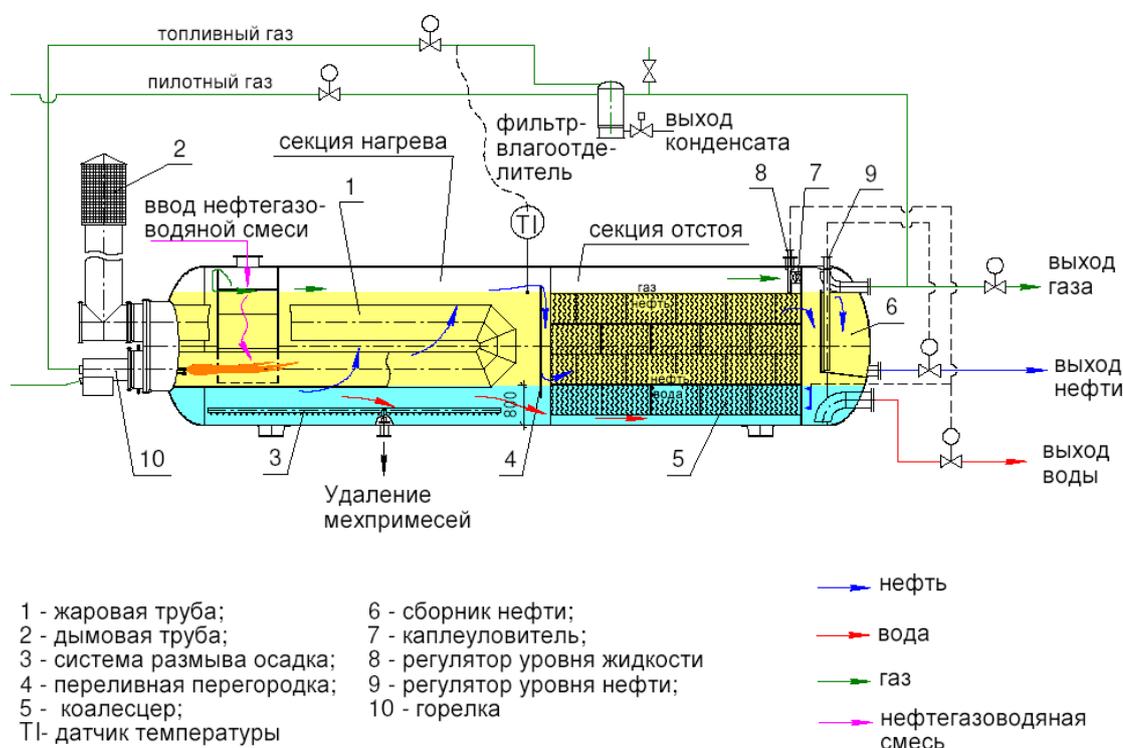


Рисунок 2.1. Технологическая схема НГВРП

Газожидкостная смесь поступает в верхнюю часть НГВРП через входной штуцер.

В секции нагрева происходит первичное отделение газа. Газ накапливается в верхней части аппарата и очищается от капельной жидкости во время его горизонтального движения.

В правой части по ходу потока имеется окно для выхода газа, с каплеуловителем, для дополнительной очистки газа. Часть газа поступает в линию регулирования и подачи топливного газа, проходит через скруббер для очистки газа от капельной жидкости, редуцируется и подается на горелки.

Водонефтяная эмульсия и свободная вода обтекают входной отражатель, двигаются вниз в пространстве между отражателем и стенкой аппарата и попадают под жаровые трубы. Благодаря различным плотностям жидкостей и изменению направления движения потока, свободная вода

отделяется и скапливается на дне аппарата. Эмульсия, двигаясь вдоль жаровых труб, нагревается, что приводит к ускорению отделения воды.

Назначение жаровой трубы – нагрев эмульсии. При нормальной работе температура внешней поверхности жаровой трубы относительно не велика из-за теплосъема омывающей её жидкостью. Продолжительность эксплуатации жаровой трубы зависит от коррозионной агрессивности среды, концентрации взвешенных в ней частиц механических примесей, периодичности обслуживания по смыву накипи, в большей степени, чем от температуры стенки.

Нагрев происходит за счет сжигания попутного газа, выделившегося из нефти, или из альтернативного источника, поступающего по линии подачи топливного газа к основным и запальным горелкам. Продукты горения проходят через жаровую трубу и выходят в дымоход, нагревая трубу и передавая тепло эмульсии.

Контроль пламени и температуры обеспечивается КИП и запорно-регулирующей арматурой.

В НГВРП используются атмосферные диффузионные газовые горелки NORB фирмы NAO для условий естественной тяги. Горелка установлена в жаровой трубе диаметром 720 мм, длиной 14,5 м, с поворотом на 180 градусов. Жаровая труба переходит в дымовую трубу высотой 6,1 м.

Увеличение тепловой мощности горелки достигается увеличением давления газа на входе в горелку.

Диффузионная горелка имеет ряд преимуществ перед горелками инжекционного типа:

- отверстия в горелке большого диаметра и не засоряются;
- пламя горелки более стабильное;
- пламя вытянуто для равномерного распределения теплового излучения по длине трубы;
- невозможность «проскока» пламени внутрь горелки.

При номинальной нагрузке эксплуатационный диапазон коэффициента избытка воздуха 1,05...1,10, теоретическая температура горения 1900...2000 °С, объем продуктов сгорания 10,50...11,0 м³/м³. Подача воздуха в камеру сгорания, движение газов, удаление продуктов сгорания обеспечиваются естественной тягой, создаваемой дымовой трубой.

После нагрева и предварительного обезвоживания эмульсия переливается через вертикальную перегородку и попадает в секцию коалесценции и отстоя. Коалесцер выполнен из рифленых гидрофобных полипропиленовых пластин, расположенных на небольшом расстоянии (6 мм) друг от друга. Поскольку расстояние между пластинами невелико, капли воды быстро достигают твердой поверхности. Собираясь на верхней поверхности рифленых пластин, они коалесцируют и укрупняются. Крупные капли скатываются с пластин и переходят в слой воды. Капли нефти всплывают и быстро достигают нижней поверхности рифленых пластин, где собираются, укрупняются и под действием архимедовой силы всплывают и переходят в слой нефти.

Обезвоженная нефть после секции коалесцера попадает в отстойную камеру и через перегородку переливается в сборник нефти, расположенный на правом днище. В сборнике нефти поддерживается постоянный уровень. Обезвоженная нефть выводится через штуцер выхода нефти.

Выделившаяся из эмульсии вода движется вдоль всей длины сосуда. Межфазный уровень «нефть-вода» поддерживается на заданном уровне с помощью буйкового уровнемера, управляющего клапаном сброса воды.

Контроль и регулирование технологических параметров (температуры, давления, уровня нефти, уровня раздела фаз, содержания воды в нефти на выходе, а также системы жизнеобеспечения в боксе, за основными и пилотными горелками) осуществляется средствами КИПиА, исполнительными механизмами и программно-техническим комплексом, включающим шкаф управления и АРМ оператора.

2.2 Выбор архитектуры АС

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Под профилем понимается набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи. Основными целями применения профилей являются:

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

Профили АС включают в себя следующие группы [1]:

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

В качестве профиля прикладного программного обеспечения будет использоваться открытая и готовая к использованию SCADA-система «In Touch». Профиль среды АС будет базироваться на операционной системе Windows XP. Профиль защиты информации будет включать в себя стандартные средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств будет основываться на среде OpenPCS.

Датчики и исполнительные устройства связаны с ПЛК посредством унифицированного токового сигнала 4...20 мА. Широко применяется для организации связи промышленного электронного оборудования. Использует для передачи данных последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232, а также сети TCP/IP. Доступ к устройствам полевого уровня (датчикам, исполнительным устройствам) со всех уровней управления предприятием осуществляется посредством протокола HART.

Профиль защиты информации обеспечивает реализацию политики информационной безопасности. Функциональная область защиты информации включает в себя функции защиты, реализуемые разными компонентами АС:

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

2.3 Структурная схема АС

В соответствии с ТЗ разработаем модернизированную систему автоматизированного управления НГВРП. В НГВРП осуществляется разделение эмульсии на составляющие (вода, нефть, газ). Исполнительными устройствами являются отсечные и регулирующие клапана.

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных датчиков (датчики давления, датчики температуры, датчики и сигнализаторы уровня, датчики расхода) и исполнительных устройств (клапанов).

Средний (контроллерный) уровень состоит из шкафа управления с ПЛК.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из ПК и сервера базы данных, соединенных в одну локальную сеть Ethernet.

Полученная информация с Технологической установки поступает на ПЛК. Который выполняет следующие функции:

- сбор полученной информации, первичную обработку и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое управление;
- исполнение команд от оператора;
- обмен данными с оператором.

ДП включает в себя станцию управления, представляющую собой АРМ оператора и сервер базы данных. Компьютерный экран оператора предназначен для отображения хода технологического процесса и оперативного управления.

На нижнем уровне ПЛК взаимодействует с датчиками и исполнительными устройствами. Связь между ПЛК и контроллером верхнего уровня осуществляется на базе интерфейса Ethernet.

2.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления технологическим процессом и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации [1]. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, дистанционного управления и сигнализации.

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

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

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

В соответствии с заданием разработана функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-93 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов».

Функциональная схема автоматизации приведена в приложении А.

2.5 Разработка схемы информационных потоков НГВРП

Схема информационных потоков включает в себя три уровня сбора и хранения информации [1]:

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

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

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является как приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. Другими словами, она выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к графическим экранам форм АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации.

Верхний уровень представлен базой данных КИС и базой данных АСУ ТП. Информация для специалистов структурируется наборами экранных форм АРМ. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы и автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате XML.

2.6 Выбор средств реализации НГВРП

2.6.1 Выбор протокола связи

Протокол связи HART - это протокол для адресуемых по шине полевых устройств (датчиков). Протокол HART, как таковой, не является полевой шиной - он является вариантом цифровой полевой связи, выполняющим многие функции полевых шин. При HART-связи полевые устройства традиционно подключаются через выходные токовые контуры 4-20 мА. [Цифровой HART сигнал](#) накладывается на аналоговый сигнал с помощью метода частотной модуляции FSK (Frequency Shift Keying). Это позволяет передавать данные измерений, информацию о настройках и состоянии полевого устройства (датчика), не затрагивая аналоговый сигнал.

HART обеспечивает цифровую двунаправленную связь между датчиком и вторичным прибором или контроллером. Время отклика HART около 500 мс, скорость передачи равна 1200 бит/с. Протокол связи HART может применяться и во взрывоопасных зонах в том случае, если развязывающие устройства (барьеры взрывозащиты) поддерживают HART протокол.

Имеются два способа реализации HART связи с датчиками:

1. Стандартное соединение равноправных узлов, когда на сигнал 4-20 мА накладывается частотно-модулированный сигнал. Это обеспечивает цифровое соединение максимум двух устройств HART. Данный вид соединения обычно используется при настройке датчиков (полевых устройств). Выходной аналоговый сигнал 4-20 мА датчика при данном соединении изменяется в соответствии с величиной контролируемого параметра.

2. Режим многоточечной связи с полевыми устройствами, при котором им присваиваются "сетевые" адреса шины. К одной паре проводов может быть подключено до 15 датчиков. Их количество определяется длиной и качеством линии, а также мощностью блока питания датчиков. Все датчики в многоточечном режиме имеют свой уникальный адрес от 1 до 15, и обращение к каждому идет по соответствующему адресу. Полевые устройства, которым присвоен адрес 0, отключены от шины и данные с них не могут быть считаны

по HART. В режиме многоточечной связи обмен данными производится также по двухпроводной линии - но только с помощью частотно-модулированного сигнала - выходной сигнал датчика зафиксирован на определенной величине и не изменяется.

Частотно-модулированный сигнал - это переменный ток амплитудой +/- 0.5 мА с частотой 1200 Гц для цифровой единицы и 2200 Гц для цифрового нуля. Среднее значение этого синусоидального сигнала равно нулю, так что он не оказывает влияния на сигнал 4-20 мА и не искажает показания датчика.

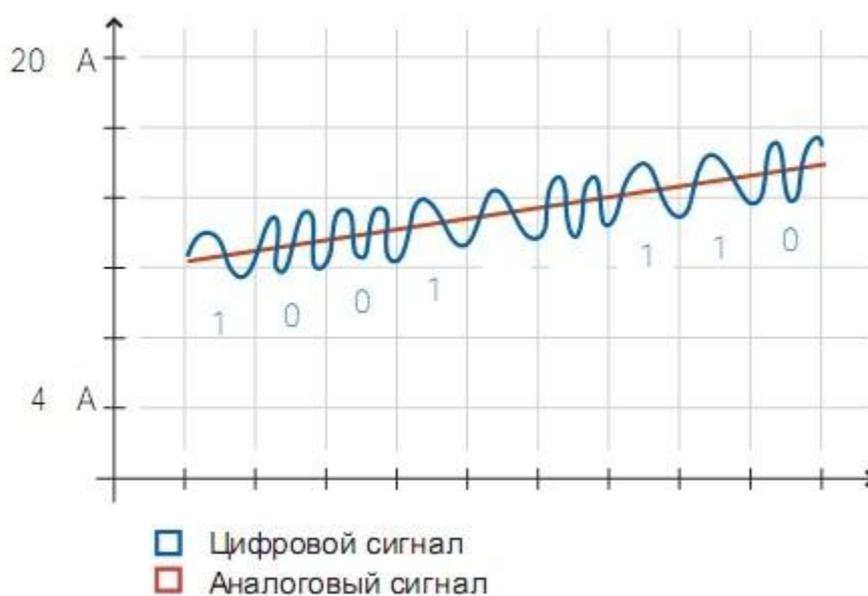


Рисунок. 2.6.1. Частотный модулированный сигнал

Токовый модулированный HART сигнал преобразуется в напряжение на внутреннем входном сопротивлении приемника. Чтобы обеспечить надежный прием сигнала, протокол HART определяет полную нагрузку токового контура, включая сопротивление кабеля, которая должна быть в пределах от 230 Ом до 1100 Ом. Обычно, однако, верхний предел определяется не этой спецификацией, а ограниченной нагрузочной способностью источника питания.

Управление доступом по протоколу HART.

Протокол HART функционирует согласно принципу ведущий-ведомый, и все операции связи инициируются ведущим устройством. Протокол HART поддерживает два ведущих устройства: первичный ведущий, обычно система

управления, и вторичный ведущий - блок управления, который используется в полевых условиях (ноутбук с HART модемом или ручной управляющий модуль - HART коммуникатор). Распределение активности ведущих устройств при управлении ведомым, выполняется на временной основе. После каждой транзакции одно из двух ведущих устройств может принимать на себя связь внутри определенного временного окна.

Полевые устройства HART (датчики с поддержкой HART) являются ведомыми устройствами и всегда реагируют только на запрос ведущего устройства HART. При работе коммуникационные узлы можно добавлять или удалять, не прерывая процесса связи.

Для настройки датчиков с поддержкой HART используются либо ручные управляющие модули - коммуникаторы, либо связка ПК-HART модем-специальное программное обеспечение. Несмотря на то, что HART протокол является стандартизированным и открытым протоколом не все устройства могут быть сконфигурированы с помощью одного HART коммуникатора или модема со специализированным программным обеспечением (например, [PACTware](#)). Большинство производителей выпускает коммуникаторы и модемы предназначенные, в большинстве случаев, для работы только с выпускаемыми этим же производителем приборами. Некоторые модели коммуникаторов (правильнее их будет называть пультами настройки с поддержкой HART) и вовсе могут работать только с одним определенным типом датчиков, но при этом их стоимость на порядок меньше, чем стоимость универсальных коммуникаторов.

При подключении HART коммуникатора или модема к не поддерживаемому типу датчиков в лучшем случае удастся посмотреть (иногда и изменить) диапазон измерения, единицы измерения, величину выходного сигнала, а также откалибровать точку нуля. Откалибровать чувствительность или зайти в меню расширенных настроек *Advanced setup* в большинстве

случаев не удастся. Для того, чтобы получить возможность работы с данным типом датчиком нужно загрузить в коммуникатор (или программное обеспечение модема) файл-описание этого датчика, так называемый драйвер описания устройства (DD или DTM)

Скачать необходимые DD и DTM файлы для новых устройств с поддержкой HART или для тех устройств, которые отсутствуют в штатной библиотеке HART коммуникатора или программного обеспечения модема можно на официальном сайте ассоциации [HART Communication Foundation](#) или на сайте производителя применяемого оборудования КИП.

Достоинства и недостатки протокола HART.

Протокол связи HART имеет следующие достоинства:

- Простая настройка, сервис и техническое обслуживание устройств с поддержкой HART;
- Совместимость с обычными аналоговыми полевыми устройствами и датчиками;
- Открытый стандарт, доступный каждому изготовителю оборудования КИП;
- Достаточно высокая помехоустойчивость.

Согласно исследованию, проведенному компанией ARC Advisory Group в конце 2010 года 46% от 69,2 млн. контрольно-измерительных приборов и устройств, установленных по всему миру [имеют поддержку HART](#) и тенденция увеличения количества подобных устройств сохраняется.

Главным недостатком HART является то обстоятельство, что усовершенствования протокола могут производиться только в области программного обеспечения, а не в аппаратной части протокола (в связи с необходимостью поддерживать совместимость со "стареющей" технологией аналоговой аппаратуры). Следовательно, сегодня HART является медленной технологией по сравнению с другими протоколами и системами связи.

2.6.2 Контроллерное оборудования НГВРП

В основе системы автоматизированного управления НГВРП будем использовать ПЛК «DeltaV» фирмы Emerson, внешний вид которого изображен на рисунке 4, так как его технические характеристики соответствуют требованиям технического задания, а работающее с ним в паре приложение «AMS Device Manager», разработанное фирмой «Emerson», позволяет расширить границы диагностирования полевого оборудования.



Рисунок 2.4. Контроллер DeltaV

DeltaV является полнофункциональной распределенной системой управления технологическим процессом. Полевые устройства HART, контроллеры и рабочие станции работают совместно в составе системы, обеспечивая управление каждый на своем уровне. Контроллер в системе DeltaV отвечает за выполнение различных задач. Самая очевидная задача – выполнение алгоритмов управления (в терминах DeltaV – модулей управления).

Однако контроллер также выполняет и другие задачи, например, такие как обработка каналов ввода/вывода, обмен данными с другими узлами и диагностика. Все эти задачи должны выполняться за определенное время для того, чтобы контроллер функционировал в нормальном режиме. Управляющее оборудование DeltaV обеспечивает большую экономию монтажных затрат. Компактность и модульность конструкции позволяет с минимальными затратами удовлетворить требования, предъявляемые технологическим

процессом. Управляющее оборудование DeltaV снабжено прочной конструкцией, гибкостью монтажа и может быть установлено почти где угодно. Оно способно работать в условиях:

- Class 1, division 2
- CENELEC Zone ½
- Загрязнение воздуха Class G3 ISA-S71.04-1985

В отличие от других решений в области автоматизации, компоненты системы, включая контроллеры, устройства в/в, полевые приборы и рабочие станции можно добавлять и убирать в то время, когда система включена и работает. Можно наращивать и модернизировать свою систему в процессе работы без всяких простоев. Все оборудование DeltaV автоматически распознается при включении. Не надо возиться с переключателями и тратить свое время и прочие ресурсы. Автоматически распознаются и цифровые полевые приборы.

Технические характеристики модуля контроллера MD Plus M приведены в таблице 2.2, внешний вид на рисунке 2.5.[6].

Таблица 2.2

Технические параметры		Значение
Доступная память пользователя		48 Mbytes
Энергонезависимая память		64 Mbytes (Compact Flash)
Рассеиваемая мощность		5 W
Напряжение питания	номинальное	=24В
	допустимое	20,4...28,8 В
Рабочая температура		от -40 до 70°C
Относительная влажность		5 – 95% без конденсации
Загрязняющие вещества в воздухе		ISA-S71.04-1985, класс по загрязняющим веществам в воздухе G3, конформное покрытие
Ударная нагрузка (при нормальных условиях эксплуатации)		10 g, полусинусоидальное колебание в течение 11 мс
Вибрация (эксплуатационный предел)		Амплитуда: 1 мм от 5 до 16 Гц, 0,5 g от 16 до 150 Гц.



Рисунок 2.5. Процессорный модуль MD Plus

Технические характеристики модуля ввода аналоговых сигналов VE4003S2B4 приведены в таблице 2.3, внешний вид на рисунке 2.6 [6].

Таблица 2.3

Технические параметры	Значения
Технические характеристики	
Число каналов	8 однополярных (с HART протоколом)
Изоляция	Каждый канал оптически изолирован от системы при напряжении “нагрузка-система” = 100 В перем. тока
Номинальный диапазон сигнала	4–20 мА
Максимальный диапазон сигнала	от 1 до 22,5 мА, с проверкой выхода за границы диапазона
Ток локальной шины на одну плату (12 В пост. тока по номиналу)	Номинально 175 мА, максимум 250 мА
Питание цепи полевых устройств, на одну плату	Максимум 300 мА при 24 В пост. тока ($\pm 10\%$)
Точность в температурном диапазоне	0,1% шкалы
Повторяемость	0,05% шкалы
Сглаживающий фильтр	–3 дБ при 2,7 Гц; –20,5 дБ на половине частоты дискретизации
Дополнительный предохранитель	2,0 А
Условия окружающей среды	
Рабочая температура	от 0 до 60°C (32 - 140°F)
Относительная влажность	5 – 95% без конденсации
Вибрация	Вибрация с полным размахом 1 мм для частот от 5 до 16 Гц; 0,5 г для частот от 16 до 150 Гц
Удар	½ синусоиды 10 г в течение 11 мс
Загрязнение воздуха	ISA-S71.04-1985, Класс G3 загрязнений воздуха. Защитное покрытие



Рисунок 2.6. Модуль ввода аналоговых сигналов VE4003S2B4

2.6.3 Выбор датчиков

2.6.3.1 Выбор датчиков давления

Для выбора датчиков давления был проведен сравнительный анализ датчиков фирм «Метран», «Yokogawa», «Emerson».

Технические характеристики датчиков приведены в таблице 2.7 [7].

Фирма	Yokogawa	Emerson	Метран
Измеряемые среды	жидкость, газ, пар		
Напряжение питания	10,5-42,4 В постоянного тока		
Выходной сигнал	4...20 мА/HART/		
Температура измеряемой среды	-40...120°C	-40...121°C	-40...149°C
Температура окружающего воздуха	-40...85°C – без ЖК дисплея -30...80°C – с ЖК дисплеем	-40...85°C – без ЖК дисплея -20...80°C – с ЖК дисплеем	-55 до 80°C – без ЖК дисплея -40 до 80°C – с ЖК дисплеем
Общая погрешность датчика	±0,1%	±0,13%	±0,2%
Физические интерфейсы связи с компьютерной средой	HART		
Протоколы связи с компьютерной средой	HART		
Класс защиты корпуса	IP67	IP66	IP66

Для измерения избыточного давления газа и разрежения в трубах топок №1,2 НГВРП будут применяться датчики Rosemount 3051Т компании «Emerson».

В моделях 3051Т и 3051С для измерений АД использована технология пьезорезистивных сенсоров. Основными компонентами модели 3051 являются сенсорный модуль и блок электроники. В сенсорный модуль входят сенсорная система, заполненная маслом (разделительная мембрана, система заполнения маслом и сенсор) и электронная часть. Электроника сенсора устанавливается внутри сенсорного модуля и включает в себя температурный сенсор (температурный преобразователь сопротивления), модуль памяти и преобразователь емкостного сигнала в цифровой (С/D преобразователь). Электрический сигнал от сенсорного модуля передается на выходной блок электроники.

Корпус блока электроники содержит электронную плату вывода (микропроцессор, модуль памяти, цифро-аналоговый преобразователь сигнала - ЦАП), кнопки встроенной регулировки нуля и шкалы и клеммный блок.

Для измерения избыточного давления газа на выходе аппарата и избыточного давления топливного газа перед горелками будут использованы датчики Rosemount 3051TG-3-A-2B-2-1-A-B4-I1-QT-M4. Выбранная модель датчика избыточного давления имеет предел измерения от 0 до 5515 кПа и основную относительную погрешность измерений $\pm 0,065\%$ от шкалы измерения.

Для измерения разряжения в трубах топок №1,2 НГВРП будут использованы датчики Rosemount 3051TA-1-A-2B-2-1-A-B4-I1-QT-M4. Выбранная модель датчика имеет предел измерения от -101,3 до 206 кПа и основную относительную погрешность измерений $\pm 0,065\%$ от шкалы измерения.

Для индикации по месту предусматривается наличие на приборах ЖК дисплея. Присоединение к технологическому процессу обеспечивается при помощи рабочего штуцера с внутренней резьбой 1/2".

В рамках данного проекта выбранные датчики будем подключать к контроллеру через аналоговый вход, т.е. на контроллер будет подаваться унифицированный токовый сигнал 4...20 мА с цифровым протоколом HART.

Выбранные датчики обеспечивают непрерывное преобразование значения измеряемого параметра (избыточного давления и разряжения) в унифицированный токовый выходной сигнал 4...20 мА. Внешний вид датчика изображен на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10. Датчик давления Rosemount 3051Т.

Из вышеуказанных характеристик следует, что выбранные датчики удовлетворяют требованиям технического задания. Данные приборы широко применяются в химической, нефтехимической, нефтяной, газовой, пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности.

2.6.3.2 Выбор датчиков температуры

Выбор датчиков температуры был сделан на основе сравнительного анализа датчиков фирм «Метран», «Манотомь», «Emerson».

Технические характеристики сравнения датчиков приведены в таблице 2.8 [7].

Таблица 2.8

Фирма	Метран	Emerson	Манотомь
Технические характеристики датчиков	Метран 274	Rosemount 3144P	TC5008EX
Измеряемые среды	жидкость, газ, пар		
Напряжение питания	18 – 42 В. постоянного тока	12-42,4 В. постоянного тока	17 – 42 В. постоянного тока
Температура измеряемой среды	-50...150°C	-50...180°C	-50...150°C
Температура окружающего воздуха	-45 до 70 °C	-20...85°C (с ЖКИ) -40...85°C (без ЖКИ)	-40 до 70 °C
Выходной сигнал	4...20 мА (HART)		
Сопротивление нагрузки	Rном=500 Ом	Rном=250 Ом	Rном=200 Ом
Зависимость выходного сигнала от температуры	Линейная		
Общая погрешность датчика	±0,25%	±0,13%	±0,25%
Межповерочный интервал	4 года	4 года	1 год

Так как процесс разделения нефтеводогазовой эмульсии на составляющие связан с нагревом, то нам необходимо контролировать температуру во многих стадиях процесса. Также для нормального функционирования КИПиА, установленных в арматурном блоке, требуется измерение и поддержание в заданных пределах температуры окружающего воздуха помещения. Для измерения температуры будут использованы датчики температуры с аналоговым выходом 4...20мА(HART) выпускаемые фирмой «Emerson». В качестве такого датчика выбираем Rosemount 3144P. Датчики температуры Rosemount 3144P предназначены для измерения температуры нейтральных и агрессивных сред, по отношению к которым материал защитной

арматуры является коррозионностойким, и могут применяться во взрывоопасных зонах.

Согласно каталога выбираем датчик Rosemount 3144P-D1-A-1-E5-B4-M5 с сенсором градуировки Pt100. Выбранная модель датчика имеет предел измерения от -200 до 850°C (в зависимости от установленного сенсора диапазон может быть сужен до любых границ) и предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,12\%$. Внешний вид датчика изображен на рисунке 2.11.

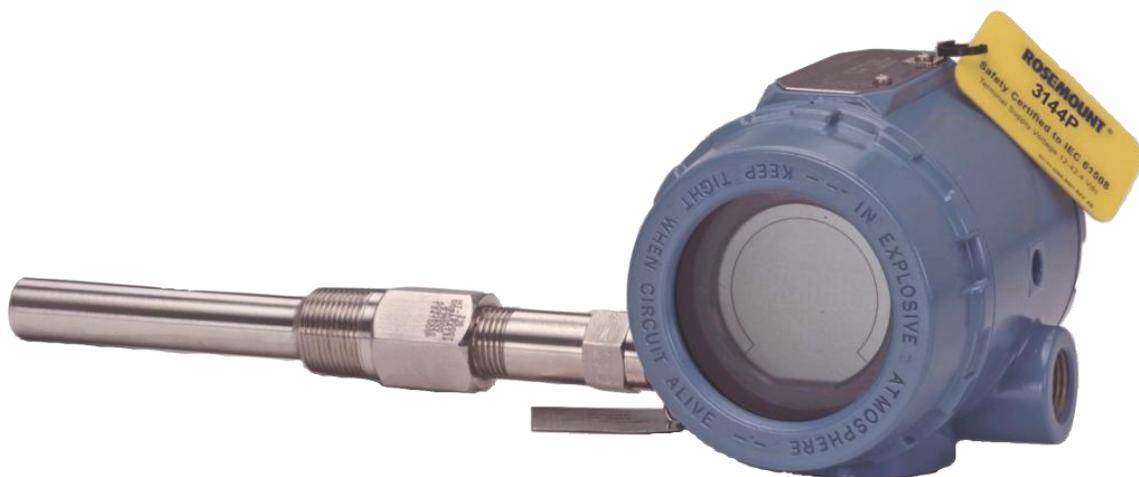


Рисунок 2.11. Rosemount 3144P

2.6.3.3 Выбор датчиков уровня

Выбор уровнемеров был сделан на основе сравнительного анализа фирм «ПРОМПРИБОР», «Nivelco», «UWT», «Emerson», «Dresser».

Технические характеристики датчика приведены в таблице 2.9 [8].

Таблица 2.9

Техническая характеристика датчиков	ПРОМПРИБОР	Dresser	Emerson
Измеряемые среды	жидкость		
Напряжение питания	36±0,72 постоянного тока	9,5-50 В постоянного тока	От 16 – 42,4 В постоянного тока
Температура измеряемой среды	От -50 ...120 °С	-210...450°С со вставкой для защиты -100...150°С без вставки для защиты	От -60 до 400 °С
Температура окружающего воздуха	-40...80°С	-40...80°С	-20...70°С
Выходной сигнал	4...20 мА (HART)		
Номинальное давление	До 450 кгс/см ²	От 16 до 420 кгс/см ²	До 351 кгс/см ²
Диапазон плотности	От 0,4 до 2,0 г/см ³ при стандартном буйке	От 0,2 до 1,4 г/см ³ при стандартном буйке	От 0,2 до 2,3 г/см ³ при стандартном буйке
Основная погрешность датчика	±0,25%	±0,5%	±0,03% от диапазона измерений
Гистерезис	±0,2%	±0,3%	
Зона нечувствительности	±0,5%	±0,1%	
Межповерочный интервал	2 года	4 года	
Степень пылевлагозащиты	IP54	IP66/IP67	

Так как в аппарате идет непрерывный поток, который из-за содержания газа в эмульсии приводит еще и к вспениванию целесообразнее всего будет использовать поплавковые уровнемеры. Из всех рассмотренных вариантов наиболее подходящим был уровнемер модели «Masoneilan 12300» фирмы Dresser.

Узел «бук-торсионная трубка», использующийся в данном уровнемере, является высоконадежным методом измерения уровня, при котором поверхностная турбулентность, пена и возмущения рабочей жидкости не влияет на результат измерения.

Согласно каталога, для измерения уровня нефти в секции отстоя выбираем модель датчика «Masoneilan 12323-057». Выбранная модель имеет предел измерения от 0 до 2500 мм. Для измерения уровня конденсата в газовом сепараторе и уровня раздела фаз выбираем модель «Masoneilan 12321-057», которая имеет другой способ монтажа и предел измерения 0-400 мм и 0-1000 мм, соответственно. Внешний вид датчика изображен на рисунке 2.12.



Рисунок 2.12. Уровнемер «Masoneilan 12300»

Для сигнализации аварийно максимального и минимального уровней в секции нагрева будет использован вибрационный сигнализатор уровня «Rosemount 2120» фирмы «Emerson». Внешний вид датчика изображен на рисунке 2.13.



Рисунок 2.13. Rosemount 2120

2.6.3.4 Выбор расходомеров

Выбор расходомеров был сделан на основе сравнительного анализа фирм «Метран», «Дарконт», «БОЗНА», «Emerson», «KROHNE».

Технические характеристики датчиков приведены в таблице 2.10 [9].

Таблица 2.10

Техническая характеристика прибора	KROHNE	Emerson	Метран
Измеряемые среды	Жидкость	Жидкость, газ	
Напряжение питания (автоматическое переключение)	12...24 В постоянного тока	18-100 В постоянного тока 100-220 В переменного тока	12-42 В постоянного тока 100-220 В переменного тока
Температура измеряемой среды	-25...150°C	-100...150°C	-29 ... 180°C
Температура окружающего воздуха	-25 ...60°C	-40...60°C	
Выходной сигнал	4...20 мА (HART)		
Основная погрешность датчика	±0,5%		
Межповерочный интервал	1 год	4 года	2 года
Категория защиты	IP66, IP68.		

Для измерения расхода воды и нефти на выходе НГВРП будут использоваться кориолисовые расходомеры «Micro Motion» серии R фирмы «Emerson».

Кориолисовые расходомеры «Micro Motion» серии R являются простыми и надежными устройствами, они характеризуются компактностью, которая облегчает процесс монтажа и обслуживания. Универсальные расходомеры серии R используются в разнообразных отраслях промышленности, обеспечивают прямое измерение значений массового расхода и плотности в трубопроводе, а также измеряют объемный расход и температуру.

Отсутствие движущихся изнашивающихся частей, подлежащих вынужденной замене, сокращает объем технического обслуживания и обеспечивает долговременную надёжность

Согласно каталога, для измерения расхода воды и нефти выбираем модель датчика «Micro Motion R200S». Выбранная модель имеет предел измерения от 87 до 43550 л/ч. В качестве преобразователя используется модель «Micro Motion 1700» взрывозащищенного исполнения, смонтированный непосредственно на сенсор. Внешний вид датчика изображен на рисунке 2.14.



Рисунок 2.14. Расходомер «Micro Motion»

2.6.3.5 Выбор влагомера

Выбор уровнемеров был сделан на основе сравнительного анализа фирм «EESilfo», «Invalco», «Нефтесервисприбор».

Технические характеристики датчиков приведены в таблице 2.11 [10].

Таблица 2.11

Техническая характеристика	EESilfo	Нефтесервисприбор	
Измеряемые среды	Сырая нефть		
Диапазон измерений	0 ... 25 %		
Напряжение питания	Не более 24,2 В постоянного тока		18...32 В постоянного тока
Температура окружающего воздуха	-40...85°C	-10...40°C	-20...60 °C
Относительная влажность	Не более 90 %		50...80%
Выходной сигнал	4...20 мА		
Основная погрешность датчика	±0,5%	±0,4%	±0,4%
Степень защиты	IP65, IP67		
Межповерочный интервал	3 года	4 года	3 года

Для измерения обводненности нефти на выходе НГВРП будет использоваться влагомер «ВСН-2-80-30» фирмы «Нефтесервисприбор».

Влагомеры сырой нефти ВСН-2 предназначены для измерения объёмной доли воды (в %) в нефти, нефтепродуктах и других жидкостях органического происхождения после сепарации газа при транспортировке по технологическим трубопроводам. Влагомеры функционально состоят из первичного измерительного преобразователя, блока обработки и соединительного кабеля, обеспечивающего их связь. Внешний вид влагомера изображен на рисунке 2.15.



Рисунок 2.15. Первичный преобразователь и блок обработки влагомера «ВСН-2-80-30»

2.6.3.6 Выбор газосигнализаторов

Выбор газосигнализаторов был сделан на основе сравнительного анализа фирм «ПожГазПрибор», «ЭлектроСтандартПрибор», «DRAGER». Технические характеристики датчиков приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12

Техническая характеристика датчиков	ПожГазПрибор	DRAGER	ЭлектроСтандартПрибор
Измеряемые газы	Метан		
Напряжение питания	18...32 В постоянного тока		
Потребляемая мощность	Не более 4,5 Вт	Менее 5 Вт	5.5 Вт
Температура окружающего воздуха	-60...90°C	-40...65°C	-60...90°C
Относительная влажность	0...95 %	0...100 %	
Выходной сигнал	4...20 мА, HART		
Межповерочный интервал	1 год		
Степень защиты	IP 67, IP 66		IP 66
Основная погрешность датчика	±5%		

В качестве газосигнализаторов будем использовать инфракрасные оптические газоанализаторы «Polytron 2 IR тип 334» фирмы «Dräger».

Dräger Polytron 2 IR – взрывозащищенный инфракрасный датчик для непрерывного контроля взрывоопасных газов и паров. Корпус из нержавеющей стали и оптика с отсутствием дрейфа позволяют использовать эту измерительную головку даже в самых суровых условиях открытого моря. Две модели, работающие в различных диапазонах длин волн, теперь позволяют обнаруживать большее количество опасных веществ [14]. Данный газоанализатор способен измерять содержание газов в диапазоне от 0 до 20–100 % НПВ; для метана возможны измерения в диапазоне 0–100 об. %.

Внешний вид влагомера изображен на рисунке 2.16.



Рисунок 2.16. Инфракрасный оптический газоанализатор Dräger Polytron 2 IR

2.6.3.7 Выбор датчиков контроля пламени

Выбор датчиков контроля пламени был сделан на основе сравнительного анализа фирм «Санар», «ОбщеМаш», «НеоТехнология», «Fireye Forney». Технические характеристики датчика приведены в таблице 2.13.

Таблица 2.13

Техническая характеристика приборов	Санар	Fireye Forney	НеоТехнология
Напряжение питания	24 В постоянного тока (+20%, -15%)		
Температура окружающего воздуха	-40...60°C		
Выходной сигнал	Две группы контактов реле	4...20 мА, сухой контакт реле	две группы контактов реле
Потребляемая мощность	4,5 Вт	Не более 5 Вт	Не более 2,5 Вт
Степень защиты	IP 65	IP 66	IP 65

В качестве датчиков контроля пламени будем использовать сканеры «Phoenix 85UVF» фирмы «Fireye Forney».

Самопроверяющиеся сканеры Phoenix (Феникс) типа 85UVF компании Fireye используются для того, чтобы обнаружить ультрафиолетовое излучение пламени ископаемых топлив, таких, как природный газ, коксовый газ, пропан, метан, бутан, керосин, легкие нефтяные дистилляты и дизельные топлива. Они могут применяться для канальных горелок, промышленных газовых горелок, систем розжига при непрерывной или циклической работе горелок на производствах.

Внешний вид влагомера изображен на рисунке 2.17.



Рисунок 2.17. Сканер пламени Phoenix (Феникс) типа 85UVF

2.6.4 Выбор исполнительных механизмов

2.6.4.1 Выбор отсечных клапанов

Автоматические отсечные клапана необходимы для открытия и закрытия прохода газа на запальные и основные горелки, а также сброса топливного газа на свечу на стадии розжига горелок. Отсечные клапана будем использовать фирмы «Термо Брест». Электромагнитные отсечные клапана серии ВН, ВФ предназначены для использования в системах дистанционного управления потоками различных газовых сред, в том числе углеводородных газов, в качестве запорно-регулирующего органа и органа безопасности при продолжительном режиме работы. [11]. Основные технические характеристики клапанов приведены в таблице 2.14. Внешний вид изображен на рисунке 2.18.

Таблица 2.14

Техническая характеристика	Значение
Применяемая среда	Газ
Температура рабочей среды	-30...70°C
Максимальное давление	0,9 МПа
Напряжение питания	220 В, 50 Гц переменного тока
Время открытия	Не более 1 сек.
Время закрытия	Не более 1 сек.
Класс герметичности	A
Климатическое исполнение	У2 (-45...40°C)
Номер технических условий	ТУ РБ 05708554.021-96
Степень защиты корпуса	IP67
Тип исполнения	фланцевое
Взрывозащита	2ExmIIТ4



Рисунок 2.18. Клапан электромагнитный автоматический серии ВН, ВФ.

Согласно каталога, для монтажа на линии топливного газа основных горелок №1,2 выбираем клапан «ВН2Н-3КПЕ-фл». Для линии топливного газа запальных горелок №1,2 – «ВН¹/₂Н-4КПЕ-фл», а для линий сброса газа на свечу – «ВФ³/₄Н-4ПЕ-фл».

2.6.4.2 Выбор регулирующих клапанов

В автоматизированной системе управления НГВРП предусмотрено 5 контуров регулирования: 1 – дискретный, 4 – аналоговых.

Для дискретного контура регулирования уровня в газовом сепараторе будет использован электромагнитный клапан «СЕНС», выпускаемый фирмой «НПП Сенсор» [12].

Основные технические характеристики клапана приведены в таблице 2.15. Внешний вид изображен на рисунке 2.19.

Таблица 2.15

Техническая характеристика	Значение
Применяемая среда	Газ, Жидкость
Температура рабочей среды	-50...80°C
Условное давление	25 бар
Условный проход	25 мм
Напряжение питания	220 В, 50 Гц переменного тока
Время открытия/закрытия	0,2/0,5 сек.
Класс герметичности	A
Климатическое исполнение	-50...60°C
Степень защиты корпуса	IP67
Тип исполнения	фланцевое
Класс нагревостойкости электрической изоляции катушки	F
Взрывозащита	1ExdIIВТ4



Рисунок 2.19. Клапан электромагнитный СЕНС.

Согласно каталога, выбран клапан электромагнитный СЕНС 492115.001, DN25, PN25, фланцевый, исп.3 по ГОСТ 12815-80, взрывозащищенный, нормально закрытый, с датчиком положения, пультом управления и индикатором состояния.

Для всех четырех оставшихся контуров регулирования подойдут регулирующие клапаны «РК-Э 201 С» с электроприводом взрывозащищенного исполнения «AUMA Matic SAMEX» с прямоходным модулем LE [13]. Основные технические характеристики привода приведены в таблице 2.16. Внешний вид изображен на рисунке 2.20.

Таблица 2.16

Техническая характеристика	Значение
Клапан	
Применяемая среда	Газ, Жидкость
Температура рабочей среды	-40...225°C
Тип исполнения	фланцевое
Материал корпуса	Легированная сталь
Функциональное назначение	Запорно-регулирующая арматура
Вид управления	Под привод
Электропривод	
Напряжение питания	380 В, 50 Гц переменного тока
Управляющий сигнал	4...20 мА
Выходной сигнал (положение)	4...20 мА
Конечное положение (индикация)	Концевые и моментные выключатели
Взрывозащита	II2G EEx de IIC T4



Рисунок 2.20. Электропривод с блоком управления AUMA Matic.

2.7 Разработка схемы внешних проводов

Первичные и внештатовые приборы включают в себя 4 датчика давления «Rosemount 3051T», 8 датчиков температуры «Rosemount 3144P», 4 уровнемера «Masoneilan 12300», 2 расходомера «Micro Motion», 2 газосигнализатора «Polytron 2 IR», 2 датчика контроля пламени «Phoenix», 4 блока управления регулирующих клапанов «AUMA Matic». Все датчики и исполнительные механизмы, кроме датчиков положения отсечных клапанов, на выходе имеют унифицированный токовый сигнал 4...20 мА. У датчиков положения выходной сигнал – дискретный.

Для передачи сигналов от датчиков с аналоговым выходом 4...20 мА используется двухпроводная схема подключения. Для передачи сигналов с датчиков положения отсечных клапанов – трёхпроводная.

Для соединения используются кабели марки КВВГЭнг. Кабель прокладывается по кабельным эстакадам между НГВРП и шкафом управления.

Технические характеристики кабеля:

КВВГЭнг — кабель контрольный экранированный

Жила — мягкая медная проволока

Изоляция — изоляционный ПВХ пластикат

Сердечник- скручен из 4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37, 52 или 61 изолированной жилы

Поясная изоляция — спирально наложенная лента из ПЭТФ плёнки

Экран- спирально наложенная лента из алюминиевой фольги

Оболочка — шланг из светотермостойкого ПВХ пластиката пониженной горючести

Назначение:

для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В частоты до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В.

Условия эксплуатации и монтажа:

рабочая температура — от -40 до +50 °С;

минимальный срок службы в нормальных условиях эксплуатации — 20 лет при прокладке в земле, 25 лет при прокладке в помещениях, каналах и тоннелях;

преимущественные области применения — в помещениях, каналах и тоннелях.

Допускается прокладка на открытом воздухе при условии защиты от механических повреждений и прямых солнечных лучей;

температура прокладки — не ниже 0 °С;

величина монтажных изгибов — не менее 4 диаметров по оболочке.

2.8. Разработка Маршрутизатора.

2.8.1. Конструкторская часть

2.8.1.1. Назначение изделия.

Основной функцией маршрутизатора является транзит цифровых информационных потоков между исполнительными устройствами.

Маршрутизатор входит в состав оборудования автоматизированной системы управления НГВРП. Эта распределенная система с простой четырехуровневой структурой. Первый уровень системы образуют датчики, установленные на установке НГВРП. Датчики передают показания технологических параметров. Второй уровень системы ПЛК, которые принимают данные полученные по NART-протоколу. На третьем уровне находится маршрутизатор, который принимает сигнал по проводу витой пары и распределяет сигнал. Четвертый уровень ПЭВМ располагается на разном удалении от технологической установки, в котором на основе полученной информации технологического процесса производится его регулирование. В системе поддерживается двухсторонний обмен данными между датчиками и ПЭВМ. При этом маршрутизатор выступают только как промежуточные коммутационные устройства.

Принцип действия.

Распределение данных между сегментами сети осуществляется в соответствии с таблицей маршрутизации, которая содержит адреса дальнейшей передачи пакетов. Различают два вида маршрутизации:

- статическую;
- динамическую.

При первом способе записи в таблицу маршрутизации производятся вручную, что обеспечивает стабильность и безопасность, а также уменьшение нагрузки на оборудование. Во втором случае данные обновляются автоматически, что позволяет всегда иметь актуальную информацию о существующих маршрутах.

Маршрутизаторы передают данные по сетевому кабелю. Выбор вида коммуникационного устройства зависит от требований, предъявляемых к сети. Беспроводной маршрутизатор может передавать данные как на устройства, подключенные посредством кабеля, так и при помощи беспроводных технологий. Для создания сети с гибкими возможностями настройки используются роутеры, которые представляют собой устройства с собственным программным обеспечением. Это устройство — программный маршрутизатор.

2.8.1.2 Обоснование выбора элементной базы.

Обоснование выбора резисторов.

Применяемы в устройстве резисторы (С2-33Н), предназначены для работы в цепях постоянного тока. Содержат резистивный элемент в виде очень тонкой (десятки доли микрометра) металлической пленки, осажденной на основании из керамики, стекла, слоистого пластика, ситалла или другого изоляционного материала. Не проволочные постоянные резисторы менее стабильны по сравнению с проволочными, но наряду с этим имеют меньшие габариты, и их сопротивление менее зависит от частоты напряжения, они значительно дешевле. По этому в аппаратуре непроволочные резисторы применяются значительно чаще, чем проволочные.

Следовательно, не проволочные постоянные резисторы типа С2 - 33Н подходят для использования в проектном устройстве.

Обоснование выбора конденсаторов.

В устройстве применяются электролитические конденсаторы К53 – 4А, предназначенные для работы в цепях постоянного тока. Электролитические конденсаторы К53 – 4А рассчитаны на широкий диапазон емкости и рабочих напряжений. Имеют цилиндрическую форму и выпускаются в трех конструктивных вариантах: с гибкими проволочными выводами одинаковой длины (неполярные), с выводами разной длины (короткий вывод плюсовой) и с запрессованными в пластмассу лепестковыми выводами.

В первых двух вариантах торцы заливают герметикам, в третьем ставят пластиковую крышку. Во всех случаях цилиндры у торцов закатывают по внешней поверхности, по сравнению с другими конденсаторами, конденсаторами типа К53-4А, более низко вольтные и имеют широкий диапазон номинальной емкости.

Исходя из этих параметров конденсаторы подходят для применения в данном устройстве.

Обоснование выбора Диодов

Для устройства выбраны кремневые диоды из серии 2Д512А. Диоды являются импульсными, предназначены для работы в радиотехнических устройствах, изготовлены в стеклянном корпусе. Диоды предназначены для автоматизированной и ручной сборки (монтажа) аппаратуры.

Обоснование выбора микросхемы К1156ЕУ5АТ.

Функциональные возможности системы позволяют использовать ее как для работы в понижающей, повышающих, так и в инвертирующих импульсных источниках питания. Это обеспечивает системе управления гибкость в выборе конвертора и расширяет схемные возможности разработчика.

Микросхемы К1156ЕУ5АТ представляют собой DC-DC конвертер. Микросхема была специально разработана для работы в понижающих, повышающих и инвертирующих импульсных источниках напряжения с минимальным числом внешних компонентов. Корпус типа SO-8.

Микросхема К1156ЕУ5АТ содержит:

- внутренний температурнокомпенсированный источник опорного напряжения;
- компаратор;
- генератор с управляемой от схемы ограничения по току скважностью;
- драйвер;
- мощный выходной ключ.

2.9. Разработка алгоритма сбора данных

Разработаем алгоритм сбора данных на примере канала измерения избыточного давления топливного газа. Блок схема такого алгоритма представлена на рисунке 2.21.

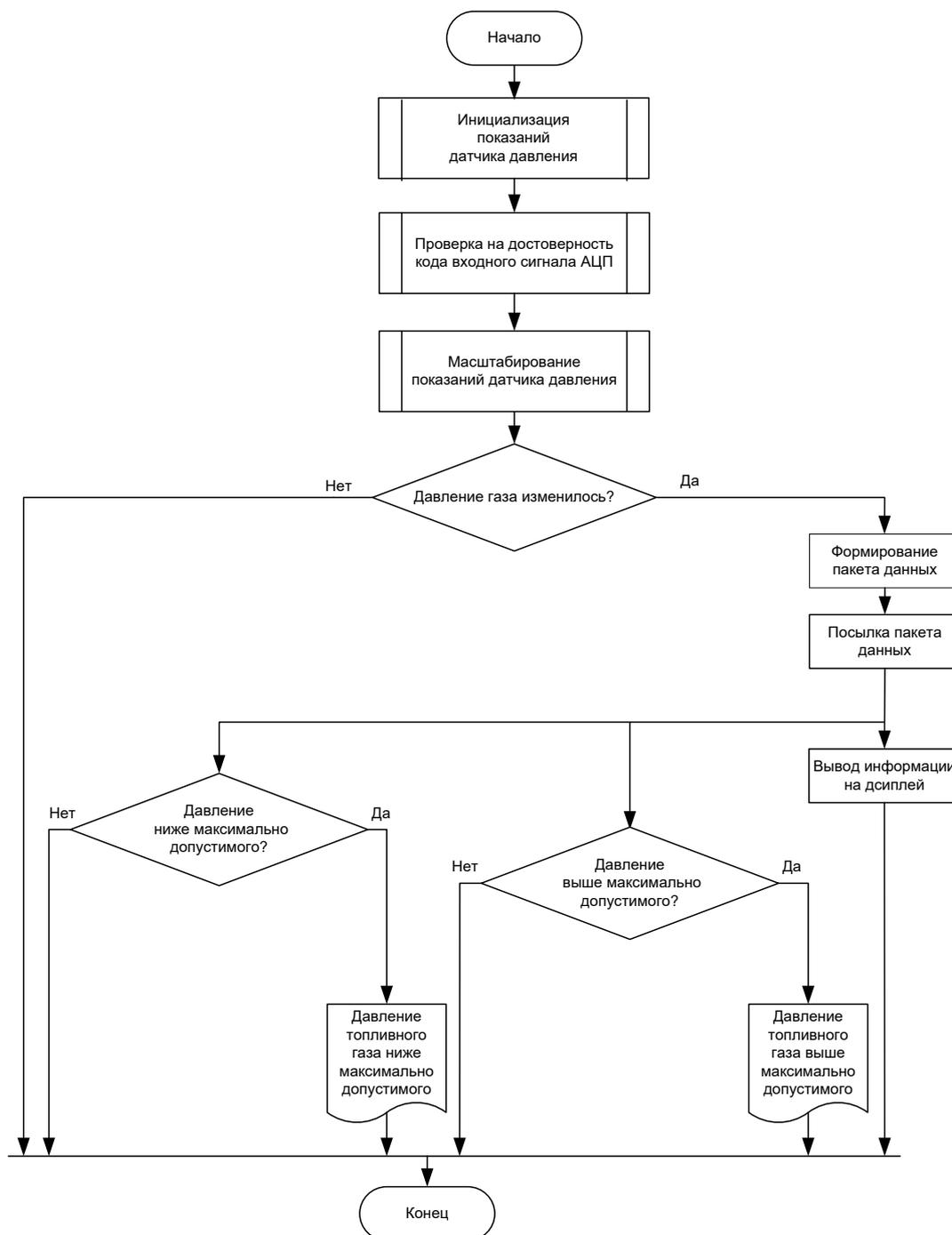


Рисунок 2.21. Алгоритм сбора данных с канала измерения избыточного давления топливного газа

2.10 Программное обеспечение для программируемых логических контроллеров

Комплекс инженерных средств DeltaV позволяет выполнять конфигурирование как с локальной, так и с удаленной станции, для всех элементов системы DeltaV и для интеллектуальных полевых устройств. Единая глобальная конфигурационная база данных позволяет координировать всю работу по конфигурированию.

DeltaV Explorer (проводник) — это первичный инструмент для конфигурирования системы. Он показывает общую картину системы и обеспечивает прямой доступ к любому ее компоненту. По внешнему виду напоминающий проводник Windows он позволяет определить все компоненты системы и видеть ее общую структуру и компоновку. DeltaV Explorer поддерживает конфигурирование и быстрый ввод в эксплуатацию устройств WiressHaRt, HaRt, FounDaton fieldbus и Profibus DP . Система DeltaV конфигурируется преимущественно на месте через интерактивные диалоги с DeltaV Explorer.

Control Studio позволяет графически создавать и модифицировать отдельные модули и шаблоны, которые формируют Ваши стратегии управления.

В системе DeltaV создаются и поддерживаются стратегии управления как небольшие модульные компоненты (модули). Эти модули можно использовать для построения других конфигураций для управления технологическим оборудованием. Control Studio обрабатывает каждый модуль как отдельный элемент, позволяя сосредоточиться на конкретном модуле, без воздействия на другие, которые могут быть запущены на этом же контроллере. Control Studio использует языки управления в соответствии со стандартом iEC 61131-3, включая схемы функциональных блоков, функциональные последовательности и структурированный текст.

2.11 Экранные формы НГВРП

2.11.1 Разработка дерева экранных форм

Дерево экранных форм приведено в приложении В.

Основной функцией программы верхнего уровня АРМ–О являются функция отображения информации о состоянии технологических параметров и оборудования и управление технологическим процессом. На АРМ–О информация представлена в виде мнемосхем, исторических трендов, журнала событий и действий оператора и табличных форм.

Верхний уровень системы автоматизации обеспечивает:

1) Обмен данными с терминал–контроллером технологического объекта (ТК ТО).

2) Отображение информации о технологическом процессе и состоянии оборудования в виде:

- объектно-ориентированных графических технологических мнемосхем;
- оперативных и исторических трендов;
- табличных форм;
- протоколов событий и действий оператора;
- дисплейных модулей визуализации (в виде контуров регулирования).

3) Управление технологическими объектами и оборудованием путем:

- формирования команд управления (ОТКР, ЗАКР, ПУСК, СТОП);
- изменения уставок по измеряемым и контролируемым параметрам.

4) Задание уровня доступа в систему. Для работы с программой АРМ – О, предусмотрены три уровня доступа:

- **Оператор** (уровень доступа 1000-5000) - имеет право просмотра всей технологической информации, квитирования аварийных ситуаций, управления технологическими объектами (начальные значения имени – «Оператор», пароля – «1»);

- **Технолог** (Специалист КИП) (уровень доступа 5001-8999) - имеет все вышеуказанные права: право настройки системы (изменение уставок и т.п.),

право предоставления доступа другим специалистам, может просматривать дополнительную служебную информацию.

- **Администратор** (уровень доступа 9000-9999) – доступно абсолютно все, включая и выход в Windows.

После определения уровня доступа и ввода соответствующего пароля на экране монитора появляется основная мнемосхема НГВРП. Она содержит общую технологическую схему НГВРП, на которой показаны все технологические узлы (емкость, вентилятор, трубопроводы и другое вспомогательное оборудование) и их взаимосвязи, дисплейные элементы отображения аварийных параметров, кнопки, а также основные параметры, характеризующие работу НГВРП. Данная мнемосхема позволяет оператору оценить в целом обстановку на НГВРП.

Если появляется необходимость более детально просмотреть тот или иной объект, оператор может перейти на частный (детальный) кадр данного объекта путем выбора его на глобальной мнемосхеме курсором.

2.12 Расчет показателей надежности контура системы автоматизации

Для расчета показателей надежности контура системы автоматизации составим функциональную схему контура регулирования температуры в теплообменнике

Контур регулирования температуры подогрева нефти представлен на рисунке 2.7

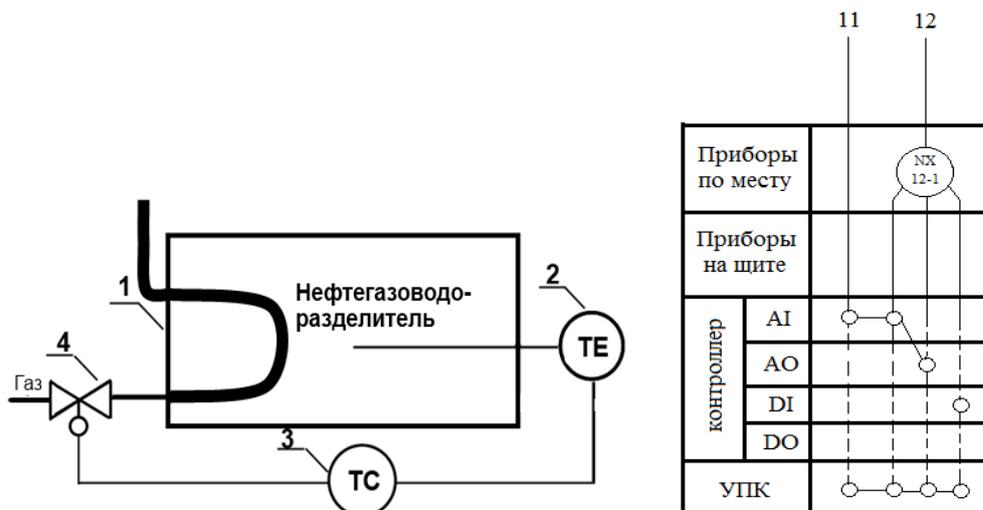


Рисунок 2.7 – Контур регулирования температуры подогрева нефти

Для удобства расчёта преобразуем функциональную схему в структурную. Схема примет вид, представленный на рисунке 2.8.

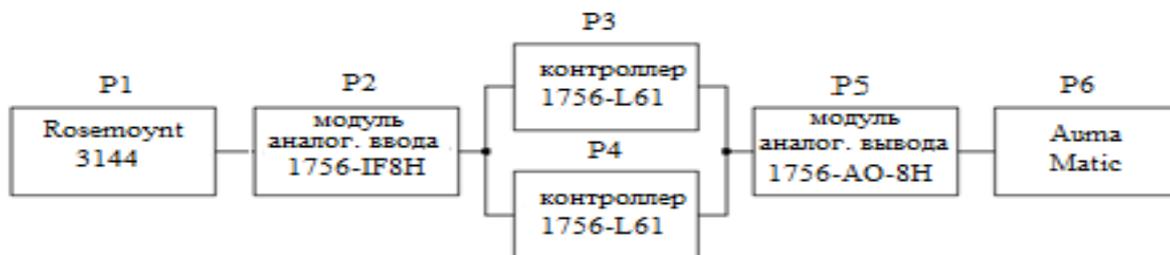


Рисунок 2.8 – Структурная схема надежности

Для расчёта необходимо знать среднюю наработку прибора на отказ.

Средняя наработка на отказ:

Термопреобразователь Rosemount 3144 – 100000ч (поз.11-1);

Модуль аналогового ввода 1756-IF8H– 172000ч;

Модуль центрального процессора 1756-L61(2 шт.) – 400000ч;

Модуль аналогового вывода 1756-AO-8H – 172000ч;

Auma Matic –150000ч (поз.12-1);

Определим интенсивность отказа по формуле 2.26.

$$\lambda_i = \frac{1}{T_i}$$

(2.27)

$$\lambda_1 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1};$$

$$\lambda_2 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1};$$

$$\lambda_3 = 5,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1};$$

$$\lambda_4 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1};$$

$$\lambda_5 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1};$$

$$\lambda_6 = 5,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1};$$

Определяем вероятность безотказной работы для каждого элемента, зададимся временем t . Расчет проводим по формуле 2.28:

$$P_i(t) = e^{-\lambda_i t}$$

(2.28)

Вероятность безотказной работы системы в течение времени t определяется по формуле 2.29:

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^3 P_i(t) \cdot \left[1 - \prod_{i=4}^5 (1 - P_i(t)) \right] \cdot \prod_{i=6}^8 P_i(t)$$

(2.29)

$$\begin{aligned} P_c(t) &= e^{-\lambda_1 t} \cdot e^{-\lambda_2 t} \cdot e^{-\lambda_3 t} \cdot \left[1 - (1 - e^{-\lambda_4 t}) \cdot (1 - e^{-\lambda_5 t}) \right] \cdot e^{-\lambda_6 t} \cdot e^{-\lambda_7 t} \cdot e^{-\lambda_8 t} = \\ &= e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t} \cdot \left[1 - (1 - e^{-\lambda_4 t})^2 \right] e^{-(\lambda_6 + \lambda_7 + \lambda_8)t} = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_6 + \lambda_7 + \lambda_8)t} \cdot \left[1 - (1 - e^{-\lambda_4 t})^2 \right] = \\ &= e^{-(73,8 \cdot 10^{-6})t} \cdot \left[1 - (1 - e^{-2,5 \cdot 10^{-6} t})^2 \right] = (2e^{-2,5 \cdot 10^{-6} t} - e^{-5 \cdot 10^{-6} t}) \cdot e^{-(73,8 \cdot 10^{-6})t} = \\ &= e^{(-5-73,8) \cdot 10^{-6} t} + 2e^{(-2,5-73,8) \cdot 10^{-6} t} = 2e^{-76,3 \cdot 10^{-6} t} - e^{-78,8 \cdot 10^{-6} t} \end{aligned}$$

По интенсивностям отказов определим вероятность безотказной работы в течение определённого промежутка времени t по формуле 2.30:

- суммарная интенсивность отказов:

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^N \lambda_i = (20 + 20 + 5,8 + 2,5 + 2,5 + 5,8) \cdot 10^{-6} = 56,6 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1};$$

(2.30)

- средняя наработка до первого отказа находим по формуле 2.31:

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} 2e^{-76,3 \cdot 10^{-6} t} - e^{-78,8 \cdot 10^{-6} t} dt.$$

(2.31)

$$T_{cp} = \frac{2}{76,3 \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{78,8 \cdot 10^{-6}} = 13522$$

Вероятность безотказной работы в течение определённого промежутка времени t находим по формуле 2.32.

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_{cp}}} \quad (2.32)$$

$$P(1) = e^{-\frac{1}{13522}} = 0,99;$$

$$P(530) = 1,04e^{-\frac{530}{13522}} = 0,96$$

$$P(1060) = 1,082e^{-\frac{1060}{13522}} = 0,92$$

$$P(1590) = e^{-\frac{1590}{13522}} = 0,88$$

По рассчитанным данным строим график зависимости вероятности безотказной работы от времени $P(t)$ представлен в (приложение В, Рисунок В-1).

Вероятность отказов находим по формуле 2.33.

$$Q(t) = 1 - P(t), \quad (2.33)$$

$$Q(1) = 1 - P(1) = 1 - 0,99 = 0,01;$$

$$Q(530) = 1 - P(530) = 1 - 0,96 = 0,04;$$

$$Q(1060) = 1 - P(1060) = 1 - 0,92 = 0,08;$$

$$Q(1590) = 1 - P(1590) = 1 - 0,88 = 0,12.$$

По рассчитанным данным строим график зависимости вероятности отказов от времени $Q(t)$ представлен в (приложение В, Рисунок В-2)

Международный стандарт МЭК 61508 выделяет четыре «уровня полноты безопасности», которые выбираются в зависимости от тяжести последствий, которые могут наступить при неправильном функционировании системы.

Контур регулирования температуры нефти относится ко второму уровню SIL2 (т.к. вероятность отказа системы в течении часа $Q(1)=0,001$, что соответствует вероятности отказа при наличии запроса $\leq 10^{-3} < 10^{-2}$).

Уровень SIL2 требует управления работами в соответствии со стандартом ИСО 9001. Достижение этого уровня требует большего числа испытаний, чем SIL1, что приводит к увеличению стоимости проекта.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

Студенту:

Группа	ФИО
3-1401	Шитиков Юрий Юрьевич

Институт	Институт дистанционного образования	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	ИИТТ

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Финансовые ресурсы - 53064 руб. Человеческие ресурсы - 2 чел.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Расчет трудоемкости этапов.</i>	1. Формирование плана работ по разработке проекта. 2. Расчет сметы затрат на создание проекта. 3. Оценка эффективности работы.
---------------------------------------	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

<ol style="list-style-type: none"> 1. «Портрет» потребителя результатов НИИ 2. Сегментирование рынка 3. Оценка конкурентоспособности технических решений 4. Диаграмма FAST 5. Матрица SWOT 6. График проведения и бюджет НИИ 7. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ 8. Потенциальные риски

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Петухов О.Н.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Шитиков Юрий Юрьевич		

3.1. Организация и планирование работ по разработке темы проекта

Одной из основных целей планирования работ является определение общей продолжительности их проведения. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения определим события и составим таблицу 3.1.

Таблица 3.1 Перечень событий

Событие	Код
Начата разработка инструментального средства	0
Поставлена задача	1
Проведен анализ предметной области	2
Составлено техническое задание	3
Разработаны методы верификации	4
Составлена функциональная схема инструментального средства	5
Выполнена программная реализация	6
Получены результаты	7
Проведен анализ результатов	8
Выполнена апробация инструментального средства	9
Составлены документы о проделанной работе	10

Для организации процесса разработки инструментального средства использован метод сетевого планирования и управления. Метод позволяет графически представить план выполнения предстоящих работ, связанных с разработкой системы, его анализ и оптимизацию, что позволяет упрощать решения поставленных задач, координировать ресурсы времени, рабочие силы и последствия отдельных операций.

Составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 Перечень и продолжительность выполнения работ

	Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Постановка задачи	НР	НР – 100%
2	Анализ условий автоматизации (цель, назначение, область использования)	НР, ИП	НР – 20% ИП -100%
3	Анализ технических требований к автоматизированному объекту	НР, ИП	НР-20% ИП-100%
4	Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР	НР-100%
5	Изучение литературы	ИП	ИП -100%
6	Разработка алгоритмического обеспечения системы	ИП	ИП-100%
7	Разработка структурных схем	ИП	ИП-100%
8	Разработка функциональной схемы	ИП	ИП-100%
9	Выбор среды программирования	НР, ИП	НР-20% ИП-100%
10	Разработка программного обеспечения системы	ИП	ИП-100%
11	Составление отчетной документации	ИП	ИП-100%
12	Тестирование и отладка	ИП	ИП-100%
13	Сдача проекта	ИП	ИП-100%

3.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно - статистическим.

В данном случае используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- вероятностный.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} .

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}, \quad (3.1)$$

где t_{min} - минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} -максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для выполнения перечисленных работ потребуются следующие специалисты:

- инженер-программист (ИП);
- научный руководитель (НР).

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни. Расчет ведется по формуле:

$$O_{\text{Д\AA}} = \frac{t_{\text{I\AA}}}{K_{\text{AI}}} \cdot K_{\text{A}} \quad (3.2)$$

где $t_{OЖ}$ – трудоемкость работы, чел/дн;

K_{BH} – коэффициент выполнения нормы ($K_{BH} = 1$);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1.2$).

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} \cdot T_{\text{К}} \quad (3.3)$$

где $T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности.

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} \quad (3.4)$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 366$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 104$);

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

$$T_{\text{К}} = \frac{366}{366 - 104 - 12} = 1,464 \quad (3.5)$$

В таблице 3.3 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе проектирования.

Линейный график продолжительности этапов работ приведен в приложении Г.

Таблица 3.3 Трудозатраты на проведение НИР

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел - дни			
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	Т _{рд}		Т _{кд}	
					НР	ИП	НР	ИП
Постановка задачи	НР	1	2	1,4	1,68	-	2,5	-
Анализ условий автоматизации	НР, ИП	3	5	3,8	2,1	8,4	3,1	12,3
Анализ технических требований к автоматизированному объекту	НР, ИП	4	9	6	1,8	7,2	2,6	10,5
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР	2	5	3,2	3,84	-	5,6	-
Изучение литературы	ИП	9	13	10,6	-	12,7 2	-	18,6
Разработка алгоритмического обеспечения системы	НР, ИП	7	10	8,2				
Разработка структурных схем	ИП	2	5	3,2	-	3,84	-	5,6
Разработка функциональной схемы	ИП	3	5	3,8	-	20,4	-	30
Выбор среды программирования	НР, ИП	1	3	1,8	1,68	5,04	2,5	7,4
Разработка программного обеспечения системы	ИП	10	15	12	1,68	5,04	2,5	7,4
Тестирование и отладка	ИП	5	7	5,8				
Составление отчетной документации	ИП	10	15	12	-	14,4	-	21
Сдача проекта	ИП	1	2	1,4	-	1,68	-	2,5
Итого:				73,2	10,2 7	82,3 2	12,4 5	99,76

3.1.2. Расчет нарастания технической готовности работ

Величина нарастания технической готовности работы показывает, на сколько процентов выполнена работа на каждом этапе

$$H_i = \frac{t_H}{t_O} \cdot 100\% \quad (3.6)$$

где t_H – нарастающая трудоемкость с момента начала разработки, чел/дн;

t_O – общая трудоемкость, которая вычисляется по формуле

$$t_O = \sum_{i=1}^n t_{OЖi} \quad (3.7)$$

Для определения удельного веса каждого этапа воспользуемся формулой

$$I_i = \frac{t_{OЖi}}{t_O} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

где $t_{OЖi}$ – ожидаемая трудоемкость i -го этапа, чел/дн;

t_O – общая трудоемкость, чел/дн.

3.2. Расчет сметы затрат на создание проекта

В состав затрат на создание проекта АСУ ТП включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- основная заработная плата;
- дополнительная заработная плата;
- отчисления в социальные фонды;
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- работы, выполняемые сторонними организациями;
- прочие расходы.

3.2.1. Расчет затрат на материалы

Отражает стоимость материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов (1% от стоимости материалов), используемых при разработке проекта АСУ ТП.

Таблица 3.4 Расходные материалы

Наименование материалов	Цена ед., (руб.)	Количество	Сумма, (руб.)
Флеш-карта 2 GB	300	1 штука	300
Бумага формата А4	150	1 пачка	150
Картридж для принтера	300	1 штука	300
Ручка шариковая	30	1 штука	30
Итого			780

Согласно таблице 3.4 расход на материалы составляет $C_{\text{мат}}=300+150+300+30 = 780$ руб.

3.2.2. Расчет заработной платы

3.2.2.1 Расчет основной заработной платы

Под основной заработной платой понимаем заработную плату руководителя и инженера. Размер основной заработной платы устанавливается, исходя из численности исполнителей, трудоемкости и средней заработной платы за один рабочий день. Месячный оклад руководителя составляет 10 530 руб., инженера – 4500 руб.

Средняя заработная плата рассчитывается следующим образом:

$$\text{Дневная з/плата} = \text{Месячный оклад} / 20,83 \text{ день}, \quad (3.9)$$

Соответственно дневной оклад руководителя равен 505,52 руб., а инженера-программиста – 216,04 руб.

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 3.5. При расчете учитывалось, что в году 250 рабочих дней и, следовательно, в месяце 20,83 рабочий день, а затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из таблицы 5.3. Коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям $K_{пр}=40\%$, районный коэффициент $K_{рк}=30\%$ ($K = K_{пр} + K_{рк} = 1 + 0,3 = 1,3$);

Таблица 3.5 Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Оклад	Среднедневная ставка, руб/день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/пл, руб.
Руководитель	10 530	505,52	11	1,3	5193
Инженер-программист	4500	216,04	83	1,3	17 780
Итого					22 980

Основная заработная плата $C_{осн}$ будет равна 22 980 руб.

3.2.2.2 Расчет дополнительной заработной платы

В этой статье рассчитывается дополнительная заработная плата работников за неотработанное время. Например, за очередной отпуск, учебный отпуск, компенсация за неиспользованный отпуск, выполнение государственных и общественных обязанностей и др.

Дополнительная заработная плата определяется как 13-15 % от основной зарплаты

$$C_{\text{допз/п}} = 0,1 C_{\text{осн}} \quad (5.10)$$

$$C_{\text{допз/п}} = 0,1 * 22980 = 2298 \text{ руб}$$

Таким образом, затраты на заработную плату составляют:

$$C_{\text{з/п}} = C_{\text{оснз/п}} + C_{\text{допз/п}} \quad (5.11)$$

$$C_{\text{з/п}} = 22\,980 + 2298 = 25\,270 \text{ руб.}$$

3.2.3. Расчет отчислений от заработной платы

Затраты по этой статье составляют отчисления во внебюджетные фонды: пенсионный, социального страхования и обязательный медицинский.

Отчисления от заработной платы определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{соцф}} = K_{\text{соцф}} * (C_{\text{осн}} + C_{\text{доп}}), \quad (5.12)$$

где $K_{\text{соцф}}$ - коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы, он включает в себя:

- 1) отчисления в пенсионный фонд ;
- 2) на социальное страхование;
- 3) на медицинское страхование,

и составляет 34,2 % от затрат на заработную плату.

$$C_{\text{соцф}} = 0,342 * 25\,270 = 6571 \text{ руб.}$$

3.2.4. Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию состоят из затрат на электроэнергию при работе оборудования во время разработки проекта, и из затрат на электроэнергию, потраченную на освещение.

Затраты на электроэнергию при работе оборудования для технологических целей рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{об}} = P_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}} \cdot t_{\text{об}}, \quad (5.13)$$

где $\mathcal{E}_{\text{об}}$ – затраты на электроэнергию потребляемую оборудованием, руб.;

$P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_{\text{э}}$ – тарифная цена за 1кВт·час, $C_{\text{э}} = 0,99$ руб.;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{уст. об} \cdot K_c, \quad (5.14)$$

где $P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$P_{уст. об}$ – установленная мощность оборудования, кВт;

K_c – коэффициент спроса, зависит от количества загрузки групп электроприемников, для технологического оборудования малой мощности, $K_c = 1$

Затраты на электроэнергию для технологических целей приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования, час, $t_{об}$	Потребляемая мощность, $P_{об}$, кВт	Затраты, $\mathcal{E}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	600	0,300	178,2
Струйный принтер	50	0,1	5
Итого		182,2	

Затраты на электроэнергию, для освещения помещения, где разрабатывается автоматизация, рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_{ос} = P_{об} \cdot C_э \cdot t_{об}, \quad (3.15)$$

где $\mathcal{E}_{ос}$ – затраты на электроэнергию, для освещения, руб.;

$P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_э$ – тарифная цена за 1кВт·час, $C_э = 1.8$ руб.;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Мощность, потребляемая освещением, определяется по формуле:

$$P_{ос} = P_{уст. ос} \cdot K_c \cdot N_{св}, \quad (3.16)$$

где $P_{ос}$ – мощность, потребляемая освещением, кВт;

$P_{уст. ос}$ – установленная мощность светильников, $P_{уст. ос} = 0,08$ кВт;

K_c – коэффициент спроса, зависит от количества, загрузки, групп электроприемников, для внутреннего освещения, $K_c = 0,9$;

$N_{св}$ – количество светильников, $N_{св} = 2$ шт.;

$$P_{ос} = 0,08 \cdot 0,9 \cdot 2 = 0,14 \text{ кВт},$$

Время работы освещения $t_{ос}$ определяется по формуле:

$$t_{ос} = t_{сут} \cdot T, \quad (3.17)$$

где $t_{ос}$ – время работы освещения, час;

$t_{сут}$ – длительность работы освещения за смену, час;

T – время, затраченное на проведение работ, T= 83 дней.

$$t_{oc} = 8 \cdot 83 = 659 \text{ час.}$$

Общие затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{об} + \mathcal{E}_{ос}, \quad (3.18)$$

где \mathcal{E} – затраты на электроэнергию, руб.;

$\mathcal{E}_{об}$ - затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб.;

$\mathcal{E}_{ос}$ – затраты на электроэнергию, затраченную на освещение, руб.

$$\mathcal{E}_{ос} = 0,14 \cdot 1,8 \cdot 659 = 166,1 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = 530,58 \text{ руб.}$$

3.2.5. Расчет амортизационных расходов

В статье амортизационные отчисления от используемого оборудования рассчитывается амортизация за время выполнения работы для оборудования, которое имеется в наличии.

Амортизационные отчисления рассчитываются на время использования ПЭВМ по формуле:

$$C_{ам} = \frac{N_A \cdot C_{об}}{F_d} \cdot t_{рм} \cdot n, \quad (3.19)$$

где N_A - годовая норма амортизации, $N_A = 25\%$;

$C_{об}$ - цена оборудования, $C_{об} = 32000$ руб.;

F_d - действительный годовой фонд рабочего времени, $F_d=1993$ часа;

$t_{рм}$ - время работы ВТ при создании программного продукта, $t_{рм} = 659$ часов.

n – число задействованных ПЭВМ, $n=1$.

$$C_{ам} = (0,25 \cdot 32\,000 \cdot 659) / 1993 = 2\,643,5 \text{ рублей}$$

3.2.6. Расчет прочих расходов

В статье «прочие расходы» отражены расходы на разработку проекта АСУ ТП, которые не учтены в предыдущих статьях.

Прочие расходы составляют 16 % от единовременных затрат на выполнение программного продукта и проводятся по формуле:

$$C_{пр} = (C_{з/п} + C_{мат} + C_{соцф} + \mathcal{E} + C_{ам}) \cdot 0,05 \quad (3.20)$$

$$C_{пр} = (780 + 25\,270 + 6571 + 530,58 + 2643,5) \cdot 0,05 = 1675,1 \text{ руб.}$$

3.2.7. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет сметы затрат на разработку, можно определить общую стоимость разработки проекта АСУ ТП.

Таблица 3.7 Смета затрат на разработку проекта.

	Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
1	Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	780
2	Основная заработная плата	$C_{\text{оснз/п}}$	22 980
3	Дополнительная заработная плата	$C_{\text{допз/п}}$	2298
4	Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соцф}}$	6571
5	Расходы на электроэнергию	Э	530,58
6	Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	2643,5
7	Работы, выполняемые сторонними организациями	$C_{\text{стор}}$	—
8	Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	1675,1
	Итого		37 474,85

Таким образом, расходы на данную разработку состоят из **35 330** рублей.

3.2.8. Прибыль

Себестоимость проектирования составила:

$C=37\,474,85$ руб.

Плановая прибыль составляет 20% от себестоимости:

$$П = C \cdot 20\%, \quad (3.21)$$

где П – плановая прибыль, руб.;

С – себестоимость проектирования, руб.

$$П = 37\,474,85 \cdot 0,2 = 7494,97 \text{ руб.}$$

3.2.9. Общая стоимость проекта

Общая стоимость проекта определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = C + П, \quad (3.22)$$

где $C_{\text{пр}}$ – общая стоимость проекта, руб.;

С – себестоимость проектирования, руб.;

П – плановая прибыль проектирования, руб.

$$C_{\text{пр}} = 37\,474,84 + 7494,97 = 44\,969,81 \text{ руб.}$$

3.2.10. НДС

НДС составляет 18% от суммы себестоимости и прибыли. Сумма НДС составил 8094,57 рубля.

3.2.11. Общая стоимость НИР

Общая стоимость НИР определяется как сумма статей 3.2.1 – 3.2.8. и ст.3.2.10. Полная смета затрат приведена в таблице 3.8.

Таблица 3.8 Смета затрат

	Наименование статьи	Затраты, руб.
1	Материалы и покупные изделия	780
2	Основная заработная плата	22 980
3	Дополнительная заработная плата	2298
4	Отчисления в социальные фонды	6571
5	Расходы на электроэнергию	530,58
6	Амортизационные отчисления	2643,5
7	Прочие расходы	1675,1
8	Общая себестоимость проекта	37 474,85
9	Прибыль	7494,97
10	Общая стоимость проекта	44 969,81
11	НДС	8094,57
12	Цена	53 064,39

3.3 Эффективность работы

Важнейшим результатом проведения НИР является его научно-технический уровень, который характеризует, в какой мере выполнены работы и обеспечивается ли научно-технический прогресс в данной области. В последнее время для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, получил распространение метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям или рассчитывают по формуле. На этой основе делается вывод о целесообразности НИР. Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется коэффициент ее научно-технического уровня по формуле:

$$N_T = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (1)$$

где N_T — показатель научно-технического уровня, определенный по трем признакам;

R_i — весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i — количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах

Таблица 3.9. Весовые коэффициенты признаков НТУ

Признак НТУ	Примерное значение весового коэффициента
1. Уровень новизны	0,5
2. Теоретический уровень	0,3
3. Возможность реализации	0,2

Таблица 3.10. Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8-10
Новая	По новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия, дополняют ранее полученные результаты	5-7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2-4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 3.11. Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
1. Установка закона, разработка новой теории	10
2. Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ, взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
3. Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
4. Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
5. Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 3.12. Возможность реализации научных, теоретических результатов по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Таблица 3.13. Количественная оценка признаков НИОКР

Признак научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИОКР	K_i	Π_i
1. Уровень новизны	Систематизируют и обобщают сведения, определяют пути дальнейших исследований	0,8	4
2. Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	0,6	6
3. Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	0,5	10
	Масштабы реализации - отрасль		2

Используя исходные данные по основным признакам научно-технической эффективности НИОКР, определяем показатель научно-технического уровня:

$$H_m = 0.5 \cdot 4 + 0.3 \cdot 6 + 0.2 \cdot 10 = 5.8$$

4. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

Студенту:

Группа	ФИО
3-1401	Шитиков Юрий Юрьевич

Институт	Институт дистанционного образования	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	специалитет	Направление/специальность	ИИТТ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Рабочим местом оператора ПЭВМ является собственно место перед монитором.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><i>1. Производственная безопасность</i></p> <p><i>1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) <p><i>1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>При работе с ПЭВМ к физическим вредным производственным факторам относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электромагнитное и электростатическое излучение от работы монитора; - шум на рабочем месте от вентиляторов системного блока и офисных вентиляторов; - шум; <p>К физическим опасным производственным факторам при работе с ПЭВМ относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - напряжение в электрической сети 220/380 В, что может привести к поражению электричеством при неправильной эксплуатации; - возможность возникновения пожара при неправильной эксплуатации.
<p><i>2. Экологическая безопасность</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Чрезмерное потребление электроэнергии ПЭВМ;</p> <p>Отходы использованной бумаги;</p> <p>Отходы неисправных комплектующих ПЭВМ;</p>
<p><i>3. безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; 	<p>Наиболее типичной ЧС на объекте является пожар.</p> <p>Оценка пожарной безопасности.</p> <p>Разработка мероприятий по устранению и предупреждению пожаров.</p>

– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Шитиков Юрий Юрьевич		

4.1. Техногенная безопасность.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека в значительной мере зависит от правильной оценки опасных и вредных производственных факторов. Это могут быть какие-либо факторы производственной среды, чрезмерная физическая и умственная нагрузка, нервно-эмоциональное напряжение, а также различное сочетание этих причин.

Опасным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травмам или внезапному ухудшению здоровья. Если производственный фактор вызывает заболевание или снижает работоспособность, то его считают вредным. В зависимости от уровня продолжительности воздействия вредный фактор может стать опасным.

Работа на персональных электронно-вычислительных машинах относится к категории работ связанных с опасными и вредными условиями труда. По природе действия опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические. В связи с тем, что на состояние здоровья работника химические и биологические факторы существенного влияния не оказывают, то рассматриваются лишь две группы факторов.

При работе с ПЭВМ к физическим вредным производственным факторам относятся:

- электромагнитное и электростатическое излучение от работы монитора;
- шум на рабочем месте от вентиляторов системного блока и офисных вентиляторов.

К физическим опасным производственным факторам при работе с ПЭВМ относятся:

- напряжение в электрической сети 220/380 В, что может привести к поражению электричеством при неправильной эксплуатации;
- возможность возникновения пожара при неправильной эксплуатации оборудования и коротких замыканиях в электрической сети.

К психофизиологическим опасным и вредным производственным факторам относятся физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и эмоциональные перегрузки).

На рисунке 4.1 представлены факторы отрицательного воздействия на здоровье человека при работе с ПЭВМ.

Кроме того, существует еще целый ряд вредных факторов, что существенно снижает производительность труда. К таким факторам можно отнести:

1. Загрязнение воздуха вредными веществами, пылью, микроорганизмами;
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте;
3. Широкий спектр излучения от дисплея;
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны;
5. Пониженная контрастность;
6. Повышенная пульсация светового потока (мерцание изображения);
7. Монотонный режим работы;
8. Нервно-психические нагрузки.

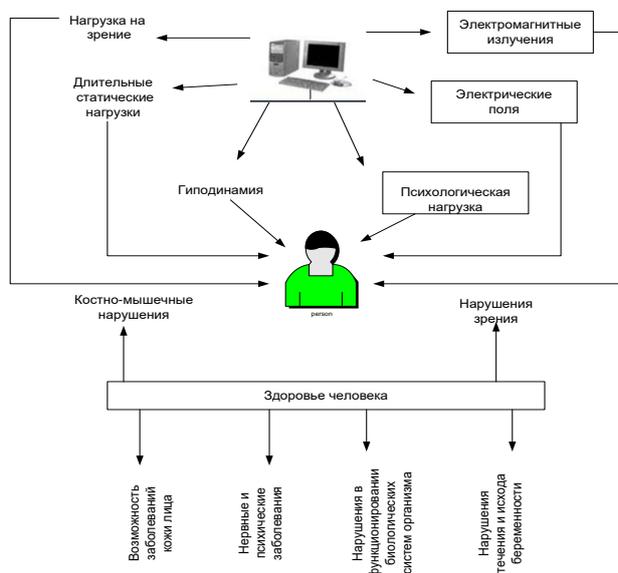


Рисунок 4.1 - Факторы отрицательного воздействия на здоровье человека.

4.1.1 Анализ вредных производственных факторов

4.1.1.1. Неблагоприятные условия микроклимата

Существуют определенные гигиенические требования к микроклимату рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работников и относительно периодов года. В технологических корпусах зданий станций параметры микроклимата поддерживаются в пределах санитарных норм для категории работ средней тяжести – II б по СанПиН 2.2.4.548-96:

- а) температура в теплое время года 22 - 24 °С;
- б) температура в холодное время года 17 - 19 °С;
- в) относительная влажность воздуха 60 - 40 %;
- г) скорость движения воздуха в теплое и холодное время года не более 0,2 м/с.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Для поддержания параметров микроклимата помещения в необходимых пределах необходимо: в теплое время года необходимо использование системы вентиляции, а в холодное время года необходимо использование системы отопления совместно с системой вентиляции.

4.1.1.2 Шум

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется

внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. По нормам при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБ. [4]

С физиологической точки зрения шум рассматривается как звук, мешающий разговорной речи и негативно влияющий на здоровье человека. Люди, работающие в условиях повышенного шума, жалуются на быструю утомляемость, головную боль, бессонницу. У человека ослабляется внимание, страдает память. Все это приводит к снижению производительности труда.

Шум возникает во время работы оборудования, источником его также могут быть разговоры в помещении, звуки, доносящиеся с улицы. Источниками постоянного шума в помещении являются: люминесцентные лампы, печатающее устройство, шум различных узлов компьютера: дисководов, винчестеров, вентилятора.

Для снижения шума следует применять глушители с использованием звукопоглощающих материалов, экраны, защищающие работающего от прямого воздействия звуковой энергии. Для борьбы с шумом на пути его распространения устанавливают звукоизолирующие и звукопоглощающие конструкции. Среди средств индивидуальной защиты можно выделить противозумовые шлемофоны, наушники, заглушки, вкладыши (беруши).

Наиболее действенным способом облегчения работ, является кратковременные отдыхи в течение рабочего дня при выключенных источниках шума.

4.1.1.3 Электромагнитное поле

Каждое устройство, которое производит или потребляет электроэнергию, создает электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. Нарушение в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимых характер.

Источником электромагнитных излучений в нашем случае является дисплей компьютера. Спектр излучения компьютерного монитора включает в себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Малые дозы облучения могут привести к раковым заболеваниям, нарушениям нервной, эндокринной и сердечно-сосудистых систем, которые являются обратимыми, если прекратить воздействия. Обратимость функциональных сдвигов не является беспредельной и определяется интенсивностью, длительностью излучения и индивидуальными особенностями организма.

Нормы напряженности электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей приведены в таблице 4.2.[11]

Таблица 4.2 - Нормы напряженности электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей.

Наименование параметров	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см. вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	25 В/м 2.5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	250 нТл 25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать	500 В

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

4.1.2. Анализ опасных производственных факторов

4.1.2.1. Повышенный уровень напряжения, поражение электрическим током

Подвалы жилых домов оснащены электрооборудованием с напряжениями от 220 до 380 В, Основные причины травматизма , поражение электрическим током можно сгруппировать по следующим группам:

- прикосновение к токоведущим частям под напряжением вследствие несоблюдения правил безопасности, дефектов конструкции и монтажа электрооборудования;
- прикосновение к нетоковедущим частям, которые случайно оказались под напряжением (повреждение изоляции, замыкание проводов);

По сравнению с другими видами травматизма поражение электрическим током имеет следующие особенности:

- организм человека не обладает органами, с помощью которых можно дистанционно определять наличие напряжения, и поэтому защитная реакция организма проявляется только после попадания под напряжение;
- ток, протекающий через человека, действует не только в местах контактов и по пути протекания через организм, но и вызывает рефлекторное воздействие с нарушением нормальной деятельности отдельных органов (сердечно-сосудистой, нервной системы, органов дыхания);
- существует возможность получения травм не только при прикосновении или приближении к частям электроустановки, но и без непосредственного контакта с этими частями (при поражении напряжением прикосновения или через электрическую дугу).

Электрический ток, протекая через организм человека, вызывает четыре вида воздействия: термическое, электролитическое, механическое и биологическое. Термическое действие проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высоких температур внутренних тканей человека, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства. Электролитическое действие проявляется в разложении органических жидкостей, в том числе и крови, что вызывает значительные нарушения их физико-химического состава. Механическое действие приводит к разрыву тканей и переломам костей. Биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей в организме, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, присущих нормально действующему организму; с биологической точки зрения исход поражения человека электрическим током может быть следствием тех физиологических реакций, которыми ткани отвечают на протекание через них электрического тока.

Для защиты персонала от поражения электрическим током предпринимается ряд организационных и технических мер, таких как:

- а) оснащение специальной маркировкой всех энергопотребляющих устройств;
- б) размещение токоприемников способом, исключающим случайный доступ и использование;
- в) ограждение токоведущих частей для защиты от случайного прикосновения к ним;
- г) применение малых напряжений (не выше 42 В для питания переносных токоприемников (электроинструмент, электропаяльники, электросветильники), а также использование электроинструментов и бытовых электроприборов с двойной изоляцией;
- д) использование устройств защитного заземления и зануления в электроустановках и для передвижных токоприемников.

4.2. Экологическая безопасность

Вследствие развития научно-технического прогресса, постоянно увеличивается возможность воздействия на окружающую среду, создаются предпосылки для возникновения экологических кризисов. В то же время прогресс расширяет возможности устранения создаваемых человеком ухудшений природной среды.

Защита окружающей среды – это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

Одна из самых серьезных проблем - потребление электроэнергии. С увеличением количества компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, увеличится и объем потребляемой ими электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то и другое не обходится без нарушения экологической обстановки. Рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как:

- изменение климата — накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект);
- загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами;
- загрязнение водного бассейна Земли;
- опасность аварий в ядерных реакторах, проблема обезвреживания и утилизации ядерных отходов;
- изменение ландшафта Земли.

Из этого можно сделать вывод, что необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять системы с малым

энергопотреблением. В современных компьютерах, повсеместно используются режимы с пониженным потреблением электроэнергии при длительном простое. Стоит также отметить, что для снижения вреда, наносимого окружающей среде при производстве электроэнергии, необходимо искать принципиально новые виды производства электроэнергии.

При разработке любых автоматизированных систем возникает необходимость утилизировать производственные отходы, в качестве которых в данном случае выступают бумажные отходы (макулатура) и неисправные детали персональных компьютеров. Бумажные отходы должны передаваться в соответствующие организации для дальнейшей переработки во вторичные бумажные изделия. Неисправные комплектующие персональных компьютеров должны передаваться либо государственным организациям, осуществляющим вывоз и уничтожение бытовых и производственных отходов, либо организациям, занимающимся переработкой отходов. Второй вариант является более предпочтительным, так как переработка отходов является перспективным направлением развития технологии и позволяет сберечь природные ресурсы.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1 Пожарная безопасность

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и

оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

К режимным мероприятиям относятся установление правил организации работ и соблюдение противопожарных мер.

4.3.1.1 Оценка пожарной безопасности помещения

Помещения в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д.

Помещение и здание операторной относится к категории «Д» по степени пожарной опасности, так как в нем отсутствует обработка пожароопасных веществ, отсутствуют источники открытого огня. А стены здания и перекрытия выполнены из трудно сгораемых и несгораемых материалов (кирпич, железобетон, и др.).

При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической сети может произойти возгорание, которое грозит уничтожением ПЭВМ, документов и другого имеющегося оборудования. Система вентиляции может стать источником распространения возгорания.

В качестве возможных причин пожара можно указать следующие:

- наличие горючей пыли (некоторые осевшие пыли способны к самовозгоранию);
- короткие замыкания;
- перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции;

Для предупреждения пожаров от коротких замыканий и перегрузок необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей, дисплеев и других электрических средств автоматизации.

Следовательно, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

4.3.1.2 Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорюемых или трудно сгораемых материалов;

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию.
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В офисном помещении имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, на входной двери приведен план эвакуации в случае пожара, и на досягаемом расстоянии находится пожарный щит. Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться углекислотные огнетушители типа ОУ - 2 или порошковые типа ОП -5.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Кроме устранения самого очага пожара, нужно своевременно организовать эвакуацию людей (рисунок 4.3).

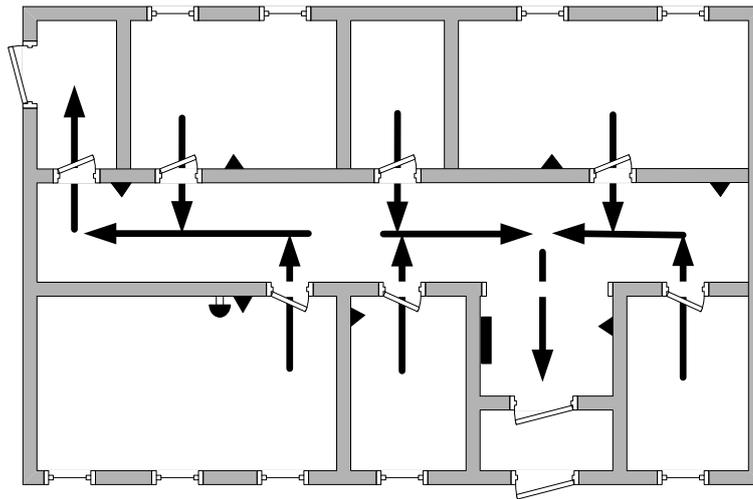
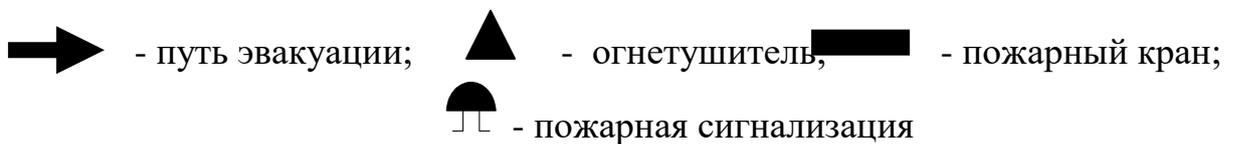


Рисунок 4.3 – План эвакуации людей при пожаре



При возникновении пожара каждый обнаруживший пожар обязан:

1. Немедленно сообщить об этом в пожарную охрану по телефону 01.
2. Сообщить о случившемся дежурному персоналу.
3. Оказать помощь дежурному персоналу в организации эвакуации людей из здания и тушении пожара.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Эргономическая безопасность персонального компьютера может быть охарактеризована следующими требованиями:

- к визуальным параметрам средств отображения информации индивидуального пользования (мониторы);
- к эмиссионным параметрам ПК – параметрам излучений дисплеев, системных блоков, источников питания и др.

Кроме того, важнейшим условием эргономической безопасности человека при работе перед экраном монитора является правильный выбор

визуальных параметров самого монитора и светотехнических условий рабочего места.

Работа с дисплеем при неправильном выборе яркости и освещенности экрана, контрастности знаков, цветов знака и фона, при наличии бликов на экране, дрожании и мелькании изображения приводит к зрительному утомлению, головным болям, к значительной физиологической и психической нагрузке, к ухудшению зрения и т.п.

Человек должен так организовать свое рабочее место, чтобы условия труда были комфортными и соответствовали следующим требованиям:

- удобство рабочего места (ноги должны твердо опираться на пол; голова должна быть наклонена немного вниз; должна быть специальная подставка для ног);
- достаточное пространство для выполнения необходимых движений и перемещений;
- необходимый обзор (центр экрана монитора должен быть расположен чуть ниже уровня глаз; монитор должен отстоять от глаз человека на расстоянии 45-60 сантиметров; должна регулироваться яркость и контрастность изображения);
- достаточное освещение (внешнее освещение должно быть достаточным и равномерным; должна быть настольная лампа с регулируемым плафоном для дополнительного подсвета рабочей документации);

Заключение

В результате выполненной работы был разработан проект модернизации системы автоматизации нефтегазоводоразделителя с прямым подогревом. В ходе выполнения проекта была изучена существующая система автоматизации НГВРП, найдены ее сильные и слабые стороны. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации НГВРП, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных. Внедрен в систему маршрутизатор для объединения нескольких ПЭВМ, что сказалось на более удобном управлении НГВРП.

Новая система автоматизации НГВРП, диспетчерского контроля и управления была спроектирована на базе полевых устройств фирм «Emerson», «Masonelian», «Drager» и др., системы распределенного управления «DeltaV» на одноименном ПЛК. Практически со всеми датчиками системы реализован обмен по цифровому HART протоколу, что значительно повышает надежность системы и упрощает ее обслуживание. Так же, для качественного обслуживания полевого оборудования, в систему был внедрен программный комплекс «AMS suite: Device Manager», разработанный фирмой «Emerson» и позволяющий диагностировать и настраивать любое полевое оборудование по цифровому HART протоколу.

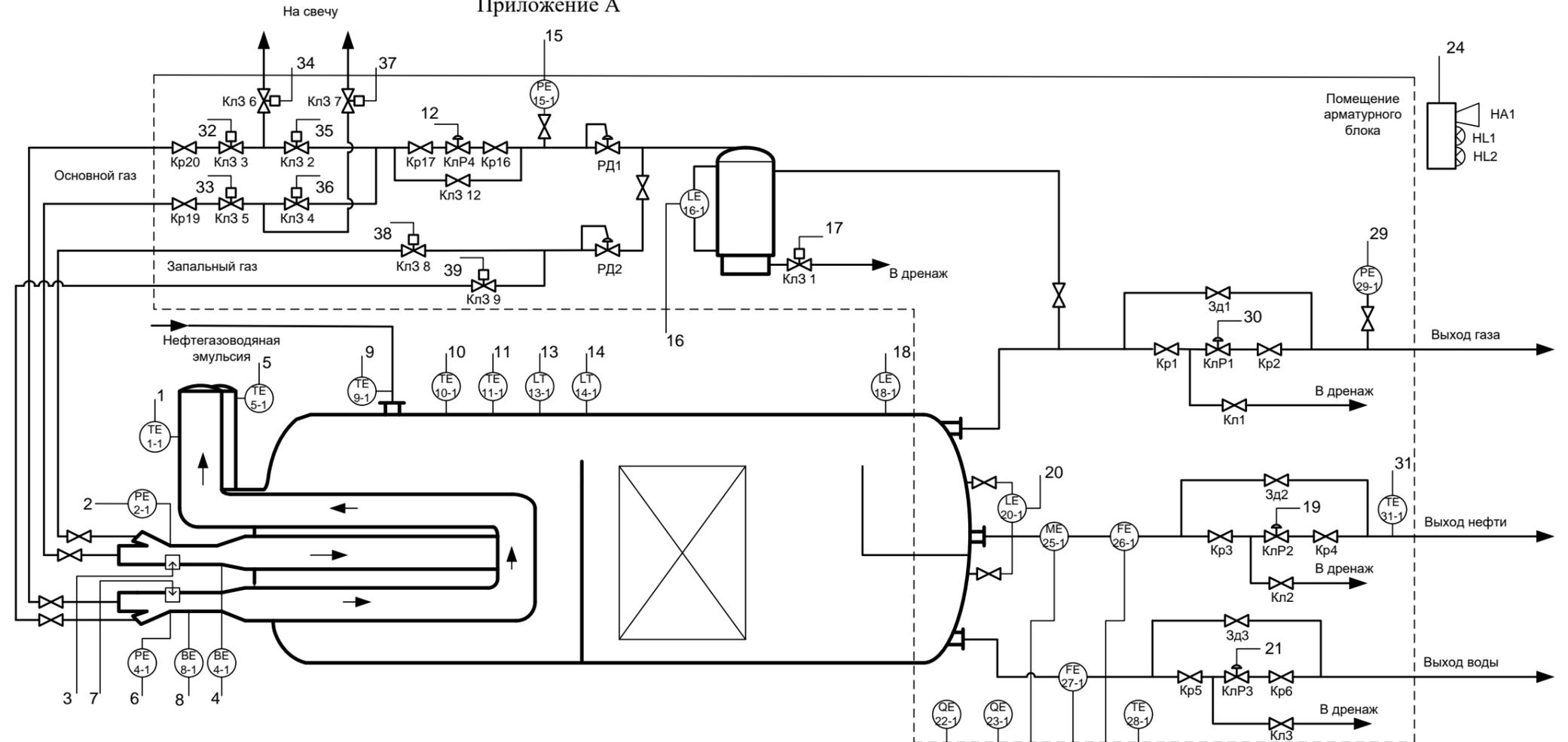
Практически все датчики и ПЛК старой системы были заменены на более современные, точные, отказоустойчивые средства измерения, позволяющие поддерживать требуемый уровень безопасности производства.

Список используемых источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
4. <http://klapan.ru>
5. <http://wikipedia.org>
6. <http://www2.emersonprocess.com/ru-ru/brands/deltav/pages/index.aspx>
7. <http://www2.emersonprocess.com/ru-RU/brands/rosemount/Pages /index.aspx>
8. <http://www.dscontrols.ru/catalogue/levelsensors/series12400>
9. <http://www2.emersonprocess.com/ru-ru/brands/micromotion/coriolis-flow-density-meters/r-series/pages/index.aspx>
10. <http://www.nsp-sar.ru/catalog/266/>
11. <http://termobrest.ru/command.eco?q=catalog>
12. <http://www.nppsensorm.ru/catalog/showproduct/171>
13. <http://www.don-arsenal.ru/producers/auma/straightmotiondrive/noburst/>
14. <http://www.sbgaz.ru/products/21/?PHPSESSID=cncargo0k4pdhh1rr877c8e16>
15. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2000.
16. Охрана окружающей среды /Под ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 1991 г.
17. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.

18. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.
19. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
20. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 2006. - 399 с

Приложение А



По месту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	39			
	0...800°C	-101.3...206кПа	Розжиг	Контроль пламени	0...800°C	-101.3...206кПа	Розжиг	Контроль пламени	0...100°C	0...100°C	0...100°C	Регулир. Температ.	Сигнализ. уровня	Сигнализ. уровня	0...551.5кПа	0...400мм	Регулир. уровня	Регулир. уровня	Регулир. уровня	Регулир. уровня	0...100% НКПР	0...100% НКПР	Свет. Сиг. Вентиляция	0...30%	0...43550л/ч	0...43550л/ч	0...100°C	0...5515кПа	Регулир. давления	0...100°C	Управление отсечными клапанами					
	TT 1-2	PT 2-2	NS 4-3	TT 5-2	PT 6-2	NS 8-3	TT 9-2	TT 10-2	TT 11-2	NS 12	LSA 13-2	LSA 14-2	PT 15-2	LT 16-2	NS 17	LT 18-2	NS 19	LT 20-2	NS 21	QT 22-2	QT 23-2	QS 24	MT 25-2	FT 26-2	FT 27-2	TT 28-2	PT 15-2	PS 30	TT 31-2	NS 31	NS 38					
Шкаф управления	4-20мА	4-20мА	Управл. клапанами Управл. Горелкой Наличие пламени	4-20мА	4-20мА	Аварийное откл. Управл. Горелкой Наличие пламени	4-20мА	4-20мА	4-20мА	4-20мА Положение	4-20мА Авария	4-20мА Управление	НАУ	ВАУ	4-20мА	4-20мА	Положение	4-20мА Авария	220В Управление	4-20мА	4-20мА Положение	4-20мА Авария	4-20мА Управление	4-20мА	4-20мА	4-20мА	4-20мА	4-20мА Положение	4-20мА Авария	4-20мА Управление	4-20мА	Откр.-Загр	4-20мА Авария	220В Управление		
																									Измерение			Сигнализация			Управление			Регулирование		

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Функциональная схема НГВРП по ГОСТ 21.404-85	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Шитиков Ю.Ю.					у		
Пров.						ТПУ ФМПК		
Т.контр.						Группа 3-1401		
Н.контр.								
Уте.								

Приложение Б

Расчет показателей надежности контура системы автоматизации

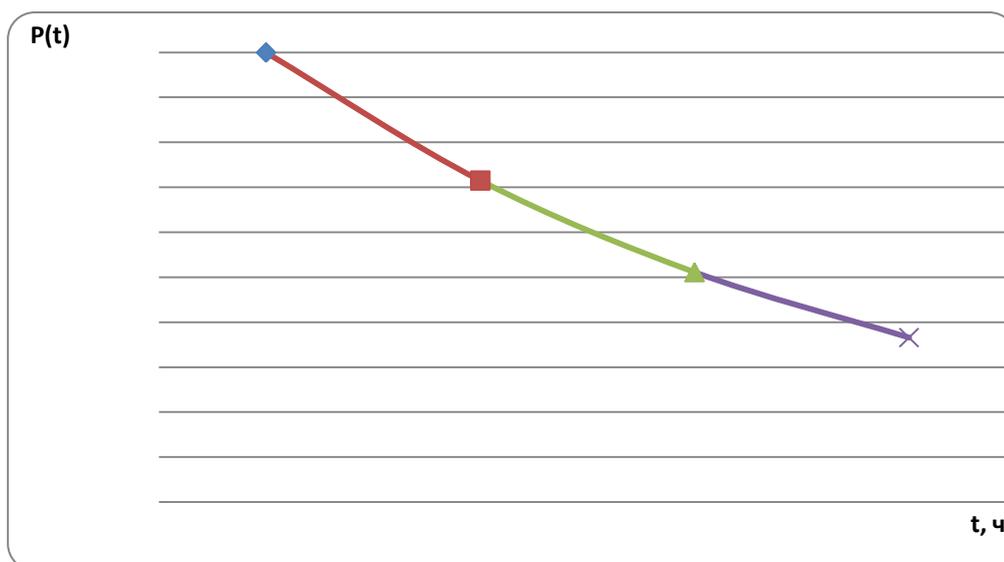


Рисунок В-1. Вероятность безотказной работы

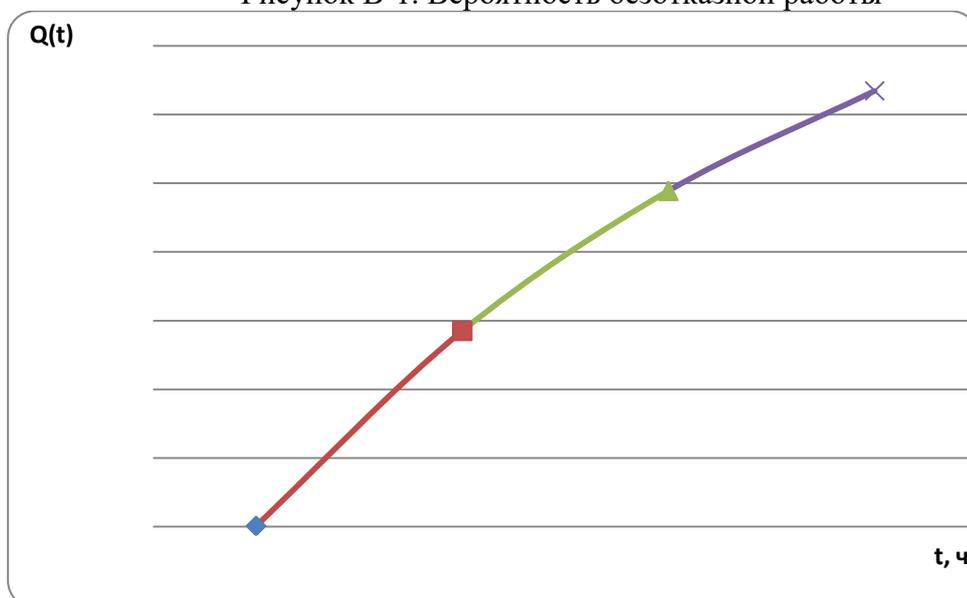


Рисунок В-2. Вероятность отказов $Q(t)$

