



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств"

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Система управления узлом учета нефти на Стрежевском нефтеперерабатывающем заводе

УДК 681.51:622.276.8

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Куминов Роман Геннадьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин Владимир Николаевич	к.т.н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман Алена Владимировна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н., доцент		

Томск – 2023 г

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах).
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи.
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов

Код компетенции	Наименование компетенции
	изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.
ПК(У)-3	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств.
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем.
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления.
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины

Код компетенции	Наименование компетенции
	его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления.
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования.
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством.
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

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

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-8Т81	Куминову Роману Геннадьевичу

Тема работы:

Система управления узлом учета нефти на Стрежевском нефтеперерабатывающем заводе	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№34-88/с от 03.02.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования является узел учета газа на ООО «Стрежевской НПЗ». Режим работы непрерывный. Режим работы непрерывный. В качестве сырья используется нефть. Нормированные требования Работа УУН не должна осуществляться с неисправными или отключенными системами контроля, управления и ПАЗ. Данный объект служит для измерения физических и химических параметров нефтяной смеси. С помощью данного узла проводятся измерения массового расхода, давления и температуры природного материала. Программная реализация на промышленном контроллере КРОСС 500. Программный пакет ISaGraf.

<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. Архитектура АС. 3. Структурная схема . 4. Функциональная схема автоматизации. 5. Схема информационных потоков. 6.. Средства реализации АС. 7. Схемы подключения приборов. 8.Программа контроля и регулирования. 9.Экранные формы.
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема технологического процесса 2. Структурная схема. 3. Параметры контроля регулирования и сигнализации. 4. Технические средства. 5. Схемы подключения. 6. Функциональная схема технологического процесса. 7. Программа контроля, регулирования и сигнализации. 8.Экранные формы. 9.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Верховская Марина Витальевна, доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович, доцент ОСГН ШБИП

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2023
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин Владимир Николаевич	к.т.н., доцент		03.02.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Куминов Роман Геннадьевич		03.02.2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования – Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения – Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-8Т81	Куминов Роман Геннадьевич

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2023 г.	<i>Основная часть ВКР</i>	60
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Социальная ответственность»</i>	20
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин Владимир Николаевич	к.т.н., доцент		03.02.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		03.02.2023

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 120 страницах, содержит 22 рисунка, 23 таблицы, 32 источника литературы, 5 приложений.

Ключевые слова: система автоматического регулирования расхода нефти, расходомер, влагомер, термометр сопротивления, промышленный контроллер, SCADA.

В настоящей работе осуществлена разработка системы автоматизации узла учета нефти (УУН) на Стрежевском нефтеперерабатывающем заводе.

Цель работы—разработка проекта автоматизации системы управления узла учета нефти с применением технических средств отечественного производства.

В данной работе произведен анализ существующей системы управления и ее недостатков. Произведен выбор конфигурации промышленного контроллера КРОСС-500, выбор средств измерения технологических параметров. Разработаны структурная и функциональная схема, а также программное обеспечение контроллера.

Результаты работы будут использованы на узле учета нефти на Стрежевском НПЗ.

Содержание

Реферат	8
Содержание.....	9
Введение.....	12
Определения,обозначения,сокращения	13
Обозначения и сокращения.....	14
1.Техническое задание на разработку автоматизированной системы управления узла учета нефти	15
1.1 Назначения и цели создания	15
1.1.1 Назначение.....	15
1.1.2 Цели создания системы	15
1.2 Характеристика объекта автоматизации	15
1.3 Требования к системе	17
1.3.1 Требования к структуре системы	17
1.3.2 Требования к функционированию системы	18
1.3.3 Требования к надежности	18
1.4 Требования к функциям системы	20
1.4.1 Требования к функциям АСУ	20
1.4.2 Требования к качеству реализации функций	21
1.4.3 Критерии отказов для функций	22
1.5 Требования к видам обеспечения АСУ ТП	22
1.5.1 Требования к математическому обеспечению	22
1.5.2 Требования к программному обеспечению.....	22
1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению	23
2. Описание технологического процесса узла учета нефти.....	24
3. Структурная схема АСУ ТП	26
3.1 Нижний уровень системы	26
3.2 Средний уровень системы.....	27

3.3 Верхний уровень системы	28
4. Выбор технических средств и разработка функциональной схемы	29
4.1 Выбор технических средств	29
4.1.1 Выбор источника питания	29
4.1.2 Выбор датчиков давления	30
4.1.3 Датчики температуры	37
4.1.4 Газосигнализатор	39
4.1.5 Расходомер Эмис-Масс260	43
4.1.6 Влагомер сырой нефти	47
4.1.7 Выбор исполнительного устройства	49
4.2 Разработка функциональной схемы	52
5. Программируемый логический контроллер КРОСС-500	53
5.1 Назначение и состав контроллера	53
5.1.1 Программное обеспечение системы автоматизации узла учета расхода нефти	58
5.1.2 Программное обеспечение контроллера КРОСС-500	58
5.2 Методика разработки программ визуализации процессов контроля, регулирования и сигнализации	63
6. Оценка аппаратной надежности системы узла учета нефти	66
6.1 Расчет и анализ показателей безотказности	66
7. Расчет и анализ коэффициента готовности	71
8. Техничко-экономическое обоснование	74
8.1 Организация и планирование работ	74
8.1.1 Планирование выполнения работ	74
8.1.2 Расчет нарастания технической готовности работ	79
8.2 Расчет сметы затрат на создание АСУ ТП	81
8.2.1 Расчет затрат на материалы	81
8.2.2. Расчет заработной платы	82
8.2.3 Расчет отчислений от заработной платы	83

8.2.4. Расчет затрат на электроэнергию	83
8.2.5 Расчет амортизационных расходов	85
9.2.6. Расчет прочих расходов.....	86
8.2.7. Расчет общей себестоимости разработки.....	86
8.3 Оценка экономической эффективности разработки.....	86
9. Социальная ответственность	93
9.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	93
9.2 Производственная безопасность во время проектирования.....	93
9.3 Разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих	99
9.4 Формирование и влияние на человека микроклимата в производственных условиях	100
9.4.1 Вентиляция	102
9.4.2 Кондиционирование воздуха	103
9.5 Экологическая безопасность.....	105
9.6 Пожарная и взрывная безопасность.....	106
9.7 Защита от электромагнитного излучения.....	110
Заключение	112
Список использованной литературы	113
ПРИЛОЖЕНИЕ А Технологическая схема.....	116
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Структурная схема.....	117
ПРИЛОЖЕНИЕ В Функциональная схема	118

Введение

Специфика современного рынка нефтегазодобывающего комплекса, природно-климатические условия и социальная инфраструктура районов добычи заставляют непрерывно искать пути повышения рентабельности производства, совершенствования процесса управления и планирования. При этом в самом общем случае, основными способами увеличения эффективности предприятий являются оптимизация и модернизация производства, снижение производственных потерь и технологического расхода энергоносителей, увеличение достоверности и скорости получения информации, необходимой для принятия управленческих решений.

Эффективное управление сложным в организационно-экономическом отношении предприятием требует внедрения новых информационных технологий и кардинального улучшения информационного обеспечения управленческой деятельности. При этом должны создаваться корпоративные информационные системы, в которых оперативно отражаются результаты производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

В настоящее время отрасль нефтегазового комплекса никак не может обойтись без современной автоматизации. С годами все больше повышаются требования к скорости передачи данных, надежности передаваемой информации, ее защищенности, а также безопасности самого объекта, так как в первую очередь предприятиям необходимо заботиться о здоровье обслуживающего персонала.

Автоматизация технологических процессов и автоматизированное управление являются сегодня одним из основных путей достижения следующих долговременных целей:

- эффективности всех технологических процессов основного и вспомогательного производства;
- безопасности технологических процессов и обслуживающего персонала;

– выполнение требований по защите окружающей среды.

Целью данной ВКР является создание проекта, который будет наглядно отображать возможности автоматизации на сегодняшний момент, полностью удовлетворять техническому заданию и будет отображать один из возможных методов решения автоматизации на объектах нефтегазового комплекса. На сегодняшний день существует множество предприятий, занимающихся автоматизацией объектов различного комплекса. Существует множество путей решения поставленной задачи, от абсолютно тривиальных, до новшеств, которые ранее никогда не применялись. Однако стоит помнить, что любой проект, тем не менее, является индивидуальным и отличающимся от множества других проектов, реализованных по подобным тематикам.

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система (АС): Комплекс аппаратно-программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

интерфейс (RS-232, RS-422, RS-485): набор средств (программное обеспечение, технология, язык) и правил, обеспечивающих взаимодействие различных программных комплексов, технологических устройств или пользователей и систем.

мнемосхема: представляет технологический процесс систему в упрощенной форме.

интерфейс оператора: это аппаратно - программные компоненты автоматизированной системы управления технологическим процессом, позволяющие пользователю взаимодействовать с системой.

Обозначения и сокращения

- АСУ ТП–Автоматизированная система управления технологическим процессом
- АСКУЗ–Автоматизированная система контроля уровня загазованности
- ПО–Программное обеспечение
- АС–Автоматизированная система
- УУН–Узел учета нефти
- АРМ–Автоматизированное рабочее место
- ЦПУ–Центральный пункт управления
- УПН–Управление перекачкой нефти
- БКК–Блок контроля качества
- НВП–Насосная внутренней перекачки

1. Техническое задание на разработку автоматизированной системы управления узла учета нефти

1.1 Назначения и цели создания

1.1.1 Назначение

Автоматизированная система управления (в дальнейшем система) предназначена для контроля и управления узлом учета нефти (УУН).

АСУ УУН является частью последовательно создаваемой единой распределенной системы управления производством.

1.1.2 Цели создания системы

Создание системы должно обеспечивать достижение следующих целей:

- замена физически изношенных технических средств и морально устаревших на современное средство отечественного производства;
- повышение оперативности контроля и управления;
- повышение точности расхода нефти, за счет применения более точных средств измерения.

1.2 Характеристика объекта автоматизации

Установка подготовки нефти (УПН) предназначена для подготовки нефти (дегазация, обезвоживание до 0,5%-ой обводненности) и транспортировки ее на другие объекты с помощью насосов внешней откачки.

Установка подготовки нефти состоит из:

- технологической установки;
- вспомогательных установок.

Технологическая установка включает в себя:

- 1-ю ступень сепарации (НГВР);
- 2-ю ступень сепарации (С, ОН);
- 3-ю ступень сепарации (концевая сепарационная установка - КСУ);

- установка дозирования химреагента -1,2 (УДХ-1,2);
- насосную внутренней перекачки (НВП);
- насосную подтоварной воды (НПВ);
- насосную внешней откачки нефти (НВОН);
- резервуарный парк товарной нефти;
- очистные сооружения;
- узел учета нефти (УУН) с блоком контроля качества (БКК);
- площадка налива нефти (ПНН);
- факельное хозяйство.

В технологической установке производится дегазация сырой нефти, ее обезвоживание. Подготовка нефти осуществляется в трех ступенях сепарации.

В 1-й ступени сепарации из нефти выделяется свободный попутный газ и производятся предварительное обезвоживание в НГВР.

На 2-й ступени сепарации нефть проходит окончательное обезвоживание в отстойниках нефти (ОН) и дегазацию в аппарате горячей сепарации (С).

На 3-й ступени сепарации производится дегазация нефти на КСУ и доподготовка ее в технологическом резервуаре, после чего товарная нефть самотеком поступает в товарный резервуар, откуда откачивается насосами внешней откачки через узел учета нефти (УУН) в нефтепровод.

К вспомогательным установкам относятся:

- компрессорная азототушения с ресиверами $V=25\text{м}^3$ (2шт.);
- насосная пожаротушения с запасом воды в РВС-1000 (2шт.);
- электрощитовые, распределительные устройства, кабельные сети и трансформаторные подстанции;
- операторная;
- склад хим. реагентов;

- сети канализации, теплоснабжения и водоснабжения;
- слесарные мастерские;
- шламонакопитель шламов от РВС (ЕШ);
- склады оборудования и запчастей.

1.3 Требования к системе

Создаваемые АСУ должны отвечать требованиям:

- ГОСТ 24.104-85 ЕСС АСУ «Автоматизированные Системы Управления. Общие требования »;
- ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств »;
- ПБ 03-563-03 «Правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств ».

1.3.1 Требования к структуре системы

АСУ ТП УУН должна быть построена по трехуровневому иерархическому принципу.

К нижнему уровню системы относятся первичные средства автоматизации, которые включают в себя:

- 1) измерительные преобразователи и датчики;
- 2) приборы местного контроля;
- 3) вторичные приборы и агрегатные средства КИПиА;
- 4) исполнительные устройства и механизмы.

Средний уровень системы должен быть построен с использованием свободно программируемых логических контроллеров семейства КРОСС - 500 и модулей ввода /вывода, установленных в закрытых щитах управления с передним обслуживанием.

На верхнем уровне происходит сосредоточение, обработка и упорядочивание (формирование БД) информации с нижних уровней. Также

предусматривается индикация необходимых параметров, регистрация и хранение информации. Здесь происходит формирование отчетной документации и осуществление управления технологическими режимами системы.

Верхний уровень системы объединяет программно-аппаратные средства дистанционного централизованного контроля и управления технологическими процессами операторского пункта, который включает:

- АРМ-оператора;
- контроллеры связи;
- локальную вычислительную сеть.

1.3.2 Требования к функционированию системы

Технические характеристики АСУ должны соответствовать скорости изменения значений параметров процесса в требуемом диапазоне (допускаемая основная приведенная погрешность приборов, инерционность систем измерения, диапазон измерения и т.п.)

Система должна быть ориентирована на работу в жестком реальном времени и обеспечивать выполнение требуемых функций в соответствии с заданными показателями назначения.

1.3.3 Требования к надежности

Надежность определяется, как способность системы выполнять заданные функции, сохраняя во времени в установленных пределах значения параметров при заданных режимах и условиях эксплуатации.

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

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

В системе должно быть исключено срабатывание от случайных и кратковременных сигналов нарушения нормального хода технологического процесса, в том числе и в случае переключений на резервный или аварийный источник электропитания.

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

На основании требований РД-35.240.00-КТН-207-08, для обеспечения необходимой надежности, в структуре системы используется система горячего резерва (Hot Standby).

Система должна позволять восстанавливать работоспособность отказавших элементов без останова технологического процесса.

В соответствии с ГОСТ 24.701-86 «Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения » в качестве показателей, определяющих надежность отдельных подсистем, рассматриваются безотказность, ремонтпригодность и долговечность.

Средняя наработка на отказ системы должна быть не менее 3000 часов. Среднее время восстановления работоспособного состояния системы должно быть не более 1 часа.

Полный средний срок службы системы должен быть не менее 10 лет. Значения показателей надежности системы приводятся при заданных условиях эксплуатации и нормального функционирования технологического объекта управления.

На этапе опытной эксплуатации и в процессе промышленной эксплуатации оценка достигнутого уровня надежности системы осуществляется поставщиком системы с применением расчетно - экспериментальных методов в соответствии с ГОСТ 27.503-81 и РТМ 25 472-82 «АСУ ТП. Надежность. Методика сбора и обработки информации в условиях эксплуатации » с учетом надежности технических и программных средств, а также правильности действий оперативного персонала.

Контроль показателей долговечности системы должен проводиться путем обработки статистических данных, полученных в условиях эксплуатации, непараметрическим методом по ГОСТ 27.503-81 и ГОСТ 27.504-84.

1.4 Требования к функциям системы

Система должна обеспечивать выполнение следующих основных функций:

- управление в ручном и автоматическом режимах по заданным алгоритмам;
- отображение на экране монитора рабочих станций технологических схем, со значениями измеряемых, контролируемых и расчетных параметров;
- отображение трендов технологических параметров;
- изменение значений параметров технологического процесса в диалоговом режиме;
- световая и звуковая сигнализация отклонения параметров за допустимые пределы и изменения состояния технологического оборудования;
- накопление, хранение и документирование информации.
- система автоматики должна быть реализована на базе микропроцессорного контролера КРОСС -500.

1.4.1 Требования к функциям АСУ

АСУ на базе средств вычислительной и микропроцессорной техники должна соответствовать требованиям настоящего технического задания и обеспечивать:

- постоянный контроль параметров УУН и управление режимом для поддержания их регламентированных значений;

- регистрацию срабатывания и контроль работоспособного состояния средств АСУ;
- постоянный анализ изменения параметров в сторону критических значений и прогнозирование возможной аварии;
- действие средств локализации аварийной ситуации, выбор и реализацию оптимальных управляющих воздействий.

1.4.2 Требования к качеству реализации функций

Система должна обеспечивать непрерывный ввод/вывод и преобразование следующих сигналов [3]:

- входных сигналов (4-20 мА);
- выходных сигналов (4-20 мА);
- входных и выходных дискретных сигналов типа «сухой контакт» и потенциальных 24 В;

Система должна обеспечивать [3]:

- проверку достоверности измеряемых сигналов, в том числе контроль на обрыв и короткое замыкание;
- преобразование измеряемых величин технологических параметров в унифицированные аналоговые, частотные, дискретные и цифровые сигналы;
- масштабирование и линеаризацию (для сигналов измерения температур) сигналов;
- контроль отклонения измеренного параметра за допустимые пределы в соответствии с технологическим регламентом. Контроль должен осуществляться по двум предупредительным (верхнему и нижнему) и двум предельно допустимым (верхнему и нижнему) значениям уставок.

Во всех необходимых случаях входные и выходные цепи системы должны быть выполнены в искробезопасном исполнении.

Система должна обеспечивать выполнение автоматического регулирования параметров технологического процесса на основе типовых законов ПИД регулирования.

1.4.3 Критерии отказов для функций

Критериями отказа системы являются [4]:

- значение технологического параметра не поддерживается на заданном уровне;
- невозможно отображение текущей информации с заданной точностью;
- не выполняется контроль допустимых диапазонов измеряемых параметров;
- не исполняется автоматическое управление;
- невозможно ручное управление;
- отсутствие световой или звуковой сигнализации.

1.5 Требования к видам обеспечения АСУ ТП

1.5.1 Требования к математическому обеспечению

Алгоритмы системы должны определяться на стадии проектирования системы и обеспечивать автоматический пуск, регламентированный режим работы и безаварийную остановку, а также снижение или исключение

возможности ошибочных действий производственного персонала при ведении процесса, пуске и остановке. Алгоритмы системы должны разрабатываться на основе утвержденного технологического регламента.

1.5.2 Требования к программному обеспечению

Должно использоваться стандартное программное обеспечение системы автоматизации на базе микропроцессорного контролера семейства КРОСС–500, операционные системы Windows10. Программное обеспечение должно быть составлено в среде IsaGraf.

1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению

Средства измерения, входящие в систему, должны иметь сертификат об утверждении типа и быть поверенными.

Измерительные каналы системы должны удовлетворять требованиям метрологической совместимости, т.е. иметь единый состав нормируемых метрологических характеристик.

Под измерительным каналом системы понимаются:

– каналы преобразования входных сигналов от технологических датчиков поля в значения параметров температуры, давления, перепада давления, уровня. При этом значение основной приведенной погрешности преобразования от верхних значений диапазонов измерения должно быть не более 0,25 %;

– каналы преобразования входных сигналов в значения массового расхода материального потока. При этом значение основной приведенной погрешности преобразования от верхних значений диапазонов расхода должно быть не более 1 %.

При этом значение основной приведенной погрешности преобразования от верхних значений диапазонов измерения должно быть не более 1 %.

Измерительные линии обязаны запорной арматурой таким образом, что возможна их работа как параллельно, так и последовательно.

На выходе УУН с помощью датчика температуры измеряется температура подтоварной нефти.

С помощью манометра и датчика избыточного давления измеряется давление на выходе УУН. Значения показателей передается на АРМ оператора.

После датчиков на выходе установлены электрозадвижки с ручным и дистанционным управлением.

Помещение УУН оборудовано датчиком контроля загазованности, заблокированным с вентилятором.

При содержании углеводородов в воздушной среде, насосной воды в размере 10% от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) смеси воздуха с углеводородами, в операторной срабатывает световая сигнализация и автоматически включается вентилятор в насосной.

При достижении загазованности 20% от НКПРП, в операторной сигнализируется звуковая сигнализация, автоматически выключается вентилятор.

ФСА может быть выполнена упрощенным или развернутым способами. Отличие развернутого способа в том, что на схеме изображаются места расположения и состав средств автоматизации и каждого отдельного контура. Приборы и средства автоматизации изображаются в виде условных графических изображений, согласно ГОСТ 21.208-2013.

Автоматизация системы измерения количества и показателей качества нефти предусматривается в следующем объеме.

- 1) Местный контроль:
 - давление до/после фильтра по каждой линии;
 - влагосодержание нефти (в БИК);

- температура нефти.
- 2) Удаленный контроль:
 - перепад давления на фильтрах каждой линии БФ ;
 - влагосодержание нефти;
 - плотность нефти ;
 - температура и давление на выходе с линии;
 - давление на выходе из системы;
 - расход по линии.
- 3) Удаленная сигнализация:
 - максимального и минимального значения перепада давления на фильтрах;
 - максимального значения обводненности;
 - максимального предельного значения плотности нефти.

3. Структурная схема АСУ ТП

Структурная схема АСУ УУН построена по трехуровневому иерархическому принципу. Структурная схема комплекса технических средств приведена в приложении Б.

3.1 Нижний уровень системы

К нижнему уровню системы относятся первичные средства автоматизации, которые включают в себя:

- измерительные преобразователи и датчики;
- приборы местного контроля;
- вторичные приборы и агрегатные средства КИПиА;
- исполнительные устройства и механизмы.

Нижний уровень АСУ УУН обеспечивает:

- первичные измерения технологических параметров;
- контроль состояния технологического оборудования;

- передачу информации о значениях технологических параметров и состоянии оборудования на средний уровень системы;
- исполнение команд управления;
- формирование световых и звуковых предупредительных и аварийных сигналов;
- формирование управляющих воздействий с помощью местных аппаратов.

3.2 Средний уровень системы

Средний уровень системы построен с использованием свободно программируемых логических контроллеров семейства КРОСС-500 и модулей ввода/вывода, установленных в закрытых щитах управления с передним обслуживанием. Средний уровень АСУ УУН обеспечивает:

- сбор информации от датчиков и преобразователей сигналов нижнего уровня;
- фильтрацию, линеаризацию и масштабирование входных аналоговых сигналов;
- формирование предупредительных и аварийных сигналов;
- автоматическое управление технологическим оборудованием;
- регулирование технологических параметров;
- передачу информации о состоянии объектов на верхний уровень системы;
- прием информации с верхнего уровня и формирование управляющих воздействий на исполнительные механизмы системы.

Программируемые контроллеры среднего уровня и автоматизированные рабочие места оператора (АРМ-оператора) объединены между собой технологической сетью Ethernet.

3.3 Верхний уровень системы

На данном уровне происходит сосредоточение, обработка и упорядочивание (формирование БД) информации с нижних уровней. Также предусматривается индикация необходимых параметров, регистрация и хранение информации.

Верхний уровень системы объединяет программно-аппаратные средства дистанционного централизованного контроля и управления технологическими процессами операторского пункта, который включает:

- АРМ-оператора;
- контроллеры связи;
- локальную вычислительную сеть.

Для увеличения надежности функционирования технических средств верхнего уровня питание компьютеров верхнего уровня осуществляется от источников бесперебойного питания.

Предусмотрена возможность подключения к локальной сети Ethernet дополнительных рабочих станций. Верхний уровень УУН обеспечивает:

- конфигурирование системы;
- прием информации со среднего уровня о состоянии объекта;
- мониторинг технологического процесса и получение трендов измеряемых технологических параметров;
- оперативное управление технологическим процессом, включая изменение уставок технологических параметров, маскирование, демаскирование и имитацию защит;
- архивацию событий нижнего уровня, действий оперативного персонала;
- формирование базы данных для использования в прикладных задачах.

4. Выбор технических средств и разработка функциональной схемы

4.1 Выбор технических средств

В таблице 1 представлены параметры контроля, сигнализации и регулирования, диапазон их изменения и единицы измерения

Таблица 1 – Параметры контроля, сигнализации и регулирования.

Наименование параметра	Диапазон измерения	Ед. изм.	Погрешность %	Контроль	Сигнализация	Регулирование	Регистрация
Расход поступающей Нефти	От 0 до 680	м3/ч	0.2	+	+	+	+
Расходы выходящей нефти	От 0 до 680	м3/ч	0.2	+	+	+	+
Температура	От минус 40 до плюс 60	°С	0.3 град	+	+	-	+
Давление	От 0.1 до 25	МПа	0.2	+	+	+	+
Концентрация газа	0-100 об.доля	%	0.2	-	+	-	-
Влагомер	0-100	%	0.5	+	+	-	-
Перепад давления	0.8	МПа	0.2	+	+	-	+

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

4.1.1 Выбор источника питания

В качестве источника питания постоянного тока будем использоваться БП 96, предназначенный для питания измерительных преобразователей с

унифицированными токовыми сигналами. Данный источник применяется в различных отраслях промышленности и энергетики. Параметры источника питания представлены в заказной спецификации, представленной в таблице 2.

Таблица 2 – Заказная спецификация БП 96.

1	2	3	4	5
БП96	24В	4	80	DIN
1	Тип прибора			
2	Номинальное выходное напряжение (24 В или 36 В)			
3	Количество каналов (1, 2 или 4)			
4	Максимальный ток нагрузки на каждый канал			
5	Способ монтажа (на DIN-рейку – «DIN», в щит – «Щ»)			

Схема подключения изображена на рисунке 2.

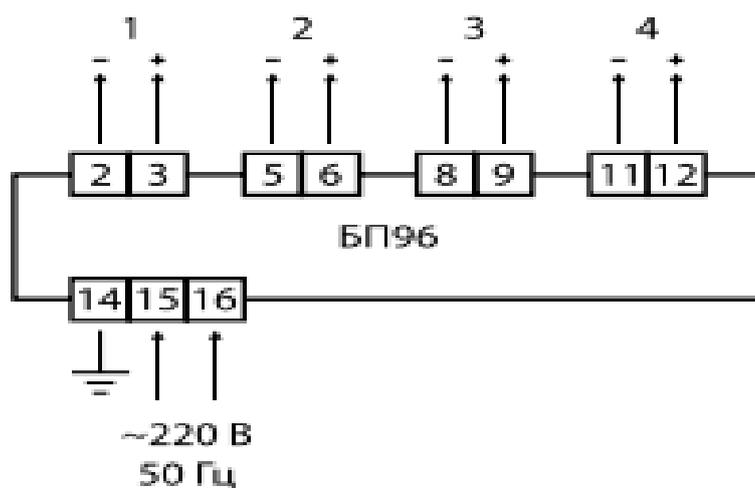


Рисунок 2– Схема подключения БП96

4.1.2 Выбор датчиков давления

В качестве датчика давления выбран датчик избыточного давления Элемер АИР 10 и МП 4У.

Приборы и датчики выбраны с учетом обеспечения взрывобезопасности при эксплуатации, т.е. применено оборудование взрывозащищенное со степенью защиты «взрывонепроницаемая оболочка»,

либо «искробезопасная электрическая цепь», которая обеспечивается таким же видом взрывозащиты входных блоков контроллера [6].

Контроль параметров предусмотрен с использованием технических средств, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технические средства измерения

№ п/п	Контролируемый параметр	Наименование прибора
1	Дистанционный контроль давления	Датчик давления Элемер-АИР10
2	Контроль давления и сигнализация заданного давления	Технический манометр «Монотомь - МП4»
3	Контроль температуры	Термопреобразователь ТП Элемер 1108
4	Контроль загазованности	Газосигнализатор модульный СГОЭС -11м
5	Контроль расхода	расходомер Эмис -Масс260
6	Влагомер	ВСН-2ПП

Внешний вид датчика давления Элемер АИР 10 представлен на рисунке 3 [9]:



Рисунок 3 – Внешний вид датчика Элемер АИР10.

Датчики АИР10 имеют выходной токовый сигнал, а так же ЖК индикатор. Данный прибор может выполнять функции первичного показывающего прибора и передающего преобразователя.

Измеряемые среды: жидкости, в т.ч.

Диапазоны измеряемых давлений:

- минимальный 0-4 кПа;
- максимальный 0-250 кПа.

Основная приведенная погрешность измерений: до $\pm 0,1\%$.

Диапазон перенастроек пределов измерений: до 25:1.

Наличие взрывозащищенного исполнения (Ex, Вн).

Данные типы датчиков соответствуют номинальным значениям давления в системе и основным эксплуатационным характеристикам объекта. Датчики предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивает непрерывное преобразование измеряемых величин в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи, цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 с протоколом обмена Modbus. Датчики предназначены для работы во взрывобезопасных и взрывоопасных условиях. Уровень взрывозащиты датчика определяется уровнем взрывозащиты применяемого барьера искрозащиты. Датчики предназначены для работы с вторичной регистрирующей и показывающей аппаратурой, системами управления, воспринимающими стандартные сигналы постоянного тока (4-20 мА).

Заказная спецификация на прибор составлена по требованиям НТП «Элемер» и представлена в таблице 3.

Таблица –Заказная спецификация Элемер АИР-10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Элемер - АИР-10	ExD	SH	ДИ	1140	B02	t2570	250кПа	A01	P1	LN	ШР22
13	14	15	16	17	18	19	20				
T4070	42	Y(E12)	KP2	List	360П	ГП	ТУ				

Информация по позициям заказной спецификации представлена в таблице 4.

Таблица 4– Позиции заказной спецификации.

1. Тип преобразователя	11.Код типа встроенного индикатора.
2.Вид исполнения	12.Варианты электрического присоединения
3.Код сенсора	13.Код исполнительного устройства
4.Код модели и верхний предел (диапазон)	14.Варианты электрического присоединения
5.Класс безопасности	15.Установка вентильного блока
6.Код класса точности	16.Код монтажного кронштейна
7.Код климатического исполнения	17.Заводские настройки
8.Код обозначения по материалу	18.Испытания в течение 360ч.
9.Код комплекта монтажных частей (КМЧ)	19.Госпроверка
10.Код исполнения корпуса.	20. ТУ 4212-077-13282997-08.

На рисунке 4 представлена электрическая схема подключения датчика к терминальному блоку ввода аналоговых сигналов, контроллера КРОСС-500.

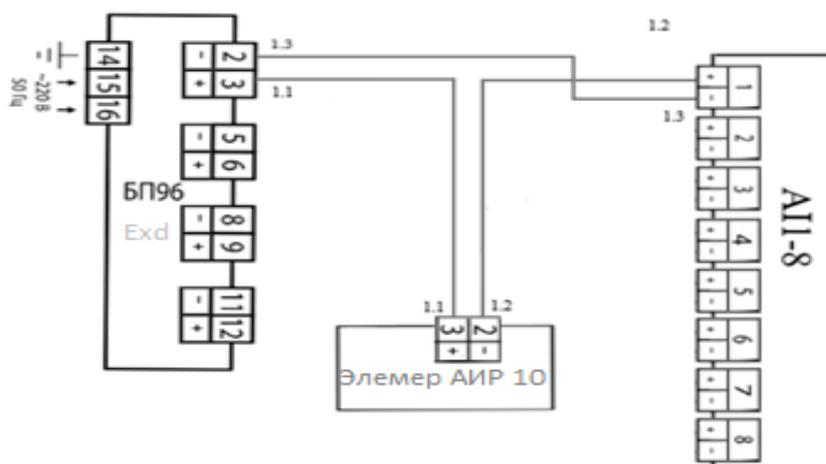


Рисунок 4–Схема подключения Элемер АИР10.

Для контроля перепада давления выбран датчик Элемер АИР 30. Подбор датчика по перепаду давления производился из требований к техническому и метрологическому обеспечению, а также из требований к надежности и экономической стоимости прибора. Одной из важнейших величин для отслеживания является изменения давления в напорном трубопроводе и факельном сепараторе. При выборе датчика было учтено требование к взрывобезопасному исполнению и монтажу и предпочли использовать для измерения давления Элемер-АИР-30 (рисунок 5), данный датчик имеет протокол HART и выходной сигнал (4-20 мА). Параметры на датчик давления представлены в заказной спецификации таблица 5.



Рисунок 5– Элемер-АИР-30

Датчики серии Элемер-АИР-30 предназначены для непрерывного преобразования давления измеряемой среды в унифицированный сигнал постоянного тока (4-20 мА). Данная модель характеризуется повышенной устойчивостью к эксплуатации в тяжелых условиях. Метрологические характеристики, удобство использования и дополнительные возможности обусловлены применением современной элементной базы.

Датчики оснащены современными тензорезистивными сенсорами, имеет технологию «кремний на керамике» (КНК) в настоящее время эта технология является наиболее перспективной основана на изготовлении сенсора из монокристалла кремния с нанесенным на него методом диффузии тензорезистивным мостом. Емкостные сенсоры имеют высокую

стабильность метрологических характеристик. Датчик обладает отличным соотношением цена/качество.

Основным достоинством данной технологии является высокая перегрузочная способность и высокая чувствительность. В преобразователь встроены устройства сигнализации и регулирования что существенно упрощает использование прибора в системах АСУ ТП. Схема подключения изображена на рисунке 6.

Преимущества и особенности датчиков давления Элемер-АИР-30:

- измерение давления среды природного газа, нефти, воды, слабоагрессивные жидкости;
- диапазон измерений от 10 кПа до 10 МПа;
- выходной сигнал (4-20) мА/HART;
- диапазон рабочих температур измеряемой среды от плюс 40 до плюс 100 °С;
- диапазон температур окружающей среды от минус 60 до плюс 80°С;
- степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды IP 65, IP67.

Схема подключения датчика к терминальному блоку контроллера КРОСС 500 изображена на рисунке 6.

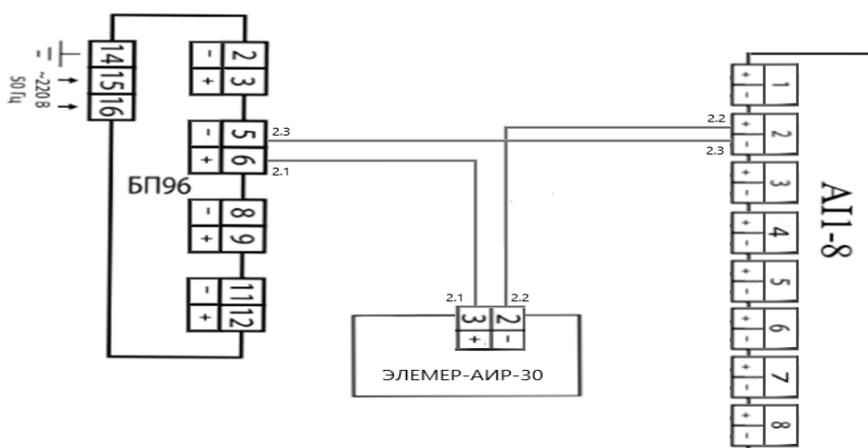


Рисунок 6 – Схема подключения датчика давления ЭЛЕМЕР-АИР30.

Таблица 5 – Заказная спецификация Элемер Аир 30

1. Тип преобразователя						11.Код типа встроенного индикатора.					
2.Вид исполнения						12.Вариантыэлектрического присоединения					
3.Код сенсора						13.Код исполнительного устройства					
4.Код модели и верхний предел (диапазон)						14.Варианты электрического присоединения					
5.Класс безопасности						15.Установка вентильного блока					
6.Код класса точности						16.Код монтажного кронштейна					
7.Код климатического исполнения						17.Заводские настройки					
8.Код обозначения по материалу						18.Испытания в течение 360ч.					
9.Код комплекта монтажных частей (КМЧ)						19.Госпроверка					
10.Код исполнения корпуса.						20. ТУ 4212-077-13282997-08.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Элемер-АИР-30	ExD	S1	TG13/2,5	3H	A01	t2570	11N	T1Ф	P1	LN	ШП22
13	14	15	16	17	18	19	20				
RM	ШП22-10	Y(E1 2)	KP2	List	360 П	ГП	ТУ				

Для местного контроля давления выбран манометр МП 4У. Внешний вид представлен на рисунке 7.

Технический манометр «Манотомь МП4» Рисунок 7.



Рисунок 7–Технический манометр Манотомь МП4

Манометр предназначен для измерения давления, сухих газообразных и жидких, не сильно вязких и не кристаллизирующихся измеряемых сред.

Манометр имеет следующие характеристики

- диаметр–160мм;
- класс_точности: 1.5;
- диапазон: (0–400кПа)
- допустимая температура: от минус 30 до плюс 60 °С

Заказная спецификация: МП-4У, 4, 1.5, IP40.

4.1.3 Датчики температуры

Для измерения температуры выбран термометр сопротивления ТС 1108.

Термопреобразователи ТС, применяются во взрывоопасных зонах, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов, паров, горючих жидкостей с воздухом категорий ПА, ПВ и ПС, групп Т1-Т6 по [30].

Данные средства предназначены для измерения температуры нейтральных и агрессивных сред, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким[8]. Внешний вид выбранного термометра сопротивления представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Внешний вид ТС 1108

Основные технические характеристики датчика давления приведены в таблице 6.

Таблица 6- Технические характеристики ЭЛЕМЕР-ТС1088

Технические характеристики	Значения
Диапазон измерений	От минус 50 до плюс 200 °С
Основная приведенная погрешность	±0,25%
Выходной сигнал	(4-20) мА/HART
Показатель тепловой инерции	10-30 с
Средняя наработка на отказ, не менее	50 000 ч
Степень защиты	IP54, IP65

Заказная спецификация представлена в таблице 7.

Таблица 7-Заказная спецификация термосопротивления ЭЛЕМЕР-ТС1088

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТПУ-205	ExD	ТС-1088/ЗБГ	НГ24Exd	K13	t5070УХЛ1	100М	50+500 °С	100	10	А	ГП	ТУ
1	Тип прибора											
2	Вид исполнения											
3	Конструктивное исполнение											
4	Тип корпуса											
5	Тип кабельного ввода											
6	Код климатического исполнения											
7	НСК первичного преобразователя											
8	Диапазон измеряемых температур											
9	Длина монтажной части, мм											
10	Диаметр монтажной части, мм											
11	Класс точности											
12	Госповерка											
13	ТУ 4227-003 -13282997-01.											

Схема подключения датчика к терминальному блоку КРОСС-500 представлена на рисунке 9.

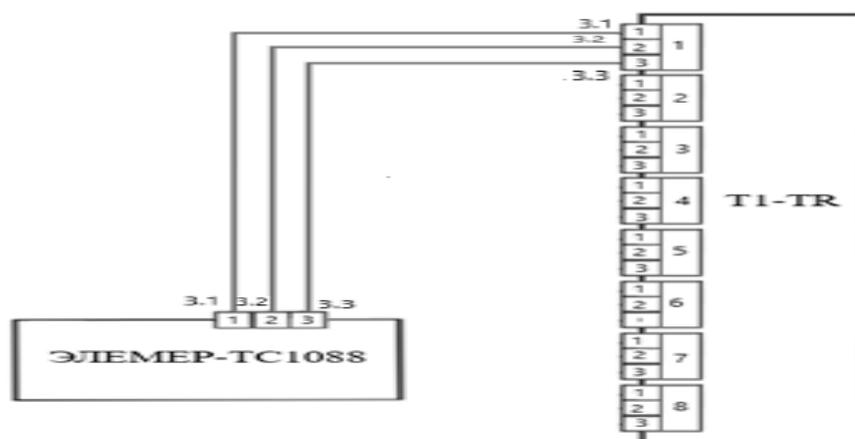


Рисунок 9 – Схема подключения ЭЛЕМЕР-ТС1088 к терминальному блоку КРОСС-500

4.1.4 Газосигнализатор

Газоанализаторы **СГОЭС-М11** точно применяются в составе автоматизированных систем сигнализации типа СГАЭС, совместно с многоканальными пороговыми устройствами УПЭС-50, или в качестве автономных газоанализаторов горючих газов и паров.

Приборы производят непрерывный контроль взрывоопасных концентраций в пределах от 0 до 100% НКПР. В процессе работы обеспечивают выдачу следующих сигналов:

- Светодиодную индикацию, трехцветную (зеленый - «норма», оранжевый - «неисправность», красный - «превышение порога загазованности»).
- Унифицированный аналоговый сигнал 4-20 мА, HART -выход.

- Информационный цифровой сигнал по стандартному каналу связи RS485 с протоколом MODBUS RTU (по заказу - Profibus), содержащий информацию о текущем функционировании прибора.
- HART-интерфейс.
- Дискретный сигнал срабатывания реле типа «сухой контакт" - при превышении установленных порогов загазованности «Порог 1», «Порог 2»; при обнаружении неисправности.

Номинальная нагрузочная способность контактов реле - 1 А, 24 В постоянного тока. Реле «Порог 1», «Порог 2» имеют нормально разомкнутые контакты, реле «Неисправность » - нормально замкнутые контакты.

Наличие HART-интерфейса обеспечивает простоту диагностики, управления и настройки характеристик прибора непосредственно по месту эксплуатации.

Взрывозащищенные газоанализаторы СГОЭС-М11 состоят из оптико-электронного и клеммного отсеков, имеющих общую взрывонепроницаемую оболочку. В оптико -электронном отсеке находятся источники и приемники излучения, выводы элементов настройки и индикации и собственно электронная часть устройства. В клеммном отсеке расположены отверстия для присоединения взрывозащищенных кабельных вводов, а также контакты клеммной колодки для подключения проводов электропитания и выходных сигналов. Защитный кожух обеспечивает защиту элементов оптико-электронной части датчика от воздействия окружающей среды. Кроме этого, защитный кожух используется при проверке работоспособности стационарного газоанализатора. Показан на рисунке 10.

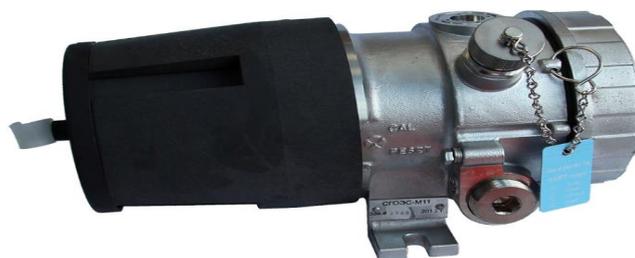


Рисунок 10–внешний вид газосигнализатора.

Принцип действия оптического газоанализатора СГОЭС-М11 – оптический абсорбционный. Данный принцип основан на селективном поглощении молекулами углеводородов электромагнитного излучения и заключается в измерении изменения интенсивности инфракрасного излучения после прохождения им среды с тестируемым газом. Для уменьшения влияния паров воды, загрязнения оптики, пыли и изменения параметров оптических элементов используется оптическая схема с измерением поглощения на рабочей и опорной длинах волн.

ИК-излучение от источников излучения через прозрачное окно попадает в пространство с анализируемой газовой смесью, проходит через нее, отражается от зеркала и через то же самое окно возвращается в герметичный корпус, где попадает на фотоприемник. Электрические сигналы от фотоприемника подаются на электронную схему, усиливаются, обрабатываются и преобразуются в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА, соответствующий диапазону измеряемых концентраций газов (0-100% НКПР).

Аналогичный электрический сигнал выдается по RS485 и через HART-интерфейс. Выходной сигнал HART-интерфейса снимается через соответствующий разъем на корпусе прибора (токовый, сетевой, сервисный).

Для работы стационарных газоанализаторов СГОЭС-М11 не требуется присутствие кислорода в контролируемой среде. Газоанализаторы СГОЭС-М11 не чувствительны к присутствию в атмосфере кислорода, азота, углекислого газа, окиси углерода, аммиака, сероводорода и выдерживают перегрузку по концентрации измеряемого компонента свыше 100 % НКПР.

Газоанализаторы выпускаются в различных исполнениях, отличающихся градуировкой на разные определяемые компоненты, в соответствии с приведенной ниже таблицей. Корпус газоанализатора может изготавливаться из алюминия или из нержавеющей стали. Заказная спецификация представлена в таблице 8.

Таблица 8–Заказная спецификация СГОЭС М-11:

• Модель:	СГОЭС -М11, СГОЭС -М11-2
• Материал корпуса:	- алюминий - нержавеющая сталь марки 316
• Маркировка взрывозащиты:	1 Exd [ib] IС Т4 Gb
• Степень защиты корпуса от внешних воздействий по ГОСТ 14254-96:	IP 66
• Габаритные размеры СГОЭС - М11, СГОЭС -М11-2 (с учетом защитного кожуха), мм:	245 × 135 × 135.
• Масса СГОЭС -М11, СГОЭС - М11-2 не более, кг:	- 2,5 (алюминий), - 5,0 (нержавеющая сталь).
• Встроенные разъемы для подключения кабельных вводов:	$\frac{3}{4}''$ NPT может использоваться в комплекте с переходными муфтами (адаптерами) для метрической резьбы М16 – по заявке потребителя
• Диапазон температур окружающей среды:	от -60 до +90 °С
• Относительная влажность:	до 95% (допускается кратковременное воздействие 100% влажности без конденсации).
• Напряжение электропитания:	Номинальное: 24 В пост. тока; Диапазон: 18 ...32 В пост. тока;
• Потребляемая мощность СГОЭС - М11, СГОЭС -М11-2:	при активации функции обогрева – не более 5,5 Вт,

<ul style="list-style-type: none"> Выходные сигналы: 	<ul style="list-style-type: none"> - аналоговый информационный сигнал: (4..20 мА); - HART-интерфейс; - цифровой сигнал в стандарте RS-485 с интерфейсом Modbus RTU; - срабатывание контактов реле «Превышение порога загазованности» и «Неисправность».
<ul style="list-style-type: none"> Время прогрева газоанализаторов: 	Не более 10 мин. до выхода в режим измерений
<ul style="list-style-type: none"> Пределы допускаемой вариации показаний выходных аналогового и цифрового сигналов СГОЭС - М11, СГОЭС -М11-2: 	не более 0,5 в долях от пределов допускаемой основной погрешности;
<ul style="list-style-type: none"> Изменение выходных аналогового и цифрового сигналов СГОЭС - М11, СГОЭС -М11-2 за регламентированный интервал времени 24 ч: 	не более 0,5 в долях от пределов допускаемой основной погрешности;
<ul style="list-style-type: none"> Среднее время установления 	$T_{0,9} - 20 \text{ с}; T_{0,5} - 10 \text{ с}$

4.1.5 Расходомер Эмис-Масс260

Для измерения расхода выбран кариолисовый расходомер Эмис-Масс260. Кариолисовые расходомеры имеют, следующие преимущества перед другими расходомерами:

- высокая точность измерений параметров;
- работают вне зависимости от направления потока;
- не требуются прямолинейные участки трубопровода до и после расходомера;
- нет затрат на установку вычислителей расхода;
- надёжная работа при наличии вибрации трубопровода, при изменении температуры и давления рабочей среды;
- длительный срок службы и простота обслуживания благодаря отсутствию движущихся и изнашивающихся частей;

- нет необходимости в периодической перекалибровке и регулярном техническом обслуживании;
- могут работать от разных источников питания с помощью самопереключающегося встроенного блока питания;
- измеряют расход сред с высокой вязкостью;
- разрешено использование в пищевой и фармацевтической промышленности.

Рассмотрим принцип действия. Расходомер представляет собой измерительную камеру с подводным и отводящим патрубками и фланцами для монтажа на трубопровод. В измерительной камере параллельно расположены две U-образные расходомерные трубки, которые приводятся в колебательное движение при помощи электромагнитной катушки и магнита. На расходомерных трубках установлены электромагнитные катушки с магнитами, называемые детекторами. При движении измеряемой среды через измерительную камеру проявляется физическое явление, известное как эффект Кориолиса. Поступательное движение среды в колеблющейся расходомерной трубке приводит к возникновению кориолисова ускорения, которое, в свою очередь, приводит к появлению кориолисовой силы. Эта сила направлена против движения трубки, приданного ей задающей катушкой, т.е. когда трубка движется вверх во время половины ее собственного цикла, то для жидкости, поступающей внутрь, сила Кориолиса направлена вниз. Как только жидкость проходит изгиб трубки, направление силы меняется на противоположное. Таким образом, во входной половине трубки сила, действующая со стороны жидкости, препятствует смещению трубки, а в выходной способствует. Это приводит к закручиванию трубки. Когда трубка движется вниз во время второй половины цикла колебания, она закручивается в противоположную сторону. На рисунке 11 представлен внешний вид расходомера Эмис - Масс260.



Рисунок 11–внешний вид Эмис-Масс260

Ниже представлена заказная спецификация:

ЭМИС-МАСС -260 – Ех – 050К – И – Ж – 25 – 135 – 24 – А1 – 0,2 – 1,0 – 1,0 – НК
 – У – ---ГП –Р- Е – ГОСТ .

Содержание позиций спецификации представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Заказная спецификация Эмис Масс 260.

Код	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	Наименование изделия															
1	Вид исполнения															
2	Типоразмер преобразователя (ДУ трубопровода)															
3	Класс точности															
4	Диапазон расхода															
5	Измеряемая среда															
6	Материал проточной части															
7	Соединение с трубопроводом															
8	Размещение электронного преобразователя															
9	Максимальное давление измеряемой среды															
10	Температура измеряемой среды															
11	Индикатор															
12	Версия электронного преобразователя															
13	Выходные сигналы															
14	Технические условия															
15	Калибровка, поверка															

Расходомер имеет следующие характеристики:

- рабочее избыточное давление в трубопроводе до 6,3 МПа;
- условный диаметр трубопровода Ду 50 мм;
- пределы основной относительной погрешности измерений массового и объемного при измерении расхода жидких сред: $\pm 0,2$;
- наличие взрывозащищенного исполнения;
- средний срок службы - 18 лет;
- межповерочный интервал - 5 лет.

Технические данные:

- питание: от 19,2-28,8В постоянного тока;
- температура окружающей среды: от минус 60°C до плюс 70°C;
- давление процесса: до 15,8 МПа;
- диаметр условного прохода присоединяемого трубопровода: 10–200мм;
- диапазон измерения расхода: 3...31980 л/;
- выходной сигнал: (4-20 мА);
- протокол: HART, RS485;
- степень защиты: в зависимости от исполнения прибора.

Схема подключения к терминальному блоку контроллера КРОСС–500 представлена на рисунке 12.

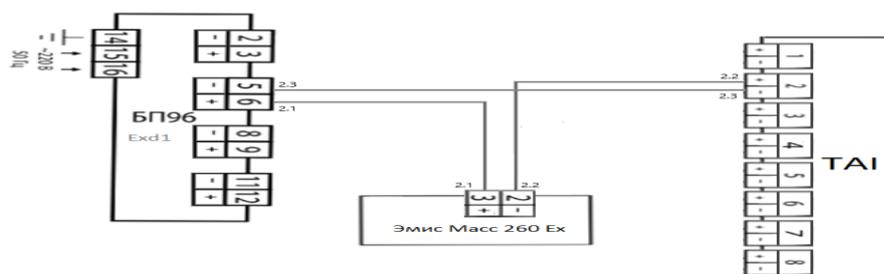


Рисунок 12 – Схема подключения Эмис Масс260

4.1.6 Влагомер сырой нефти

В качестве влагомера сырой нефти выбран полноточный влагомер ВСН2-ПП.

Данный влагомер имеет высокую точность измерения и не требует врезки, через проботборный зонт.

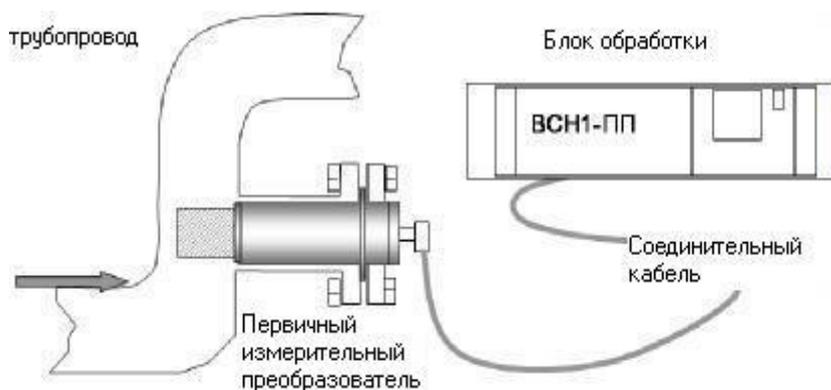


Рисунок 10—монтаж влагомера ВСН-2, угловой.

Автоматический полнопоточный влагомер сырой нефти ВСН-2-ПП с диапазоном измерения влажности до 100 % обеспечивает :

- измерение мгновенные значения влажности;
- выдает сигнал о достижении предельной влажности.
- результаты измерений и вычислений представляются на

матричном дисплее влагомера ВСН-2-ПП.

Информация о влажности и объеме чистой нефти по запросу пользователя может передаваться на систему телемеханики и самопишущий прибор. Уставка предельной влажности может быть задана во всем диапазоне измерения влажности. Отстой свободной воды перед измерением влажности не требуется.

Параметры контролируемой среды:

- диапазон температур, °С от плюс 5 до плюс 60;
- плотность, вязкость, содержание парафина, смол, солей неограничивается.

Содержание свободного газа, при котором обеспечивается:

- заданная точность, объемная доля, %, не более 2.0%;
- рабочее давление, МПа, не более 4МПа.

Скорость потока жидкости через первичный измерительный:

- преобразователь влагомера, м/с, в пределах 1 - 2,5.

Схема подключения датчика к терминальному блоку контроллера КРОСС 500 представлена на рисунке 13

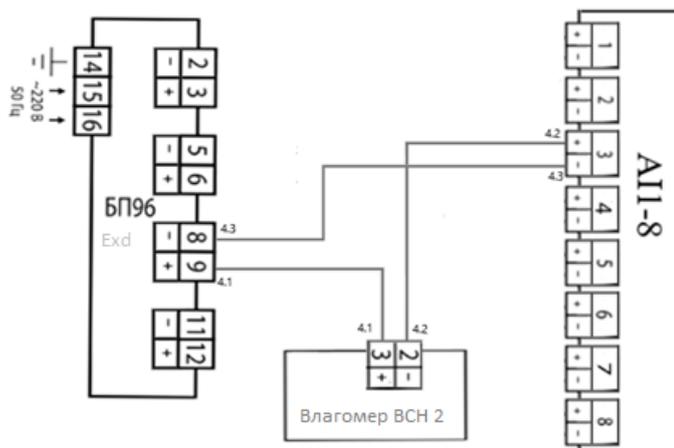


Рисунок 13 – Схема подключения влагомер ВСН2

Ниже представлен опросный лист, по которому будет изготовлен данный прибор (таблица10).

Таблица 10 – опросный лист для заказа влагомера ВСН2

Технические характеристики	Значения
Диаметр рабочей секции, мм	50мм
Рабочее давление, атм.	0-60 атм
Диапазон измерения влагосодержания %	От 0.01 до 100 %
Интерфейс	Токовый выход(4-20мА)
Температура измеряемой среды	От плюс 5 до плюс 30
Температура окружающей среды	От минус 40 до плюс 30
Плотность измеряемой среды кг/м3	Неограничивается
Остаточное содержание свободного газа, об.доля %	2.0
Содержание солей, массовая доля,%	2.0

4.1.7 Выбор исполнительного устройства

Исполнительным устройством является устройство в системе управления, которое реализует управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем перемещения регулирующего органа. Это воздействие должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи.

Регулирующие клапаны служат для управления потоками различных жидких, газообразных и газожидкостных смесей. В качестве запорной арматуры в трубопроводе будем использовать регулирующий клапан с электроприводом РУСТ 510-2 (рисунок 14). Эти клапаны применяются в энергетической, химической, нефтяной и газовой промышленности, и других отраслях промышленности. Регулирующие клапаны изготавливаются из углеродистой, легированной, работающие при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 70°C, а также температуре рабочей среды до плюс 630 °C. Регулирующие клапаны комплектуются пневматическими, ручными либо электрическими приводами. Регулирующие клапаны изготавливаются во взрывозащищенном исполнении, искробезопасными цепями, оснащены средствами управления и позиционирования для точного управления технологическим процессом производства. Из-за того, что конструкция плунжера сбалансирована по давлению для приведения его в действие требуется незначительное усилие исполнительного механизма, даже при наличие высокого перепада давления на клапане. Замена или модернизация внутренних деталей клапан возможна без демонтажа клапана с трубопровода, так же все внутренние детали клапан имеют простые формы и могут быть отремонтированы с помощью металлообрабатывающего оборудования. Основные технические характеристики приведены в таблице 11. Заказная спецификация приведена в таблице 12.



Рисунок 14 – Регулирующий клапан с электроприводом РУСТ 510-2

Таблица 11 – Технические характеристики РУСТ 510-2

Наименование параметра	Значение
Диаметр условного прохода (Ду), мм	15-400
Номинальное давление МПа	от 1.6 МПа до 40 МПа
Температура рабочей среды °С	от минус 60 °С до плюс 630 °С
Температура окружающей среды °С	от минус 60 °С до плюс +70 °С
Время аварийного закрытия/открытия	Не более 10 сек
Характеристика регулирования	Линейная, Равнопроцентная
Направление потока	Одностороннее, Двустороннее

Таблица 12 – Заказная спецификация

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
РУСТ 510	5	1	2	2	У	ДУ50	Ру 6	30°С	12Х18Н10Т	НЗ
1	Тип клапан (регулирующий)									
2	Номер серии (с сальниковым уплотнением)									
3	Тип корпуса (осевой)									
4	Тип привода (электрический)									
5	Климатическое исполнение									
6	Диаметр условного прохода									
7	Рабочая среда									
8	Максимальная температура рабочей среды									

9	Материал корпуса
10	Исходное положение клапана

В качестве пускателя будет использоваться бесконтактный реверсивный ПБР-3, предназначенный для бесконтактного управления электрическими исполнительными механизмами. Пускатель применяется как в локальных, так и в автоматизированных системах управления технологических процессах.

Пускатель выполнен на базе тиристоров и имеет высокое быстродействие и надежность

Пускатель состоит из платы, кожуха и передней панели. На передней панели расположены две клеммные колодки для подключения пускателя к внешним цепям, а также винт заземления. Клеммные колодки закрываются крышками. На плате устанавливаются элементы схемы пускателя. Плата вставляется в кожух и закрепляется двумя винтами. Пускатель рассчитан на установку на вертикальной или горизонтальной плоскости. Положение в пространстве – любое. Схема подключения пускателя к терминальному блоку контроллера КРОСС–500 представлена на рисунке 15. Запись обозначения пускателя при его заказе ПБР-3 ТУ 25-02.120760-78.

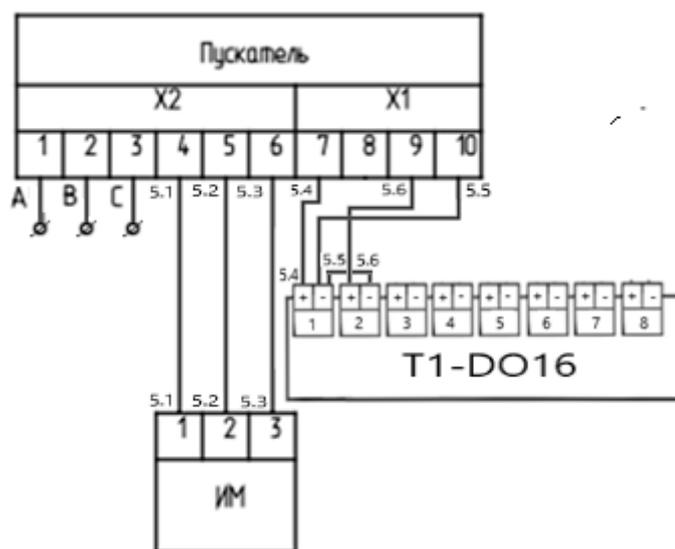


Рисунок 15 – Схема подключения ПБР-3

4.2 Разработка функциональной схемы

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является техническим документом. ФСА входит в состав рабочих чертежей и соответствует ГОСТ 21.408 – 2013. Предназначение функциональной схем автоматизации является в отображении основных технических решений.

Объектом управления в системах автоматизации технологических процессов является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулирующими органами. При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса необходимо решить следующие задачи:

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

Разработать функциональную схему всей системы достаточно сложно, кроме того, данной работой в рамках предприятия занимается отдел автоматизации.

Поэтому в рамках дипломного проекта решено было разработать функциональную схему одного узла учета нефти.

В Приложении В представлена функциональная схема УУН.

На функциональной схеме введены следующие обозначения [7] приведены в таблице 13.

Таблица 13. Обозначение приборов

Условное буквенное обозначение прибора	
Первая буква (измеряемая величина)	Последующие буквы (функциональные признаки прибора)
T-температура	E- чувствительный элемент

L-уровень	T- дистанционная передача
F- расход	I- показание (индикация)
Q-концентрация	S- наличие контактного устройства
G- положение, перемещение	R- регистрация
	C- управление
	A- сигнализация
	D- разность, перепад
	Q- интегрирование
H-кнопка	
HS- переключатель	

5. Программируемый логический контроллер КРОСС-500

5.1 Назначение и состав контроллера

В связи с обстановкой в мире на сегодняшний день целесообразным выбором в основе выполнения автоматизированной системы узла учета нефти был использован контроллерное оборудование Российского производителя, а именно КРОСС – 500, так как данный контроллер способен реализовать прием и обработку информационных сигналов от устройств, и способен выдать управляющий сигнал на исполнительное оборудование. Так же данный контроллер предназначен для построения высокоэффективных недорогих и надежных систем автоматизации различных технологических процессов. Данный контроллер имеет достаточное количество входов и выходов и относительно не большую цену на рынке. Контроллер может применяться в различных автоматизированных системах управления технологическими процессами в нефте и газодобывающих, машиностроительной и пищевых отраслях. На рисунке 16 представлен контроллер его терминальный блок и модуль ввода-вывода аналого сигнала.



Рисунок 16 – Контроллер КРОСС – 500

Контроллер является проектно-компонуемым и программируемым изделием. Его состав и ряд параметров определяются потребителем в зависимости от решаемых задач.

В состав устройства контроллера входит блок центрального процессора который служит для управления котроллером в режиме реального времени и исполнения технологической программы пользователя, а также модули ввода –вывода аналогового сигнала такие как AI1-8, AIO1 - 8/4, AIO1-8/0, AIO1 -0/4, TC1-7, TR1-8. Аналоговые модули ввода воспринимают от датчиков, подключенных к его входам, унифицированные сигналы, а аналого-цифровой преобразователь преобразует их в цифровой код необходимый для обработки. Аналоговые модули вывода действуют, как модули аналогового ввода, только в обратном направлении.

Также в постоянный состав входят модули ввода -вывод дискретных сигналов такие как DI1-16, DIO1 -8/8, DO1-16. Дискретные модули ввода аналогично принимают от датчиков дискретные сигналы. К модулю дискретного ввода обычно подключают датчики контактного типа, кнопки ручного управления, статусные сигналы от систем сигнализации, приводов, позиционирующих устройств и т.д. Дискретные модули вывода в зависимости от внутреннего логического состояния выхода («1» или «0»), создают или снимают на клеммах дискретного выхода напряжение. Такие

модули могут управлять приводами, отсечными клапанами, зажигать светосигнальные лампочки, включать звуковую сигнализацию и т.д.

Терминальные блоки предназначены для подключения входных и выходных цепей и для преобразования сигнала и индикации:

- блок T1-AI для модуля AI1-8;
- блок T1-TC для модуля TC1-7;
- блок T1-TR для модуля TR1-8;
- блок T1-DO для модуля DO1-16.

Гибкие соединения C1-A используемые для подключения с модулями AI1-8, AIO1 -8/4, AIO1-8/4, AIO1 -8/4, TC1-7, TR1-8. Соединение C1-D используется для модулей DI1-16, DIO1 -8/8, DO1-16, ADIO1, MK1.

Также в состав контроллера входит блок питания ЯЛБИ. 426448.097(~220 В/=24 В) и модули питания AC220 /5–15 (~220 В/=5 В).

Базовым уровнем надежности является SMD-монтаж, автоматизированная сборка и контроль модулей и уровень живучести обеспечивается благодаря “горячей ” замены модулей. Уровни надежности и живучести можно повысить благодаря резервирования контроллера или его составных частей.

5.2 Технические характеристики контроллера

Контроллер соответствует климатическому исполнению УХЛ. Рабочие условия эксплуатации контроллера приведены в таблице 14. Общие характеристики блока приведены в таблице 15.

Таблица 14 – Условия эксплуатации контроллера

Наименование воздействия		Диапазон воздействия
Температура окружающей среды, °С	- рабочая	от плюс 5 до плюс 50
	- транспортирования	от минус 50 до плюс 50
Относительная влажность воздуха, % при температуре, °С	- рабочая	до 80
	- транспортирования	до 95 35
Электромагнитные поля промышленной частоты	- напряженность, А/м	400
	- частота, Гц	50

Таблица 15 – Общие характеристики БЦП

Наименование параметра	Характеристика
Тактовая частота МГц,	100
Технологическое программирование на языках:	- функциональных схем SFC; - релейной логики LD; - структурированного текста ST; -функциональных блоков FBD; - инструкций IL.
Объем памяти: - flash-память - динамическая память - ОЗУ	1 Мбайт 4 Мбайт 256 кбайт
Время цикла	Более или равно 0,01 с
Время сохранения технологических программ (ОЗУ) при отключении питания	5 суток
Порты RS-232	4
Порт Ethernet	1
Канал резервирования	RS-232
Порты для высокоскоростного обмена с модулями ввода/вывода	До 4 портов, также RS-485 и SPI

Электрическое питание контроллера осуществляется по одному из вариантов:

– от сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В с предельными отклонениями от минус 33 до плюс 22 В, частотой (50±1) Гц и коэффициентом высших гармоник до 5%. Максимальная мощность потребления не превышает 45 В*А от сети переменного тока напряжением 220В

– от внешнего нестабилизированного источника постоянного тока напряжением (24±6) В. Максимальная мощность потребления не превышает 40 Вт.

В качестве модуля ввода -вывода будем использовать, модули аналоговых сигналов AI1-8 и TR1-8, выполненные как самостоятельное изделия, в которых информационный обмен осуществляется по интерфейсу RS-485 или SPI. В настоящей работе используется интерфейс SPI. Для связи контроллера с датчиками будет использоваться терминальный блок T1-AI и TR1-8. В качестве модуля дискретных сигналов будет DO1-16 и его терминальный блок T1-DO, гибкие соединения для модулей будут использоваться C1-A и C1-D. Блок питания будет ЯЛБИ. 426448.097 (~220 В/=24 В), а модуль питания AC220/5-15 (~220 В/=5 В).

На рисунке 17 представлена структура системы управления узла учета нефти

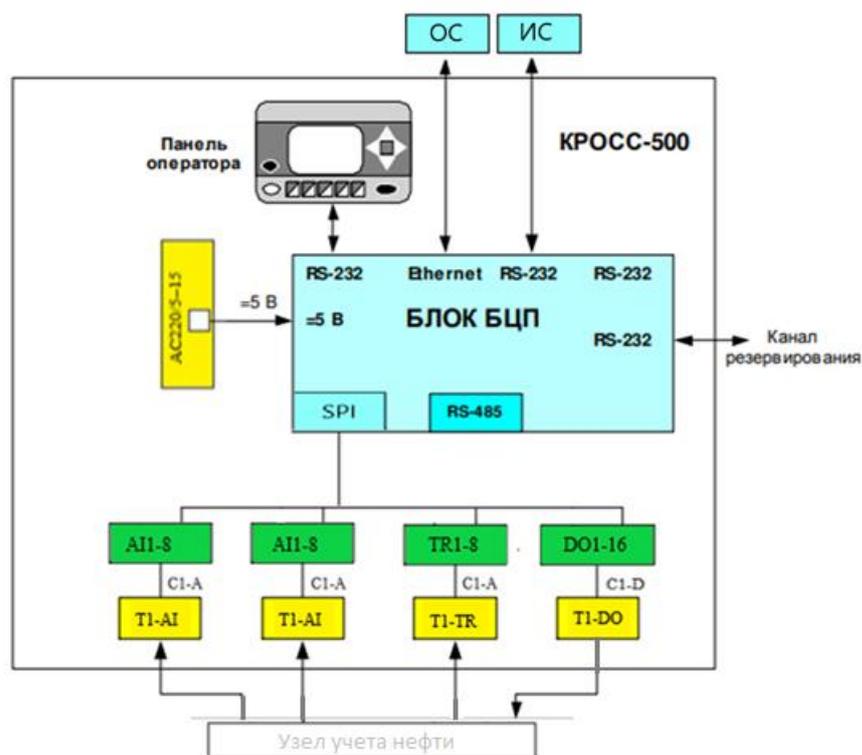


Рисунок 17 – Структура системы управления узла учета нефти

Информация о параметрах узла учета нефти поступает на терминальные блоки T1-AI, T1-TR. С терминальных блоков, через гибкие соединительные сигналы поступают на модули аналоговых сигналов (AI1-8), модуль ввода сигналов от термометров сопротивлений (TR1-). От модулей

ввода аналоговых сигналов информации о параметрах в цифровом виде поступает через интерфейс SPI в блок центрального процессора. Управляющее воздействие выработанные в контроллере, через модуль ввода дискретных сигналов (DO1-16) и терминальный блок T1-D0 поступают на исполнительные устройства.

Через интерфейсы RS-232 и Ethernet информация от БЦП поступает на инженерную станцию (ИС) и операторскую станцию (ОС). В операторской станции осуществляется отображение параметров узла учета нефти архивирование информации и оперативное управление.

5.1.1 Программное обеспечение системы автоматизации узла учета расхода нефти

5.1.2 Программное обеспечение контроллера КРОСС-500

Прикладная программа составлена на языке FBD в программном пакете IsaGraf. Ниже описана процедура разработки программы.

Для создания новой программы в меню «Файл» выбираем опцию «Новый». В окне «Новая программа» вводим имя и язык программы.

Объявим переменные в словаре, различного типа используемые в программе. Переменные объявляются в соответствии с типом данных: – Булевские - логическая величина; – Целые/Действительные - целая или действительная непрерывная величина.

Данная программа, реализованная в пакете ISaGRAF, имеет вид, представленный на рисунке 18.

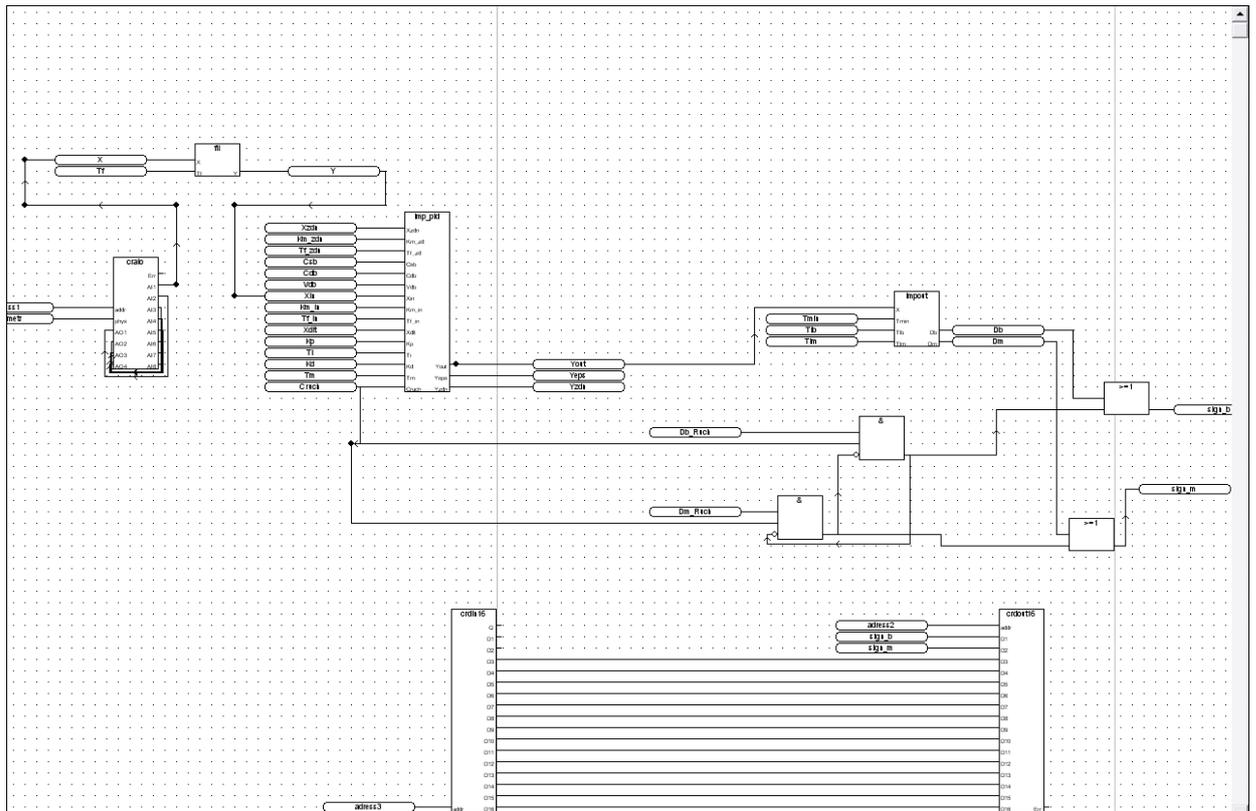


Рисунок 18- Программа регулирования для контроллера КРОСС 500.

В программе используются следующие функциональные блоки.

Блок аналогового ввода-вывода sgaio

Данный блок предназначен для чтения значений на аналоговых входах и установки значений на аналоговых выходах AIO1-8/4, AIO1-8/0.

Входы:

- addr - адрес модуля;
- phys - признак необходимости преобразования (TRUE или FALSE);
- АО [1-4]- значения выходов.

Выходы блока:

- Err – код ошибки;
- AI [1-8] - значения входов.

Фильтр низких частот fl

Используется для фильтрации высокочастотных помех, а также для динамической коррекции. Фильтр, имеющий порядок выше первого, можно получить путем последовательного включения нескольких алгоритмов FIL.

Блок ограничения OGR

Алгоритм используется для ограничения верхней и (или) нижней границы диапазона изменения сигнала.

Входы блока:

- X - вход;
- X_{max} - верхняя граница ограничения;
- X_{min} - нижняя граница ограничения.

Выходы блока:

- Y – выход;
- D_{max} - достижение верхней границы;
- D_{min} - достижение нижней границы.

Блок регулирование импульсное Imp_pid

Функциональный блок используется при построении ПИД регулятора, работающего в комплекте с исполнительным механизмом постоянной скорости. Функциональный блок, как правило применяется в сочетании с алгоритмом импульсного вывода, который преобразует выходной аналоговый сигнал, сформированный регулятором в последовательность импульсов, управляющих исполнительным механизмом. Входы-выходы представлены на рисунке 19.

Номер	Тип	Обозначение	Вх-Вых	Назначение
01	REAL	Xzdn	Вход	Немасштабируемый вход (каскадный)
02	BOO	Csb		Включение статической балансировки
03	BOO	Cdb		Включение динамической балансировки
04	REAL	Vdb		Скорость динамической балансировки
05	REAL	Xin		Масштабируемый вход
06	REAL	Xdlr		Зона нечувствительности
07	REAL	Kp		Коэффициент пропорциональности
08	REAL	Ti		Постоянная времени интегрирования
09	REAL	Kd		Коэффициент времени дифференцирования
10	REAL	Tm		Время полного хода исполнительного механизма
11	BOO	Cruch		Включение ручного режима
01	REAL	Yout	Выход	Основной выход алгоритма
02	REAL	Yeps		Сигнал рассогласования
03	REAL	Yzdn		Выход текущего задания

Рисунок 19 – Входы-выходы алгоритма функционального блока импульсного регулятора.

Блок Impout - Импульсный вывод.

Он применяется в тех случаях, когда контроллер должен управлять исполнительным механизмом постоянной скорости. Преобразует сигнал сформированный контроллером в последовательность импульсов и выдает импульсные сигналы на выходы Db и Dm.

Входы блока:

- X – входные сигналы;
- Tmin – минимальная длительность импульса;
- Tlb – длительность импульса в направление больше;
- Tlm – длительность импульса в направление меньше.

Выходы блока:

- Db – сигнал больше;
- Dm – сигнал меньше.

Алгоритмы дискретного ввода crDin16

Данный алгоритм предназначен для чтения значений на дискретных входах модулей. Цифра в обозначении алгоритма означает количество входных каналов.

Вход:

- addr – адрес модуля.

Выходы:

- err – код ошибки;
- D1-D16 – значения входных каналов модуля.

Алгоритмы дискретного вывода crDout16

Алгоритм предназначен для установки значений на дискретных выходах модулей. Цифра в обозначении алгоритма означает количество выходных каналов.

Вход:

- addr – адрес модуля;
- D1-D16 – значения входных каналов модуля.

Выходы:

- err – код ошибки;

После того как программа написана необходимо ее проверить на ошибки, затем произвести настройки компилятор и установить связь ПК с БЦП. После окончания всех настроек, создадим код приложения для загрузки в контроллер.

Теперь, когда программа регулирования готова к загрузке в контроллер. Необходимо запустить отладчик, загрузка готового приложения осуществляется кнопкой . Откроем проект и проверим его работоспособность (рисунок 20).

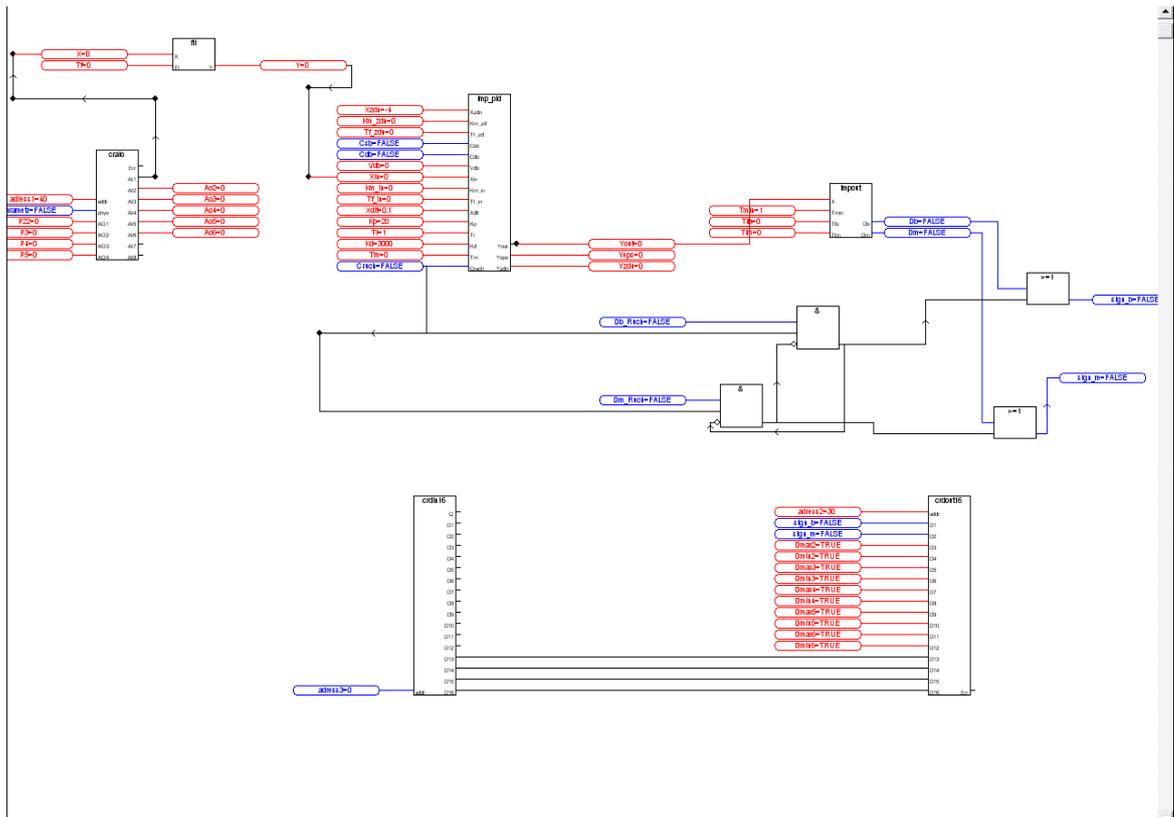


Рисунок 19 – Программа в режиме работы

5.2 Методика разработки программ визуализации процессов контроля, регулирования и сигнализации

Программа верхнего уровня составлена на базе программного пакета MasterSCADA. Переменные SCADA-системы ссылаются на переменные ISaGRAF, связь осуществляется через OPC сервер, предназначенный для сопряжения ISaGRAF и MasterScada. Поэтому перед началом создания программы визуализации необходимо настроить и запустить OPC-сервер.

Запускаем MasterScada и в открывшемся окне вводим имя проекта. Далее в дереве объекта создаем объект, которые позже будут основными мнемосхемами (давление, расход нефти, влажность и температура). На рисунке 20 представлено-дерево системы и дерево объекта.

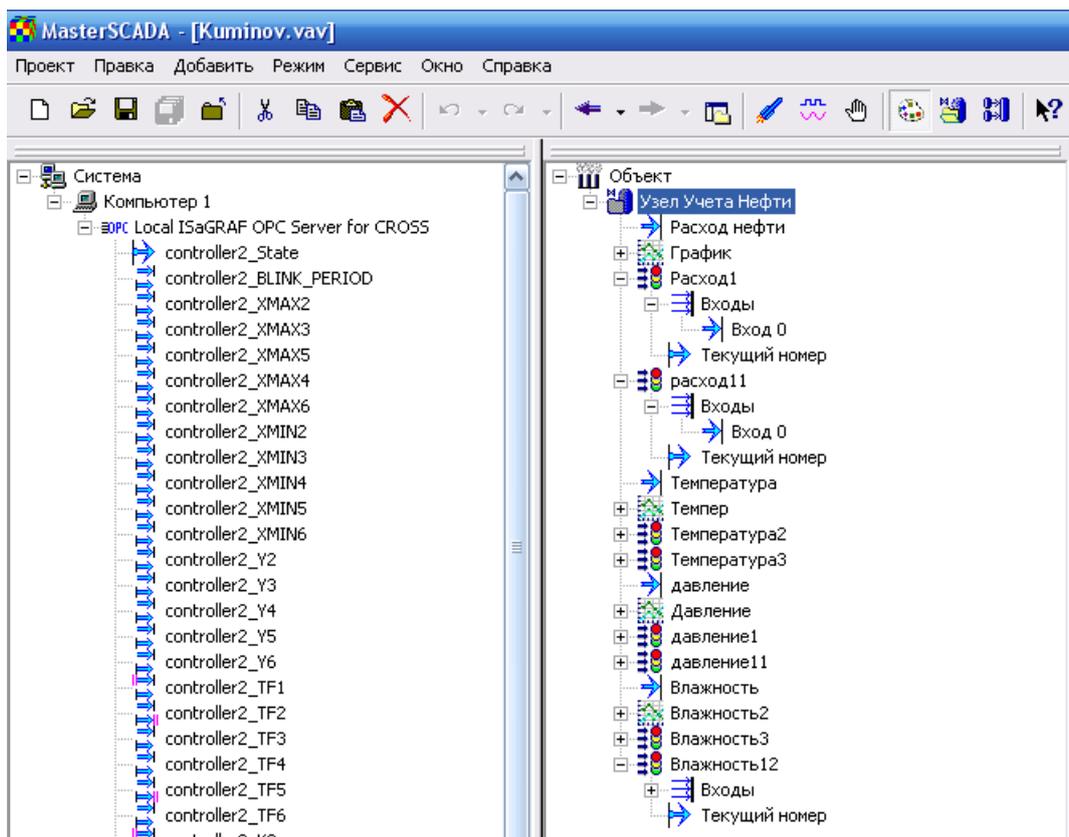


Рисунок 20-Дерево объекта.

Мнемосхема узла учета газа, должна иметь средства контроля сигнализация по давлению, температуре, влажности, расходу нефти. Поэтому, на мнемосхеме размещены индикаторы с контролируемыми и регулируемыми параметрами. Мнемосхема представлена на рисунке 21.

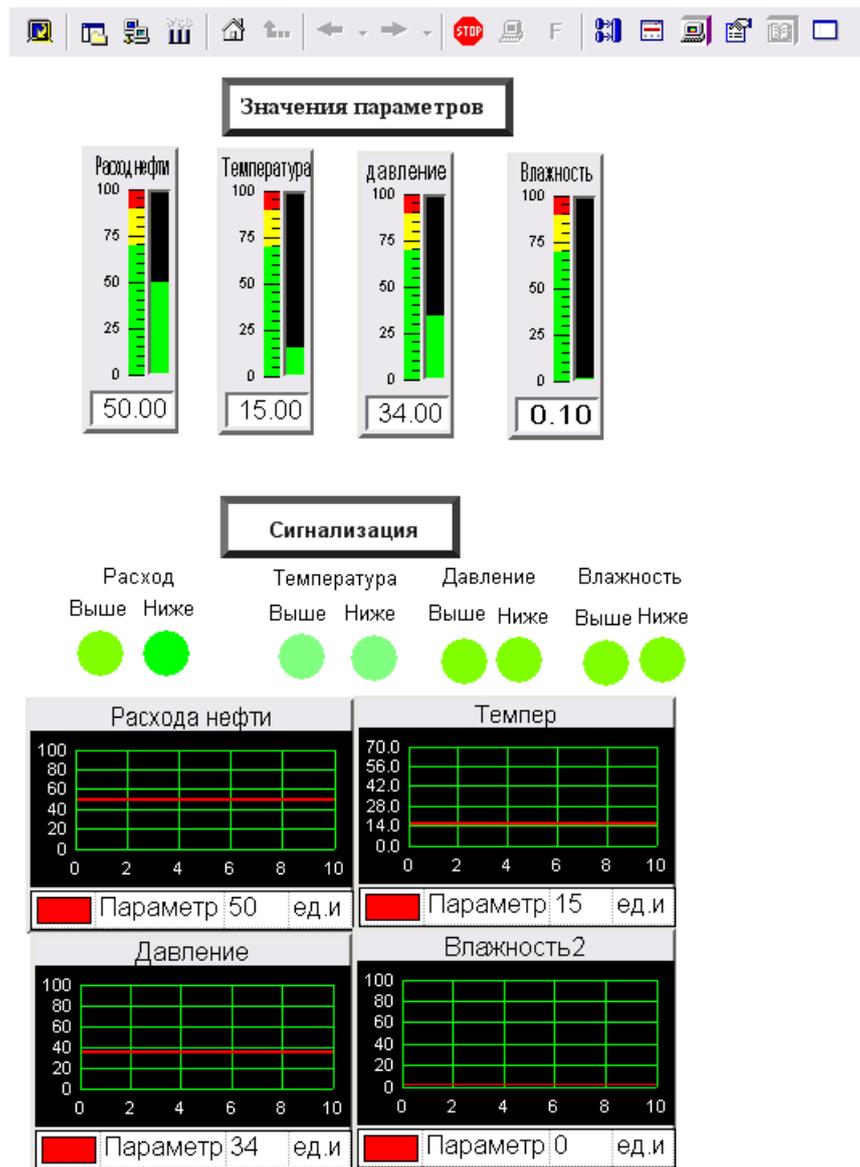


Рисунок 21 –Мнемосхема системы

На мнемосхеме в виде шкальных индикаторов представлены средства контроля, а в виде цветowych индикаторов представлены средства сигнализации.

Для основных параметров использованы графические формы отображения информации. С помощью трендов осуществляется регистрация и архивирование основных параметров.

6. Оценка аппаратной надежности системы узла учета нефти

В ходе выполнения проекта необходимо оценить аппаратную надежность АСУ ТП узла учета нефти. Перечень элементов АСУ ТП приведен в таблице 6. Согласно требованиям, установленным в ТЗ, среднее время наработки на отказ АСУ ТП должно быть не менее 3000 часов.

Согласно требованиям, указанным в техническом задании, проектируемая система относится к ремонтируемым восстанавливаемым в процессе эксплуатации объектам, для которых допустимы временные перерывы в работе.

Расчет и определение параметров надежности системы будем проводить для аппаратной части информационно – управляющей системы. Расчет надежности заключается в определении показателей надежности по известным характеристикам надежности соответствующих элементов конструкции и компонентов схемы [16].

Для рассматриваемой системы определим основные количественные показатели надежности:

- вероятность безотказной работы $p(t)$;
- интенсивность отказов λ_i ;
- средняя наработка до отказа T_{cp} ;
- коэффициент готовности кг.

Определение численных значений перечисленных показателей надежности приведено ниже.

6.1 Расчет и анализ показателей безотказности

Система спроектирована на высоконадежных элементах, имеющих интенсивность отказов порядка 10^{-5} . Поэтому в модели надежности можно использовать пуассоновский поток. Отсюда следует, что распределение

времени наработки до отказа подчиняется экспоненциальному закону и будет определяться по формуле (1):

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (1)$$

где λ – интенсивность отказов элементов системы.

В технической литературе для большинства элементов, в качестве показателя надежности, приводится среднее время наработки на отказ. Поэтому для определения интенсивности отказов элементов системы $\lambda_i(t)$ применяется формула (2):

$$\lambda_i = \frac{1}{T_i}, \quad (2)$$

где T_i – время наработки на отказ i -го элемента, ч.

Перечень элементов и их интенсивность отказа представлены в таблице 16. Время наработки на отказ элементов системы берется из технических характеристик элементов, источники которых приведены в списке использованной литературы [8], [9], [10], [17], [18].

Таблица 16 – Перечень элементов, входящих в аппаратную часть, с указанием интенсивностей отказов

Обозн.	Наименование	Кол-во	$T_i \cdot 10^5$, ч	$\lambda_i \cdot 10^{-5}$, ч ⁻¹	$\lambda_{i\Sigma} \cdot 10^{-5}$, ч ⁻¹
TE	Термопреобразователь ТП Элемер-1108	1	0,35	2,8571	2,85 71
PT	Датчик избыточного давления Элемер-Аир10	4	0,5	2	8
QE	СГОЭС-11М	1	1	1	1
FQT	расходомер Эмисс-Масс 260	2	1	1	-
MT	ВСН-2ПП	1	0,25	4	4
AI	Модуль аналоговых входов	3	2	0,5	1,5

	8×4...20mA серии Кросс-500				
DI/O	Модуль дискретных входов/выходов 16/8×24VDC	3	2	0,5	1,5
PC	АРМ (компьютер)	1	2,4	0,4167	0,41 67
Switch	RS-232/422/485 Ethernet NPort 5650-4	1	1,75	0,5714	0,57 14
ХТ	Клеммные соединения	128	20	0,05	6,4

Также, согласно технологической схеме, мы имеем резервируемые линии для измерения расхода нефти. Они могут работать как последовательно, тем самым позволяя определить правильность их показаний, так и по очередности. В связи с тем, что в основном работает одна из линий, а соответственно только один расходомер находится в работе, можно считать данный вид резервирования ненагруженным.

Отказ любого из оставшихся незарезервированных элементов приведет к нарушению работоспособности системы. В данном случае, в структурной схеме надежности, применяется последовательное соединение элементов.

С учетом вышесказанного, структурная схема надежности будет иметь вид, представленный на рисунке 23.

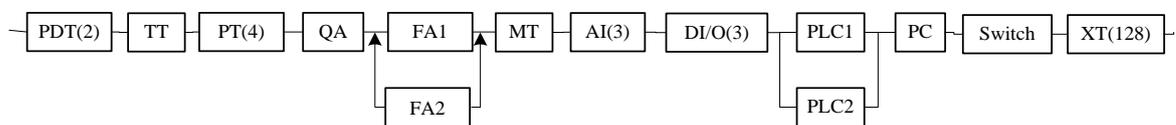


Рисунок 23 – Структурная схема надежности аппаратной части системы

Для последовательного соединения вероятность отказа системы равна произведению вероятностей отказа элементов. Функция надежности определяется формулой (3):

$$P_0(t) = \prod_{i=1}^k P_i(t), \quad (3)$$

где, $P_i(t)$ - функция надежности i -го элемента.

В случае нагруженного резервирования, при котором основные и резервные элементы находятся в одинаковых рабочих условиях (резервирование контроллера), вероятность безотказной работы системы определяется по формуле (4):

$$P_0(t) = 1 - \prod_{i=1}^k [1 - P_i(t)], \quad (4)$$

или для контроллеров: $P_{PLC}(t) = P_{PLC1}(t) + P_{PLC2}(t) - P_{PLC1}(t) \cdot P_{PLC2}(t)$.

Формула (5) для ненагруженного резервирования (дублирование):

$$P_0(t) = (1 + \lambda \cdot t) e^{-\lambda t}, \quad (5)$$

или для расходомеров: $P_{FA}(t) = (1 + \lambda_{FA} \cdot t) e^{-\lambda_{FA} t}$.

Вероятность безотказной работы всей системы в соответствии со структурной схемой надежности определяется по формуле (6):

$$P_0(t) = \prod_{i=1}^K P_i(t) \cdot P_{PLC}(t) \cdot P_{FA}(t), \quad (6)$$

Результаты вычислений показаны на графиках, изображенных на рисунках 24,25.

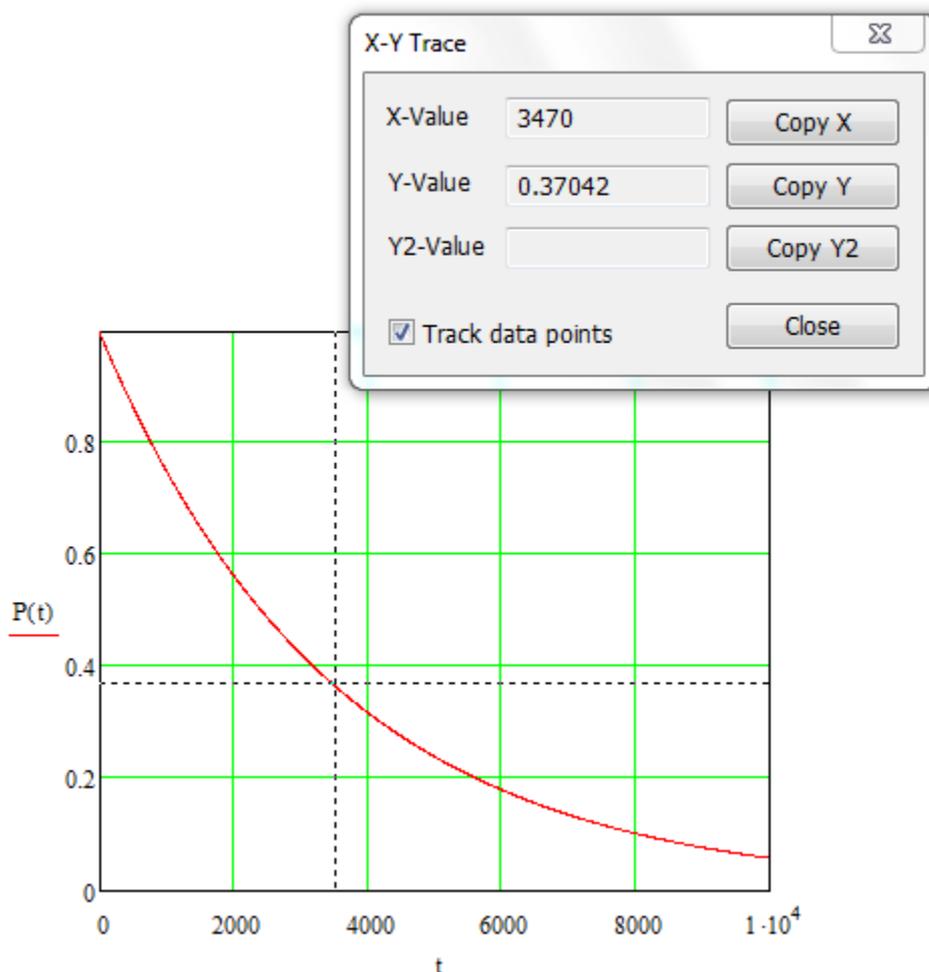


Рисунок 24–Результаты вычислений

Из рисунка 24 видно, что среднее время наработки на отказ $T_{ср}=3470$ ч. (не менее), что удовлетворяет заданным требованиям по надежности [14]. Таким образом, проектируемая система является высоконадежной, т.к. $T_{ср} > 3470$ часов.

По графику (Рисунок 25) определим время надежного функционирования системы $T_{раб}$. Это время можно определить временем, когда вероятность безотказной работы системы равна 90%.

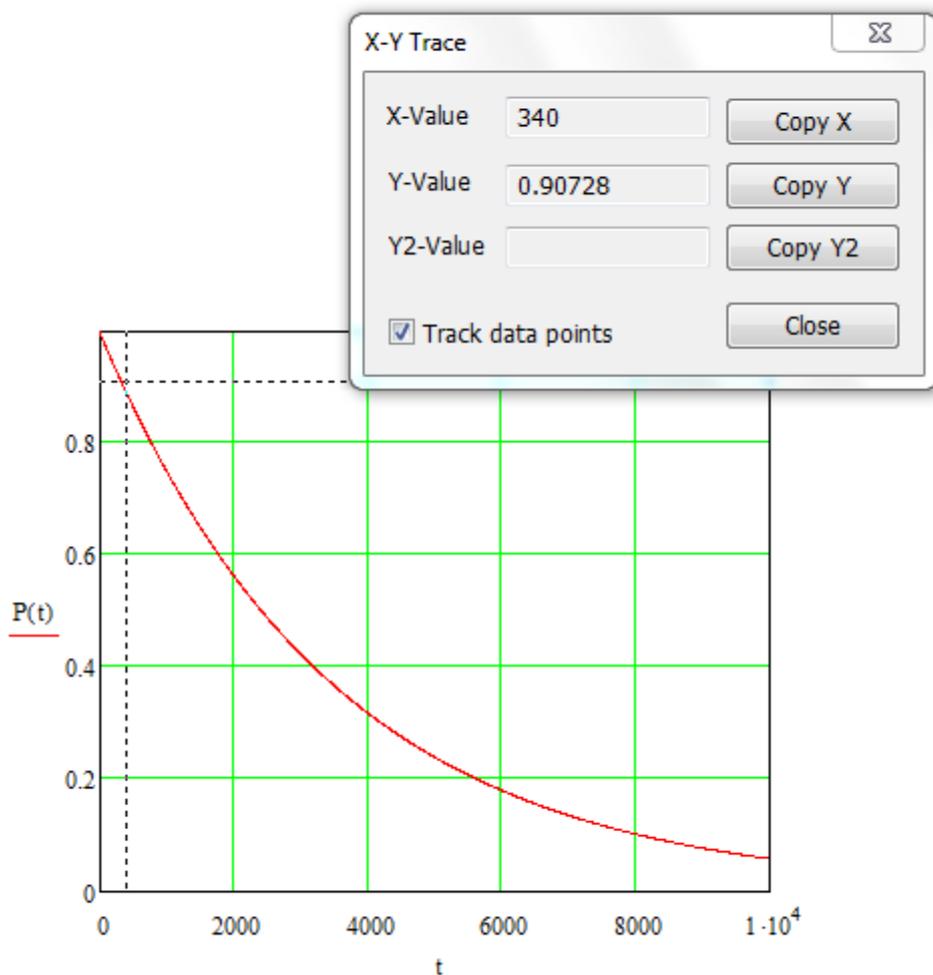


Рисунок 25–надежность функционирования системы

Таким образом, $T_{раб}=340$ час.

7. Расчет и анализ коэффициента готовности

Одним из важнейших показателей надежности, согласно [14], характеризующих надежность восстанавливаемых систем, является коэффициент готовности K_r , который находится по формуле (8):

$$K_r = \frac{T_{cp}}{T_{cp} + T_B}, \quad (8)$$

Где, T_{cp} – среднее время наработки на отказ, ч;

T_B – время восстановления после отказа, ч.

Согласно вычислениям, приведенным выше, среднее время наработки до отказа составляет $T_{sr}=3470$ часов. Временем восстановления информационно-управляющей системы АСУ ТП является время замены отказавшего устройства, на которое, согласно тз, потребуется не более 1 часа.

Таким образом, зная все необходимые данные, определим коэффициент готовности системы по формуле (8):

$$K_2 = \frac{3470}{3470 + 1} = 0,9997$$

Полученное значение коэффициента готовности позволяет сделать вывод о высокой надежности информационно-управляющей системы АСУ ТП.

Выводы о проделанной работе

Была поставлена задача оценить аппаратную надежность АСУ ТП узла учета нефти. В результате проведенного расчета было сделано заключение, что система удовлетворяет поставленным задачам.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающийся

Группа		ФИО	
3-8Т81		Куминов Роман Геннадьевич	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и роботизации
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Тема ВКР:

Система управления узлом учета нефти на Стрежевском нефтеперерабатывающем заводе	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	– Оклад инженера – 19248 руб. в месяц; – Оклад руководителя проекта – 24003 руб. в месяц; – Транспортно-заготовительные расходы 15 %.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	– Накладные расходы 16%; – Районный коэффициент 1,5
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	– Единый социальный налог – 30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Расчет инновационного потенциала НТИ	– Технология QuaD; – SWOT-анализ;
2. Планирование научно-исследовательских работ	– Структура работ в рамках научного исследования; – Определение трудоемкости выполнения работ. – Разработка графика проведения научного исследования
3. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	– Расчет материальных затрат; – Расчет основной и дополнительной заработной платы; – Расчет отчислений во внебюджетные фонды;
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Матрица SWOT. 2. Диаграмма Ганта.	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.03.2023

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению обучающийся: ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Куминов Роман Геннадьевич		

8. Технико-экономическое обоснование

8.1 Организация и планирование работ

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – научный руководитель (НР) и инженер-программист (ИП). Руководитель формулирует цель проекта, предъявляемые к нему требования, осуществляет контроль над его практической реализацией для соответствия требованиям и участвует в стадии разработки документации и рабочих чертежей. Инженер непосредственно осуществляет разработку проекта.

8.1.1 Планирование выполнения работ

Из таблицы 17 можно увидеть планирование работы.

Таблица 17 – Планирование выполнения работ

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	5
Выполнена программная реализация	6
Получены результаты	7
Проведен анализ результатов	8
Выполнена апробация инструментального средства	9
Составлены документы о проделанной работе	10

Составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 18.

Таблица 18 – Продолжительность выполнения работ

	Этапы работы	Продолжительность, дни	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Постановка задачи	2	НР	НР – 100%
2	Анализ условий автоматизации (цель, назначение, область использования)	10	НР, ИП	НР – 20% ИП -100%
3	Анализ технических требований к автоматизированному объекту	10	НР, ИП	НР-30% ИП-100%
4	Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	6	НР	НР-100%
5	Изучение литературы	15	ИП	ИП-100%
6	Разработка структурных схем	3	ИП	ИП-100%
7	Разработка функциональной схемы	10	ИП	ИП-100%
8	Выбор технических средств для автоматизации	6	НР, ИП	НР-20% ИП-100%
9	Типовые монтажные чертежи и конструктивные решения	4	НР, ИП	НР-30% ИП-100%
10	Составление отчетной документации, текстовых материалов проекта	15	ИП	ИП-100%
11	Сдача проекта	1	ИП	ИП-100%

На основе таблицы 18 построим диаграмму занятости (рисунок 26)

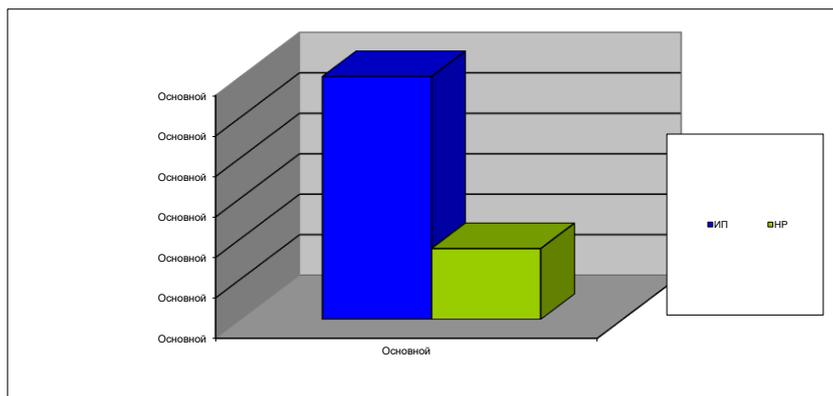


Рисунок 26 – Диаграмма выполнения работ

Для расчета продолжительности выполнения работ будем использовать вероятностный метод – метод двух оценок t_{\min} и t_{\max} .

$$t_{ож} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}, \quad (1)$$

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

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

Для выполнения перечисленных работ потребуются следующие специалисты:

- инженер-проектировщик (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:

$$T_{кд} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{д}, \quad (2)$$

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

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

K_D – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_D = 1.2$).

$$T_{KD} = T_{PD} \cdot T_K$$

где T_K – коэффициент календарности.

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (4)$$

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

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

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

$$T_K = \frac{366}{366 - 104 - 12} = 1,464 \quad (5)$$

Этап	Исполнитель и	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел - дни			
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	Трд		Ткд	
					НР	ИП	НР	ИП
Постановка задачи	НР	1	2	1,4	1,68	-	2,5	-
Анализ условий автоматизации (цель, назначение, область использования)	НР, ИП	5	10	7	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	-
Проведение консультаций	НР, ИП	9	12	10,2	9,18	3,06	13,4	4,5
Изучение литературы	ИП	9	13	10,6	-	12,72	-	18,6
Разработка структурных схем	ИП	2	5	3,2	-	3,84	-	5,6
Разработка функциональной схемы	ИП	15	20	17	-	20,4	-	30
Выбор технических средств для автоматизации	НР, ИП	3	6	4,2	1,68	5,04	2,5	7,4
Типовые монтажные чертежи и конструктивные решения	НР, ИП	3	6	4,2	1,68	5,04	2,5	7,4
Составление отчетной документации, текстовых материалов проекта	ИП	10	15	12	-	14,4	-	21
Сдача проекта	ИП	1	2	1,4	-	1,68	-	2,5
Итого:				80,4	22	78,72	32	109

8.1.2 Расчет нарастания технической готовности работ

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

$$H_i = \frac{t_H}{t_O} \cdot 100\% \quad (1)$$

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

t_O – общая трудоемкость, которая вычисляется по формуле

$$t_O = \sum_{i=1}^n t_{OЖi} \quad (2)$$

Для определения удельного веса каждого этапа воспользуемся формулой

$$I_i = \frac{t_{OЖi}}{t_O} \cdot 100\% \quad (3)$$

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

t_O – общая, трудоемкость, чел/дн.

Этапы	Т _{кд} , дни		Г _i , %	У _{Вi} , %	Март			Апрель			Май			Июнь		
	НР	ИП			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Постановка задачи	2,5		1,8	1,8	■											
Анализ условий автоматизации (цель, назначение, область использования)	3,1	9,2	10,5	8,7	■	■										
Анализ технических требований к автоматизированному объекту	2,6	7,9	17,8	7,4	■	■										
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	5,6		21,9	3,9		■	■									
Проведение консультаций	13,4	4,5	34,6	12,7			■	■								
Изучение литературы		18,6	47,8	13,2			■	■	■							
Разработка структурных схем		5,6	51,8	3,9				■								
Разработка функциональной схемы		30	73	21,3				■	■	■						
Выбор технических средств для автоматизации	2,5	4,9	78,3	5,2							■	■				
Типовые монтажные чертежи и конструктивные решения	2,5	4,9	83,5	5,2							■	■	■			
Составление отчетной документации, текстовых материалов проекта		21	98,4	14,9								■	■	■	■	
Сдача проекта		2,5	100	1,8											■	

Рисунок 26 –Линейный график

НР



ИП

8.2 Расчет сметы затрат на создание АСУ ТП

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.

8.2.1 Расчет затрат на материалы

Отражает стоимость материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов (1% от стоимости материалов), используемых при разработке проекта АСУ ТП. Представлены в таблице 18.

Таблица 18 Расходные материалы

Наименование материалов	Цена ед., (руб.)	Количество	Сумма, (руб.)
Флеш-карта 4 GB	450	1 шт.	450
Бумага формата А4	175	1 пач.	175
Картридж для принтера	250	1 шт.	250
Ручка шариковая	30	1 шт.	30
Карандаш	15	1 шт.	15
Итого			920

Согласно таблице 18 расход на материалы составляет:

$$C_{\text{мат}}=450+175+250+30+15 =920 \text{ руб.}$$

8.2.2. Расчет 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 8970 руб., инженера – 7800 руб.

Средняя заработная плата рассчитывается следующим образом:

– Дневная з/плата = Месячный оклад/ 20,83 день,

Соответственно дневной оклад руководителя равен 240,03 руб., а инженера-программиста – 144,02 руб.

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 19. 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 3. Коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям $K_{\text{пр}}=40\%$, районный коэффициент $K_{\text{рк}}=30\%$ ($K = K_{\text{пр}} + K_{\text{рк}} = 1 + 0,4 + 0,3 = 1,7$);

Таблица 19. Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Оклад	Среднедневная ставка, руб/день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/пл, руб.
Руководитель	8970	240,03	22	1,7	8977,1
Инженер	7800	144,02	78	1,7	19097
Итого					28074,1

Основная заработная плата будет равна 28074,1 руб.

8.2.3 Расчет отчислений от заработной платы

Отчисления от заработной платы определяются по следующей формуле:

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

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

- отчисления в пенсионный фонд;
- на социальное страхование;
- на медицинское страхование,

и составляет 30% от затрат на заработную плату.

$$C_{\text{соцф}} = 0,30 * 28074,1 = 8422,2 \text{ руб.}$$

8.2.4. 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:

$$Э_{\text{об}} = P_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}} \cdot t_{\text{об}}, \quad (1)$$

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

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

$Ц_{\text{э}}$ – тарифная цена за 1кВт·час, $Ц_{\text{э}} = 1,8$ руб.;

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

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{уст. об}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (2)$$

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

$P_{\text{уст. об}}$ – 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 20.

Таблица 20. Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования, час, $t_{об}$	Потребляемая мощность, $P_{об}$ кВт	Затраты, $\text{Э}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	600	0,300	178,2
Струйный принтер	99	0,1	9,8
Итого			188

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

$$\text{Э}_{ос} = P_{об} \cdot C_{э} \cdot t_{об}, \quad (3)$$

где $\text{Э}_{ос}$ – 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:

$$P_{ос} = P_{уст. ос} \cdot K_c \cdot N_{св}, \quad (4)$$

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, $N_{св} = 4$ шт.;

$$P_{ос} = 0,08 \cdot 0,9 \cdot 4 = 0,288 \text{ кВт}, \quad (5)$$

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

$$t_{oc} = t_{сут} \cdot T, \quad (6)$$

где t_{oc} - время работы освещения, час;

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

T – время, затраченное на проведение работ, $T = 75$ дней.

$$t_{oc} = 6 \cdot 75 = 450 \text{ час.} \quad (7)$$

Общие затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{об} + \mathcal{E}_{ос}, \quad (8)$$

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.

$$\mathcal{E}_{ос} = 0,14 \cdot 1,8 \cdot 450 = 113,4 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = 188 + 113,4 = 301,4 \text{ руб.}$$

8.2.5 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:

$$C_{ам} = \frac{N_A \cdot C_{об} \cdot t_{рм} \cdot n}{F_D}, \quad (1)$$

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

$C_{об}$ - цена оборудования, $C_{об} = 35000$ руб.;

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

$t_{рм}$ - время работы ВТ при создании программного продукта, $t_{рм} = 600$ часов.

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

$$C_{ам} = (0,25 \cdot 35\,000 \cdot 600) \cdot 1 / 1993 = 2634,2 \text{ рублей}$$

9.2.6. Расчет прочих расходов

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

Прочие расходы составляют 5-20% от единовременных затрат на выполнение программного продукта и проводятся по формуле:

$$C_{\text{пр}} = (C_{\text{з/п}} + C_{\text{мат}} + C_{\text{соцф}} + \text{Э} + C_{\text{сам}}) * 0,05$$

$$C_{\text{пр}} = (28074,1 + 920 + 8422,2 + 301,4 + 2634,2) * 0,05 = 2017,6 \text{ руб.}$$

8.2.7. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет сметы приведенной в таблице 21, затрат на разработку, можно определить общую стоимость разработки проекта АСУ ТП.

Таблица 21 – Смета затрат на разработку проекта.

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	Смат	920
Основная заработная плата	Сз/п	28074,1
Отчисления в социальные фонды	Ссоцф	8422,2
Расходы на электроэнергию	Э	301,4
Амортизационные отчисления	Сам	2634,2
Работы, выполняемые сторонними организациями	Сстор	—
Прочие расходы	Спроч	1958,9
Итого		42310,8

Таким образом, расходы на данную разработку состоят из **42310,8** рублей.

8.3 Оценка экономической эффективности разработки

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.

На основе оценок новизны результатов, их ценности, масштабам реализации определяется показатель научно-технического уровня по формуле

$$H_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot P_i, \quad (1)$$

где K_i - весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

P_i - количественная оценка i -го признака научно-технического уровня работы.

Коэффициент K_i и оценка P_i выбираются из таблиц 21 – 25, приведенных ниже.

Таблица 21 – Признаки научно-технического эффекта

Признак научно-технического эффекта НИР(i)	Примерные значения весового коэффициента (K_i)
Уровень новизны	0,8
Теоретический уровень	0,6

Количественная оценка уровня новизны НИР определяется на основе значения баллов по таблице 22.

Таблица 22 – Количественная оценка уровня новизны НИР

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники	8 - 10
Новая	По-новому или впервые объяснены известные факты, закономерности	5 - 7
Относительно новая	Результаты исследований систематизируют и обобщают имеющиеся сведения,	2 - 4

	определяют пути дальнейших исследований	
Традиционная	Работа выполнена по традиционной методике, результаты которой носят информационный характер	1
Не обладающая новизной	Получен результат, который ранее был известен	0

Теоретический уровень полученных результатов НИР определяется на основе значения баллов, приведенных в таблице 23.

Таблица 23 – Количественная оценка теоретического уровня НИР

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установление закона, разработка новой теории.	10
Глубокая разработка проблемы: многоаспектный анализ связей, взаимозависимости между фактами с наличием объяснения	8
Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	6
Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии или практических рекомендаций частного характера	2
Описание отдельных элементарных фактов (вещей, свойств и отношений); изложение опыта, наблюдений, результатов измерений	0,5

Возможность реализации научных результатов определяется на основе значения баллов по таблице 24.

Таблица 24 – Возможность реализации научных результатов

Время реализации	Баллы
------------------	-------

В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Более 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль (министерство)	4
Народное хозяйство	10

Результаты оценок признаков отображены в таблице 25.

Таблица 25 – Количественная оценка признаков НИР

Признак научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	Ki	Pi
1. Уровень новизны	По-новому или впервые объяснены известные факты, закономерности	0,8	6
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 - предприятие		2

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

$$H_m = 0,8 \cdot 6 + 0,6 \cdot 6 + 0,5 \cdot (10 + 2) = 14,4. \quad (1)$$

Таблица 26 – Оценка уровня научно-технического эффекта

Уровень научно-технического эффекта	Показатель научно-технического эффекта
Низкий	1 - 4
Средний	5 - 7

Сравнительно высокий	8 - 10
Высокий	11 - 14

В соответствии с таблицей 26, уровень научно-технического эффекта настоящей работы - высокий.

В соответствии с таблицей 16 общая стоимость модернизация автоматизации узла учета нефти составит 40450,4 руб.

Данная научно-исследовательская работа представляет интерес для ООО “Капитальный Ремонт Скважин”, разработанный проект автоматизации позволит сократить человеческие затраты на обслуживание данной УПН и повысить уровень автономности данной станции.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающийся:

Группа		ФИО	
3-8Т81		Куминов Роман Геннадьевич	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Система управления узлом учета нефти на Стрежевском нефтеперерабатывающем заводе

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования</i> является узел учета газа на ООО «Стрежевской НПЗ» <i>Область применения</i> Месторождение нефти <i>Рабочая зона:</i> операторная <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i> Узел учета нефти, влагомер, массомер, датчик температуры, датчик давления, перепад давления. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне</i> Технологический процесс представляет собой учет нефти и нефтепродуктов в автоматическом режиме; контроль технологических параметров и показателей качества нефти.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации N 197-ФЗ. (ред. от 09.03.2021); Создаваемые АСУ и ПАЗ должны отвечать требованиям: - ГОСТ 24.104-15 ЕСС АСУ «Автоматизированные Системы Управления. Общие требования»; - ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»; - ПБ 03-563-03 «Правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств»; - ПБ 12-368-00 «Правила безопасности в нефтегазовом хозяйстве»;</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и 	<p>Опасные факторы: 1. Опасность поражения электрическим током; статическое электричество Вредные факторы:</p>

опасных производственных факторов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Загрязнение воздуха вредными веществами, пылью, микроорганизмами и положительными аэроионами. 2. Несоответствие нормам параметров микроклимата. 3. Возникновение на экране монитора статистических зарядов, заставляющих частички пыли двигаться к ближайшему заземлённому предмету, часто им оказывается лицо оператора. 4. Повышенный уровень шума на рабочем месте. 5. Повышенный уровень статистического электричества при неправильно запроектированной рабочей зоне. 6. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека. 7. Широкий спектр излучения от дисплея, который включает рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных излучений других частот. 8. Повышенный уровень электромагнитных излучений. 9. Повышенный уровень ионизирующих излучений (мягкое рентгеновское, гамма-излучение). 10. Отсутствие или недостаток естественного света. 11. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 12. Повышенная яркость света. 13. Пониженная контрастность. 14. Прямая и обратная блёскость. 15. Повышенная пульсация светового потока (мерцание изображения). 16. Длительное пребывание в одном и том же положении и повторение одних и тех же движений приводит к синдрому длительных статических нагрузок. 17. Нерациональная организация рабочего места. 18. Несоответствие эргономических характеристик оборудования нормируемым величинам. 19. Умственное перенапряжение, которое обусловлено характером решаемых задач приводит к синдрому длительных психологических нагрузок. 20. Большой объем перерабатываемой информации приводит к значительным нагрузкам на органы зрения. 21. Монотонность труда. 22. Нервно-психические нагрузки. 23. Нервно-эмоциональные стрессовые нагрузки. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: каска, очки, использование защитных костюмов, спец обувь.</p>
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на селитебную зону: шум, широкий спектр излучения от дисплея, который включает рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных излучений других частот
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: риски возникновения пожара.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т81	Куминов Роман Геннадьевич		

9. Социальная ответственность

9.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Реальные производственные условия характеризуются опасными и вредными факторами. Опасные производственные факторы–факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводят к травме или другим профессиональным заболеваниям.

Вредным производственным фактором называется такой, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности. Опасные–движущиеся детали механизмов, раскаленные тела. Вредные–воздух, примеси в нем, теплота, недостаточное освещение, шум, вибрация, ионизирующее лазерное и электромагнитное излучения.

Обеспечение здоровых и безопасных условий труда возлагается на администрацию предприятия. Администрация предприятия обязана внедрять современные средства техники безопасности, обеспечивающие санитарно-гигиенические условия и предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний рабочих. Производственные здания и сооружения должны отвечать требованиям, обеспечивающим безопасные условия труда. Эти требования включают: рациональное использование территорий; правильное использование оборудования; защиту рабочих от воздействия вредных производственных факторов; содержание промышленных помещений в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями.

9.2 Производственная безопасность во время проектирования

Работа проектировщика в большей мере связана с компьютером.

На работающего на ПЭВМ постоянно или периодически действуют следующие опасные и вредные факторы:

- 1) Загрязнение воздуха вредными веществами, пылью, микроорганизмами и положительными аэроионами.

- 2) Несоответствие нормам параметров микроклимата.
- 3) Возникновение на экране монитора статистических зарядов, заставляющих частички пыли двигаться к ближайшему заземлённому предмету, часто им оказывается лицо оператора.
- 4) Повышенный уровень шума на рабочем месте.
- 5) Повышенный уровень статистического электричества при неправильно запроектированной рабочей зоне.
- 6) Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.
- 7) Широкий спектр излучения от дисплея, который включает рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных излучений других частот.
- 8) Повышенный уровень электромагнитных излучений.
- 9) Повышенный уровень ионизирующих излучений (мягкое рентгеновское, гамма-излучение).
- 10) Отсутствие или недостаток естественного света.
- 11) Недостаточная освещенность рабочей зоны.
- 12) Повышенная яркость света.
- 13) Пониженная контрастность.
- 14) Прямая и обратная блёскость.
- 15) Повышенная пульсация светового потока (мерцание изображения).
- 16) Длительное пребывание в одном и том же положении и повторение одних и тех же движений приводит к синдрому длительных статических нагрузок (СДСН).
- 17) Нерациональная организация рабочего места.
- 18) Несоответствие эргономических характеристик оборудования нормируемым величинам.

19) Умственное перенапряжение, которое обусловлено характером решаемых задач приводит к синдрому длительных психологических нагрузок (СДПН).

20) Большой объем перерабатываемой информации приводит к значительным нагрузкам на органы зрения.

21) Монотонность труда.

22) Нервно-психические нагрузки.

23) Нервно-эмоциональные стрессовые нагрузки.

24) Опасность возникновения пожара [19].

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы [22].

Остановимся подробнее на недостаточной освещенности рабочей зоны помещения, где установлены ПЭВМ, а также на влиянии повышенной яркости света, пониженной контрастности, прямой и обратной блёскости и повышенной пульсации светового потока.

При работе на ПЭВМ органы зрения пользователя выдерживают большую нагрузку с одновременным постоянным напряженным характером труда, что приводит к нарушению функционального состояния зрительного анализатора и центральной нервной системы. Нарушение функционального состояния зрительного анализатора проявляется в снижении остроты зрения, устойчивости ясного видения, аккомодации, электрической чувствительности и лабильности [19].

Особенностями восприятия информации с экрана монитора органами зрения пользователя ПЭВМ являются следующие:

– экран монитора является источником света, на который в процессе работы непосредственно обращены органы зрения пользователя, что вводит оператора в другое психофизиологическое состояние;

– привязанность внимания пользователя к экрану монитора является причиной длительности неподвижности глазных и внутриглазных мышц, что приводит к их ослаблению;

– длительная и повышенная сосредоточенность органов зрения приводит к большим нагрузкам, а следовательно, к утомлению органов зрения, способствует возникновению близорукости, головной боли и раздраженности, нервного напряжения и стресса;

– длительная привязанность внимания пользователя к экрану монитора создает дискомфортное восприятие информации, в отличие от чтения обычной печатной информации;

– экран монитора является источником падающего светового потока на органы зрения пользователя, в отличие от обычной печатной информации, которая считывается за счет отраженного светового потока;

– информация на экране монитора периодически обновляется в процессе сканирования электронного луча по поверхности экрана и при низкой частоте происходит мерцание изображения, в отличие от неизменной информации на бумаге.

Представим расчет для правильного расположения и выбора типа светильников в учебном классе Учебного центра.

Размер учебного класса 9х6х2. Минимальный размер объекта наблюдения 0,3-0,5 мм. В таблице 27 приведены нормы контроля освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении.

Таблица 27–Нормы освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении (по СНИП 23-05-95).

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение	
						Освещённость, лк	
						При комбинированного освещения	при системе общего освещения

						всего	в том числе от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Тёмный	2000	200	500
						1500	200	400
			б	Малый	Средний	1000	200	300
				Средний	Тёмный	750	200	200
			в	Малый	Светлый	750	200	300
				Средний	Средний			
				Большой	Тёмный	600	200	200
			г	Средний	Светлый	400	200	200
				Большой	«			
				«	Средний			

При выборе типа светильников следует учитывать светотехнические требования, экономические показатели, условия среды.

Для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, при умеренной влажности и запылённости используются открытые двухламповые светильники типа ОД, ОДОР, ШОД, ОДО, ООД.

Выбираем светильник ОДОР 2x40 Вт.Графоаналитическим методом определим число светильников и их расположение для системы общего освещения (равномерная освещенность в помещении).

$H=3$ м – высота помещения;

$h_n = 3$ м – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_p = 0,8$ – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_p = 3 - 0,8 = 2,2$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

$\lambda = 1,1$ интегральный критерий оптимальности расположения светильников.

Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h = 2,42 \quad L/3 = 0,80$$

На рисунке 27 представлен план оптимального расположения светильников в операторной.

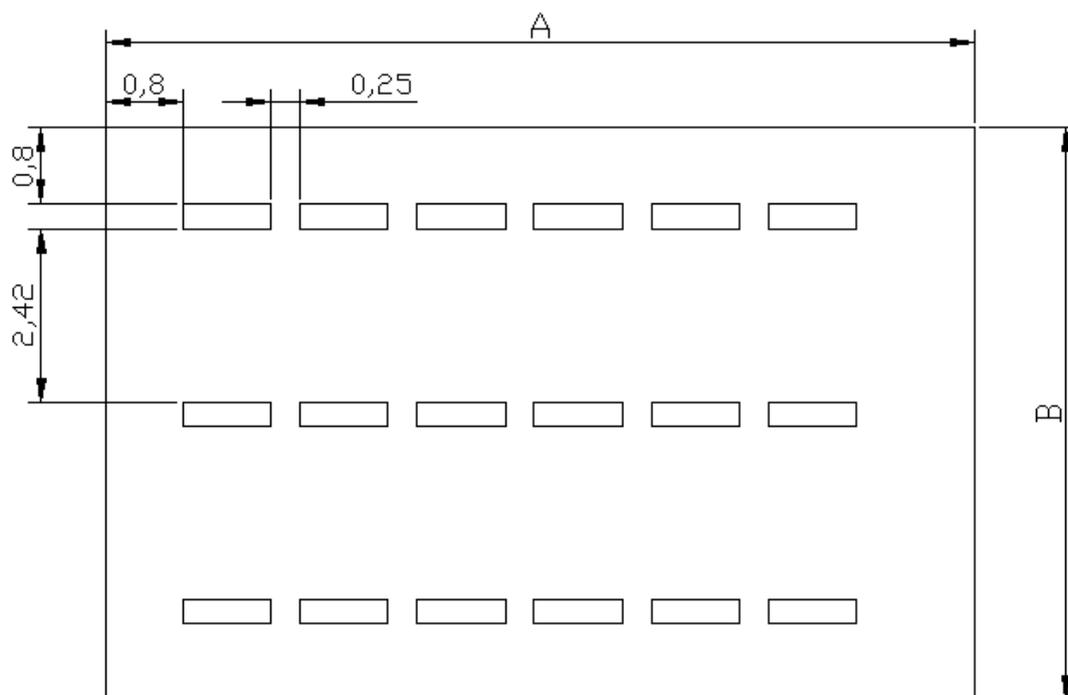


Рисунок 27 – План расположения светильников

В итоге получаем 3 ряда по 6 светильников, с промежутками между светильниками по 25 см.

Рассчитаем световой поток светильника.

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z \cdot 100 / n \cdot \eta, \quad (1)$$

где $E_n = 300$ – нормируемая минимальная освещённость (из табл. 2), лк;

$S = 6 \cdot 9 = 54$ – площадь освещаемого помещения, m^2 ;

$K_3 = 1,5$ – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма), пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср.}/E_{min.}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$n = 56$ – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока, %.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = S / h(A+B) = 1,64 \quad (2)$$

Примем $\rho_n=70\%$, $\rho_{ст}=50\%$. Тогда $\eta=50\%$

$$\Phi=300*54*1,5*1,1*100/18*50 = 2970 \text{ лм}$$

Ближайшее значение светового потока 3100. Это лампа дневного света (ЛХБ) с мощностью ламп 40Вт.

Сделаем проверку: $0,9*E_n < E_{расч} < 1,2*E_n$
 $-10\% < (\Phi_{ст}-\Phi_{расч})/\Phi_{ст} < 20\%$
 $-10\% < 0,85 < 20\%$

Исходя из неравенства, все рассчитано верно.

9.3 Разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих

К работе оператором, программистом, инженером и техником ПЭВМ, пользователем ПЭВМ и ВДТ допускаются лица прошедшие:

- обязательные при приеме на работу и ежегодные медицинские освидетельствования на предмет пригодности для работы на ПЭВМ и ВДТ в соответствии с требованиями приказа Минздрава РФ;
- вводный инструктаж по охране труда;
- обучение по электробезопасности с присвоением 1-й квалификационной группы по электробезопасности;
- инструктаж по охране труда первичный и периодический (1 раз в квартал).

На основании требований п. 10.3. Санитарных правил и норм «СанПиН 2.2..2.542-96 «Женщины со времени установления беременности и в период

кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, связанных с использованием ВДТ ПЭВМ не допускаются» [24].

Работающие с персональным компьютером обязаны:

- выполнять правила внутреннего трудового распорядка предприятия, требования настоящей инструкции и инструкции по эксплуатации, правила электро- и пожарной безопасности;
- знать принцип работы компьютера и методику правильной его эксплуатации;
- содержать рабочее место в чистоте и порядке и не допускать к работе на компьютере лиц, не имеющих соответствующих навыков;
- знать возможные вредные производственные факторы характерные для работы с компьютером;
- сообщать руководителю работ о всех неполадках в работе компьютера.

9.4 Формирование и влияние на человека микроклимата в производственных условиях

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий в рабочей зоне помещения, т.е. в пространстве до 2 метров над уровнем пола. Благоприятный состав воздуха: N₂ - 78%, O₂ - 20,9%, Ar+Ne - 0.9%, CO₂ - 0.03%, прочие газы - 0,01%.

Метеорологические условия (или микроклимат) на производстве определяются следующими параметрами: температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха, давление. Однако на здоровье человека значительное влияние оказывают перепады давления. Необходимость учета основных параметров микроклимата может быть объяснена на основе рассмотрения теплового баланса между организмом человека и окружающей средой. Величина тепловыделения Q организмом человека зависит от степени нагрузки в определенных условиях и может

колебаться от 80 Дж/с (состояние покоя) до 500 Дж/с (тяжелая работа). Нормальное тепловое самочувствие обеспечивается при соблюдении теплового баланса, в результате чего температура человека остается постоянной и равной 36°С. Эта способность человека поддерживать температуру тела постоянной при изменении параметров окружающей среды называют терморегуляцией. При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды расширяются, в результате чего происходит повышенный приток крови к поверхности тела и теплоотдача в окружающую среду возрастает. Однако при $t=35$ С окружающей среды отдача теплоты конвекцией и излучением прекращается. При понижении t окружающей среды кровеносные сосуды сужаются и приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача уменьшается.

Влажность воздуха оказывает влияние на терморегуляцию организма: высокая влажность (более чем 85%) затрудняет терморегуляцию вследствие снижения испарения пота, а слишком низкая (менее 20%) - вызывает пересыхание слизистой оболочки дыхательных путей. Оптимальная величина влажности 40-60%. Движение воздуха оказывает большое влияние на самочувствие человека. В жарком помещении оно способствует увеличению теплоотдачи организма человека и улучшает состояние при низкой температуре. В зимнее время года скорость движения воздуха не должна превышать 0,2-0,5 м/с, а летом - 0,2-1 м/с. Скорость движения воздуха может оказывать неблагоприятное воздействие на распространение вредных веществ. Требуемый состав воздуха может быть обеспечен за счет выполнения следующих мероприятий:

- 1) механизация и автоматизация производственных процессов, включая дистанционное управление. Эти мероприятия защищают от вредных веществ, теплового излучения. Повышают производительность труда;

- 2) применение технологических процессов и оборудования, исключающих образование вредных веществ. Большое значение имеет герметизация оборудования, в котором находятся вредные вещества;

- 3) защита от источников тепловых излучений;
- 4) устройства вентиляции и отопления;
- 5) применение индивидуальных средств защиты.

9.4.1 Вентиляция

Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха в заданных метеорологических условиях. По способу перемещения воздуха вентиляция бывает естественной и механической. В зависимости от того, для чего служит - приточная и вытяжная. По месту действия - местная и общеобменная. При общеобменной вентиляции загрязненный влажный воздух разбавляется свежим воздухом по всему помещению. Если помещение велико, а количество людей мало, и они сосредоточены в одном месте, то применяют местную вентиляцию в местах их сосредоточения. Для эффективной работы системы вентиляции, необходимо выполнять следующие санитарно-гигиенические требования. Количество приточного воздуха должно почти соответствовать количеству удаляемого воздуха. Разница между ними должна быть минимальна. Приточные и вытяжные системы в помещении должны быть правильно размещены, т.е. свежий воздух должен подаваться в ту часть помещения, где количество вредных веществ минимально, а удаляться с тех участков, где выделение вредных веществ максимально. Система вентиляции не должна вызывать перегрев или переохлаждение рабочих. Система вентиляции не должна создавать шум на рабочих местах. Она должна быть электро- и взрывобезопасной.

Естественная вентиляция. Воздухообмен при естественной вентиляции происходит вследствие разности температур воздуха внутри и снаружи помещения, что вызывает поступление холодного воздуха в помещение. С наветренной стороны здания создается пониженное давление, вследствие чего происходит вытяжка теплого загрязненного воздуха из помещения. С подветренной стороны здания создают избыточное давление, в результате чего свежий воздух поступает в помещение.

9.4.2 Кондиционирование воздуха

Кондиционирование воздуха - автоматическое поддержание в помещении независимо от внешних условий температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха. Кондиционирование применяется для создания необходимых санитарно-гигиенических условий. Кондиционер - вентиляционное устройство, которое с помощью приборов авторегулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды. Кондиционеры бывают центральные и местные. В центральных кондиционерах приготовление воздуха осуществляется вне обслуживаемого помещения, и подача воздуха осуществляется по воздуховоду. В местных кондиционерах приготовление воздуха происходит в обслуживаемом помещении без применения воздуховодов [29].

Очистка воздуха от вредных веществ. Для очистки воздуха от твердых и жидких примесей применяют циклоны, пылеуловители (вихревые, жалюзийные, камерные). Важным показателем работы пылеуловителей является эффективность очистки воздуха:

Т.к. борьба с пылью с помощью общеобменной вентиляции дает малый эффект, то использование местной вентиляции позволяет полностью устранить запыленность помещения.

Освещение

Для снижения нагрузки на органы зрения пользователя при работе на ПЭВМ необходимо соблюдать следующие условия зрительной работы.

При работе на ПЭВМ пользователь выполняет работу высокой точности, при минимальном размере объекта различения 0,3-0,5 мм (толщина символа на экране), разряда работы III, подразряда работы Г (экран - фон светлый, символ - объект различения - темный или наоборот).

Естественное боковое освещение должно составлять 2%, комбинированное искусственное освещение - 400 лк, при общем освещении - 200 лк,

К системам производственного освещения предъявляются следующие основные требования:

- соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой работы, достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве, отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (блескость - повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая ослепленность);

- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока.

Искусственное освещение в помещении и на рабочем месте создает хорошую видимость информации, машинописного и рукописного текста, при этом должна быть исключена отраженная блескость.

В связи с этим предусматриваются мероприятия по ограничению слепящего воздействия оконных проемов и прямое попадание солнечных лучей, а также исключение на рабочих поверхностях ярких и темных пятен. Это достигается за счет соответствующей ориентации оконных проемов и рационального размещения рабочих мест.

Площадь оконных проемов должна составлять не менее 25% площади пола. В помещении рекомендуется комбинированная система освещения с использованием люминесцентных ламп. Для проектирования местного освещения рекомендуются люминесцентные лампы, светильники которых установлены на столе или его вертикальной панели.

Светильники местного освещения должны иметь приспособления для ориентации в разных направлениях, устройства для регулирования яркости и защитные решетки от ослепления и отраженного света.

Для создания равномерной освещенности рабочих мест при общем освещении светильники с люминесцентными лампами встраиваются непосредственно в потолок помещения и располагаются в равномерно-

прямоугольном порядке. Наиболее желательное расположение светильников в непрерывный сплошной ряд вдоль длинной стороны помещения [21].

9.5 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.

К серьезным факторам нанесения вреда здоровью человека относится повышение фона электромагнитного излучения от многочисленных электротехнических устройств, повышение звукового фона в среде (инфра- и ультразвуки, слышимый шум), а также повышение радиоактивного фона. Электромагнитный и радиоактивный фоны непосредственно связаны с ЭВМ.

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.

Автоматизация работ в различных отраслях позволяет повысить надежность, что достигается путем внедрения современных технологий автоматизации технологических процессов.

Постоянное развитие компьютерной техники ведет к возникновению все новых и новых экологических проблем, решение которых становится важнейшей задачей человечества. Защита окружающей среды — это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества [26].

9.6 Пожарная и взрывная безопасность

Основы защиты от пожаров определены ГОСТом "Пожарная безопасность" и "Взрывобезопасность". Этими стандартами допускается такая частота возникновения пожаров и взрывов, что вероятность их возникновения $<10^{-6}$. Мероприятия по пожарной профилактике подразделяются на организационные, технические и эксплуатационные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию машин, правильное содержание зданий и противопожарный инструктаж рабочих и служащих.

К техническим мероприятиям относятся соблюдение противопожарных норм, правил при проектировании зданий, при устройстве электропроводки, отопления, вентиляции и освещения.

Мероприятия режимного характера - запрещение курения в неустановленных местах, производство сварных и огнеопасных работ в пожароопасных помещениях.

Эксплуатационные мероприятия - профилактические осмотры, ремонт и испытания технологического оборудования.

Огнетушащие вещества и аппараты пожаротушения. В практике тушения пожаров наибольшее распространение получили следующие принципы прекращения горения:

- 1) изоляция очага горения путем разбавления негорючими газами до концентрации, при которой горение затухает;
- 2) охлаждение очага горения;

- 3) интенсивное торможение скорости химической реакции в пламени;
- 4) механический срыв пламени в результате воздействия на него сильной струи газа или воды;
- 5) создание условий огнепреграждения, при которых пламя не распространяется через узкие каналы.

При воздействии на очаг пожара воды происходит охлаждение или разбавление горючей среды, в результате чего снижается содержание O_2 . Однако, вода находит ограниченное применение при тушении нефтепродуктов, т.к. они всплывают на поверхность и продолжают гореть. Тогда эффект тушения водой может быть повышен за счет подачи ее в распыленном виде. Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии в большинстве зданий в водопроводной сети устанавливаются внутренние пожарные краны.

Кроме воды при тушении пожаров может быть использован углекислый газ. Обычно он находится в баллонах в сжиженном состоянии и применяется для тушения в снегообразном состоянии в виде хлопьев с температурой $-70^{\circ}C$, а также в газообразном состоянии (для тушения пожаров в закрытых помещениях). В снегообразном состоянии - для тушения в небольшой зоне горения. Концентрация газа (CO_2) в закрытом помещении 30%. Азот применяется для тушения пожаров в закрытых помещениях в тех же концентрациях что и CO_2 . Огнегасительное действие CO_2 и N сводится к понижению концентрации O_2 в зоне горения.

Для тушения пожаров широко используется огнегасительная пена. При тушении пена покрывает горящее вещество, изолирует его от окружающей среды, препятствует проникновению горючих веществ в зону горения. В процессе разрушения пены образуется жидкая пленка, смазывающая горящее вещество. При взаимодействии серной кислоты и растворов ее солей с угольной кислотой в результате реакции выделяется C_2O_2 . С помощью пенообразователя получают устойчивую химическую пену способную прилипать и удерживаться на горящем веществе.

Порошковые огнегасительные составы применяются для тушения небольших количеств горючих веществ, а также при тушении веществ, при тушении которых нельзя применить другие вещества. При этом выделение тепла прекращается. Сухой и чистый рассеянный песок тушит рассеянные газы.

Для тушения пожаров применяют огнетушители, переносные установки. К ручным огнетушителям относятся пенные, углекислотные, углекислотно-бромэтиловые и порошковые. Пенные огнетушители используются для тушения пожара и обладают следующими достоинствами: простотой, легкостью, быстротой приведения огнетушителя в действие и выбрасыванием жидкости в виде струи. На предприятиях используются пенные огнетушители ОХП10. Продолжительность действия - 65 секунд, дальность - 8 метров, масса - 15 кг. Огнетушитель приводится в действие поворотом рукоятки вверх до отказа. При этом открывается пробка колбы, затем огнетушитель поворачивается головкой вниз, в результате чего кислота выливается в баллон и происходит химическая реакция. Образующийся при этом CO_2 вызывает вспенивание жидкости, создает в баллоне давление 1000 кПа и выбрасывает жидкость в виде струи пены из баллона.

Используются стандартные передвижные пеногенераторы, которые позволяют непрерывно получать химическую пену. Пеногенератор типа ПГМ-50 применяют для тушения легковоспламеняющейся и горючей жидкости. Ручные огнетушители высокократной пены типа ОВП-5 заряжают 5-и % раствором пенообразователя. При работе огнетушителя сжатая двуокись углерода выбрасывает раствор пенообразователя через насадку, образуя струю высокократной пены. Химические пенные и воздушнопенные огнетушители нельзя применять для тушения пожаров на электроустановках, находящихся под напряжением. В этом случае используют углекислотные огнетушители. К ним относятся огнетушители ОУ-2 и ОУ-5

Углекислотнобромэтиловый огнетушитель ОУБ-7 используется для тушения горящих твердых и жидких веществ, для тушения электроустановок

под напряжением. Он состоит из баллона емкостью 7 л, заполненной бромистым этилом и двуокисью углерода, а также сжатым воздухом для выбрасывания вещества.

Порошковый огнетушитель предназначен для тушения небольших очагов загорания щелочных металлов и кремнеорганических соединений.

Пожарная сигнализация. Возможность быстрой ликвидации пожара зависит от своевременного оповещения о пожаре. Распространенным средством оповещения является телефонная связь. Также быстрым и надежным видом пожарной связи является электрическая система, которая состоит из 4 частей: прибора-извещателя (датчиков), которые устанавливаются на объекте и приводятся в действие автоматически; приемной станции, принимающей сигналы от получателя; системы проводов, соединяющей датчики с приемной станцией; аккумуляторных батарей.

Автоматические пожарные извещатели в зависимости от воздействующего фактора бывают дымовыми, тепловыми и световыми. Дымовой фактор реагирует на появление дыма. Тепловой на повышение температуры воздуха в помещении. Световой - на излучение открытого пламени. Тепловые автоматические извещатели по типу применяемого чувствительного элемента делятся на биметаллические, термопарные и полупроводниковые.

На рисунке 28 показан план эвакуации при пожаре и других чрезвычайных ситуациях.

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ И ДРУГИХ ЧС

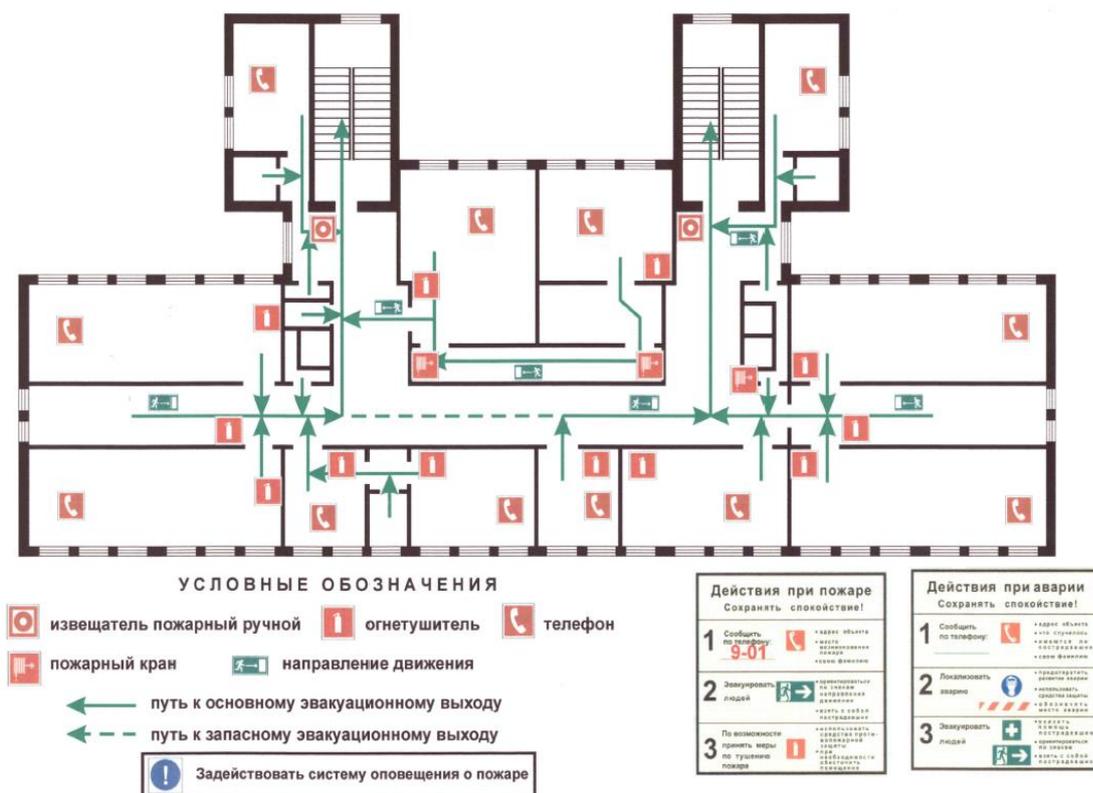


Рисунок 28 – План эвакуации

9.7 Защита от электромагнитного излучения

Воздействие электромагнитного поля на человека зависит от величины напряженности поля, потока энергии, частоты колебания, периметра поверхности тела. Электромагнитное поле оказывает биологическое действие на ткани человека при интенсивности поля меньше теплового порогового. При этом изменяется ориентация клеток и молекул, в результате чего ослабляется биохимическая активность и нарушаются функции сердечно-сосудистой системы и обмена веществ, но эти изменения носят обратимый характер. Воздействие постоянных магнитных полей зависит от напряженности и времени воздействия. При напряженности выше предельно-допустимой происходит нарушение нервной сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, пищеварения и биохимического показателя крови. Основным параметр, характеризующий биологическое действие электромагнитного поля промышленной частоты, является напряженность

электрического поля. Магнитная составляющая поля заметного воздействия на организм человека не оказывает, т.к. в действующих установках напряженность магнитного поля не превышает 25 А/м, а вредное биологическое воздействие проявляется при 200 А/м. Гигиеническое нормирование электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона. Действующие нормы уровней допустимого излучения определены ГОСТом "ЭМП радиочастоты".[26]

Заключение

В ходе разработки выпускной квалификационной работы была выполнена следующая работа:

- Разработана схема функциональной структуры УУН.
- Решены поставленные задачи.

Одной из главных задач была реализация автоматизации, выполненная в результате выполнения дипломного проекта. Достигнуть правильного уровня управления и контроля над технологическим оборудованием возможно благодаря использованию, достаточного количества измерительных средств, правильной организации процесса управления. Разработана качественная работа алгоритмов управления для каждой единицы оборудования.

В работе была проведена оценка аппаратной надежности автоматизированной системы, выполнены экономические расчеты затрат на проект, разобраны вопросы безопасности производства и экологии.

Список использованной литературы

1. ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»
2. ПБ 03-563-03 «Правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств». ГОСТ 24.701-86 Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения.
3. РД 50-680-88 Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения.
4. ГОСТ 34.201-89 «Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем»
5. Ю. Н. Федоров. Справочник инженера по АСУТП проектирование и разработка – Инфра-Инженерия, 2008 – 928 с.
6. Операционные системы реального времени: www.spec.ru/manuals/
7. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов и производств – М.: Академия, 2005.-352 с.
8. Датчики и КИП: www.emis-kip.ru
9. Каталог продукции промышленной группы Метран: www.elemer.ru/
10. Каталог оборудования для нефтепереработки: www.generation.ru
11. Г.И. Анкудинов. Сети ЭВМ и телекоммуникации. Санкт-Петербург, 2006, 176 с.
12. Оборудование промышленных сетей передачи данных: www.sem.cf1.ru/goods/
13. Каталог промышленных компьютеров и средств АСУ ТП: www.rts.ru/catalog/
14. М.А. Ястребенецкий Надежность технических средств в АСУ технологическими процессами – М.: Энергоиздат, 1982. – 230 с.

15. Г.В. Дружинин Надежность автоматизированных производственных систем. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 480 с.
16. Глазунов Л.П. Основы теории надежности автоматических систем управления: учебное пособие / Л. П. Глазунов, В. П. Грабовецкий, О. В. Щербаков. — Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 207 с.
17. Каталог промышленных компьютеров и средств АСУ ТП: www.rts.ru/catalog/
18. Операционные системы реального времени: www.spec.ru/manuals/
19. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация.
20. ГОСТ 12.1.005-88 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
21. ГОСТ 12.1.004–76 и ГОСТ 12.1.010 – 76. “Основы противопожарной защиты предприятий”.
22. ГОСТ 50923-96 “Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения”.
23. ГОСТ 12.2.032-78 “Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования”.
24. СанПиН 2.2.2.542-96 “Гигиенические требования к ВДТ, ПЭВМ и организация работы”.
25. СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 “Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки”.
26. СанПиН 2.2.548-96 “Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений”.
27. СНиП 23-05-95 “Естественное и искусственное освещение”.
28. СН 512-78 “Инструкция по проектированию зданий и помещений для электронно-вычислительных машин”.

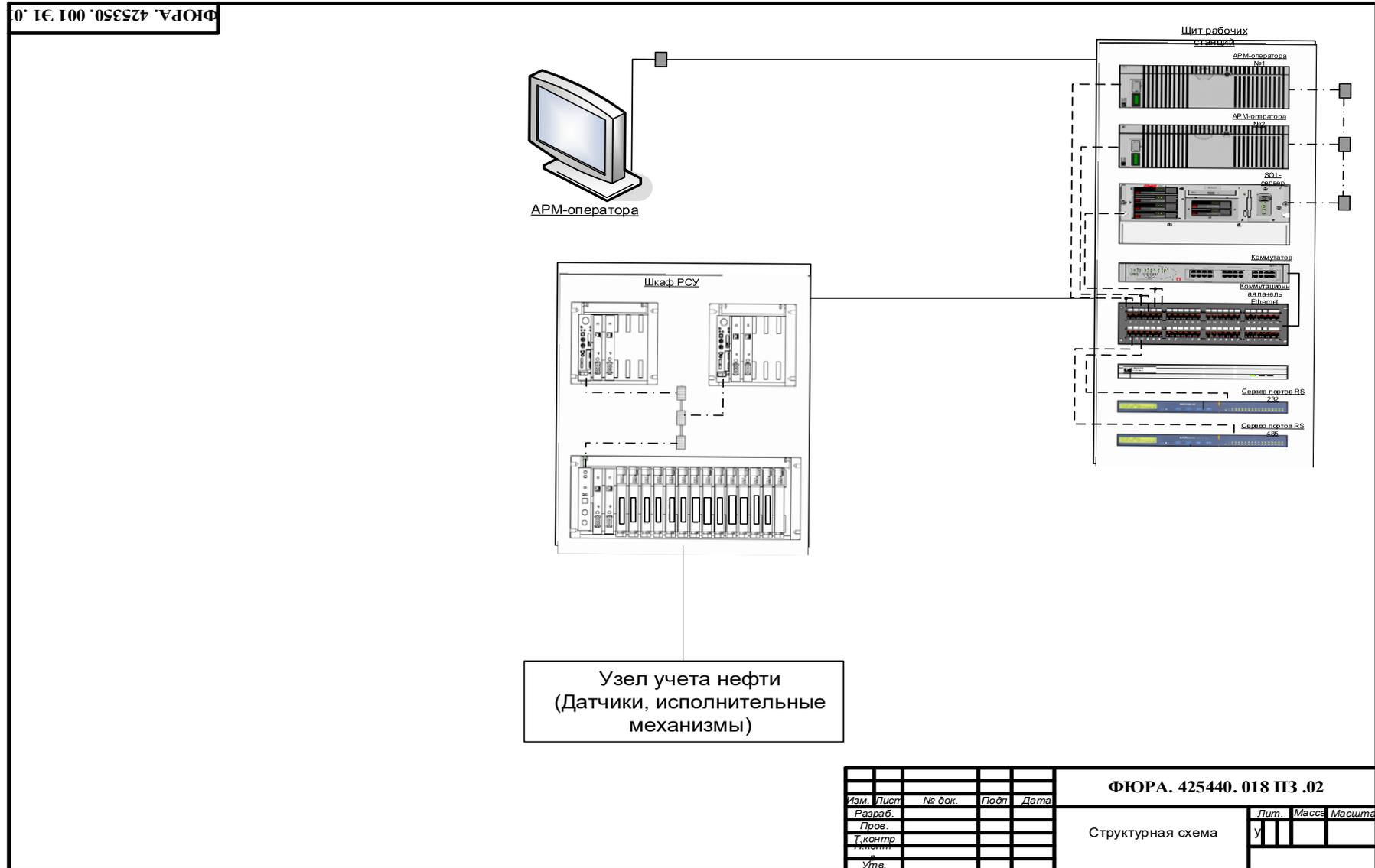
29. СН 245-71 “Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий”.

30. В. И. Голик, В. И. Комащенко, К. Дребенштед. Охрана окружающей среды. – М.: Высш. шк., 2007 г. – 272 с.

31. В.Д. Шантарина. Безопасность жизнедеятельности и промышленная безопасность– ТюмГНГУ, 2001 г. – 283 с.

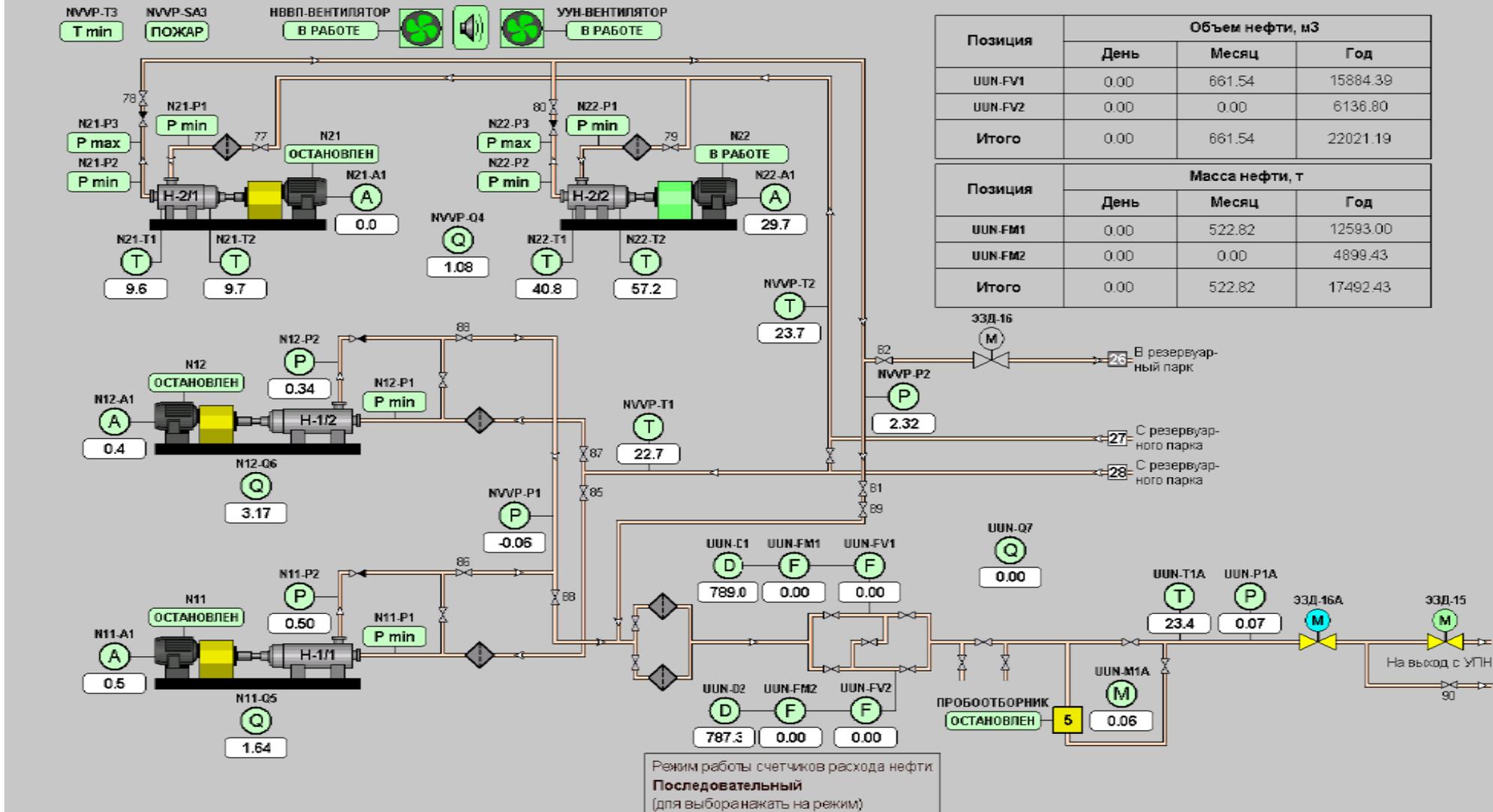
32. НПБ от 18.06.2003 г. №105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Структурная схема



ПРИЛОЖЕНИЕ Г Мнемосхема

Насосная внутренней и внешней перекачки



-
x

ПРОБООТБОРНИК

НВВП
УУН. Пробоотборник

Состояние

ОСТАНОВЛЕН

Счетчик проб: 5

Пдт	Аларм



x

ПРОБООТБОРНИК

НВВП. УУН. Пробоотборник

Настройка

Режим маскирования

Значение состояния "В РАБОТЕ"

Постоянная времени фильтра (с)

Время пробы

Алармы

Вкл.	Наименов.	Приор.
<input type="checkbox"/>	ИЗМ СОСТОЯНИЯ	Предупр.
	ОШИБКА В/В	

Диагностика

А 1.3.3 (CO3) канал 27, хар-ка сигнала: "сухой контакт"

Статус канала: Good

Значение полевого сигнала: 0

Статус значения канала: Норма

Статус значения параметра: Норма

