

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
Разработка системы автоматизированного управления установки предварительного сброса пластовой воды.

УДК _ 681.586:622.276.8:665.622

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т41	Цыганков Андрей Эдуардович		

Руководитель ВКР

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3–8Т41	Цыганков Андрей Эдуардович

Тема работы:

Разработка системы автоматизированного управления установки предварительного сброса пластовой воды.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	6.05.2019г № 3479/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является низкотемпературный сепаратор. Режим работы непрерывный.</p>
---	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio 2 Перечень входных/выходных сигналов ТП 3 Схема соединения внешних проводов, выполненная в Visio 4 Схема информационных потоков 5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab 6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма 7 Дерево экранных форм 8 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта 9 Обобщенная структура управления АС 10 Трехуровневая структура АС</p>
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Ассистент ООД ШБИП Мезенцева Ирина Леонидовна

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Цыганков Андрей Эдуардович		

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки - 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Уровень образования – бакалавр
 Отделение школы (НОЦ) – отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – весенний семестр 2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы: _____

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

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Цыганков Андрей Эдуардович

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Автоматизация технологических процессов и производств»

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

- | | |
|---|--|
| 3. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | |
| 4. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | |
| 5. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- | | |
|---|--|
| 3. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | |
| 4. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | |
| 5. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- | | |
|---|--|
| 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> | |
| 2. <i>Матрица SWOT</i> | |
| 3. <i>Альтернативы проведения НИ</i> | |
| 4. <i>График проведения и бюджет НИ</i> | |
| 5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i> | |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Цыганков Андрей Эдуардович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Цыганков Андрей Эдуардович

Школа	ИШТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	АТПП

Тема ВКР: Разработка системы автоматизированного управления установки предварительного сброса пластовой воды.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Рабочей зоной оператора является помещение диспетчерской, оборудованная персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров разделителя жидкостей на УКПГ. Здание, в котором находится помещение диспетчерской, расположено на территории УКПГ.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <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. 	<i>СанПиН 2.2.4.548–96 СН 2.2.4/2.1.8.562–96 СП 52.13330.2016 СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ ГОСТ 12.0.003-2015 ГОСТ Р 22.0.01-2016</i>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>1. Отклонения микроклимата от нормы. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Повышенный уровень шумов. 4. Электромагнитные излучения</i>
3. Экологическая безопасность:	<i>Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Возможные ЧС на объекте: производственные аварии, пожары и возгорания.</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООТД ШБИП	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Цыганков Андрей Эдуардович		

Реферат

Пояснительная записка содержит 88 страниц машинописного текста, 33 таблиц, 22 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований, 4 приложений.

Объектом исследования является установка предварительного сброса воды.

Цель работы – модернизация автоматизированной системы установки предварительного сброса воды с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров ПЛК Siemens S7-1500, с применением SCADA-системы.

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

Ключевые слова: автоматизация, ПЛК, SCADA, АСУ ТП, КИПиА.

СОДЕРЖАНИЕ

Определения, обозначения, сокращения	11
Введение.....	13
1 Техническое задание.....	15
1.8 Требования к информационному обеспечению	20
2 Основная часть.....	22
2.1. Описание технологического процесса.....	21
2.2 Выбор архитектуры ас	23
2.3. Разработка структурной схемы ас	24
2.4 Выбор средств реализации упсв	27
2.6. Выбор датчиков	31
2.7 Функциональная схема автоматизации	44
2.9 Разработка схемы внешних проводок.....	48
3 Выбор алгоритмов управления ас упсв.....	48
4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	56
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования	56
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений	56
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	58
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	58
4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	60
4.2.3 Бюджет научно-технического исследования.....	61
4.2.4 Расчет материальных затрат	61
4.2.5 Расчет затрат на специальное оборудование	62
4.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы	62
4.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	63
4.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	63
4.2.9 Накладные расходы	64
4.2.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	65

5 Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	67
организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	66
5.1 Эргономические требования к рабочему месту.....	68
5.2 Окраска и коэффициенты отражения.....	69
5.3.Производственная безопасность.....	70
5.3.1 Анализ вредных и опасных факторов.....	69
5.4 Анализ вредных факторов.....	70
5.5 Отклонения показателей микроклимата.....	70
5.6 Повышенный уровень шума.....	72
5.7 Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света.....	73
5.8 Электромагнитное излучение.....	75
5.9 Электробезопасность.....	76
6 Экологическая безопасность.....	77
7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	78
7.1 Пожарная безопасность.....	78
Приложение А (обязательное) Схема технологического процесса.....	85
Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации.....	86
Приложение В (обязательное) Схема внешних проводок.....	87
Приложение Г (обязательное) Алгоритм сбора данных.....	88

Определения, обозначения, сокращения

В работе используются следующие термины с соответствующими определениями:

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

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

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

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

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

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

профиль АС: определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС.

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

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

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

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

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

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

Обозначения и сокращения

Перечень определений и сокращения применяемых для данной работы:

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

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

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

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

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КИПиА– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

УПСВ – Установка предварительного сброса воды;

АСУ ТП - Автоматизированная система управления технологического процесса;

Введение

Установка предварительного сброса воды (УПСВ) используется для предварительного сброса пластовой воды на кустовых площадках, а также используется при комплексной подготовки нефти (УПН). Установка предварительного сброса воды осуществляет дегазацию нефти, отбор и очистку попутного газа, сброс пластовой воды под избыточным давлением. При этом в установках происходит отделение воды и газа от нефти, воду используют для подачи воды на блочно-кустовую насосную станцию. Как правило, установки предварительного сброса воды выполнены на базе горизонтальных нефтегазовых сепараторов.

Конструкция блоков-укрытий представляет собой раму, сваренную из стального замкнутого профиля, обшитую трехслойными сэндвич - панелями с негорючим утеплителем. Основание блока-укрытия – сварной металлический каркас из стального горячекатаного профиля, покрытый листовым металлом и теплоизолированный базальтовым утеплителем. Отопление в аппаратном блоке и блоке управления осуществляется электрическими обогревателями общепромышленного исполнения. Температура внутри помещений обеспечивается не ниже плюс 18°C. Вентиляция в аппаратном блоке и блоке управления приточно-вытяжная с естественным побуждением. Естественная приточная вентиляция - из верхней зоны, рассчитанная на однократный воздухообмен и вытяжная, рассчитанная на удаление из нижней зоны 2,5 кратного объема воздуха по полному объему помещения. Конструкция блоков обеспечивает возможность транспортирования их железнодорожным, водным и автомобильным транспортом. Монтаж, демонтаж и эксплуатация УПСВ производится в соответствии с требованиями проекта, выполненного специализированной проектной организацией, руководства по эксплуатации УПСВ, а также «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности» и «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил

техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Госгортехнадзором и Госэнергонадзором соответственно.

В данной выпускной квалификационной работе нам предстоит модернизировать автоматизированную систему установки предварительного сброса воды (УПСВ). Модернизация необходима для повышения производительности и эффективности производства. АС будет спроектирована с использованием современных ПЛК и полевых датчиков, которые имеют унифицированный сигнал и поддерживают протокол HART.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

УПСВ предназначена для отделения от нефти пластовой воды и попутного газа.

Создание системы должно обеспечивать достижение следующих целей:

- повышение безопасности эксплуатации производства;
- замена устаревших средств автоматизации на автоматизированные системы управления на базе электронных средств контроля и автоматики, включая средства вычислительной техники;
- улучшение условий работы персонала.

Указанные цели должны достигаться путем:

- повышения надежности, готовности и работоспособности отдельных подсистем за счет замены физически и морально устаревших приборов новыми;
- повышения производительности оборудования за счет бысродействия, времени отклика, точности и достоверности информации о технологическом процессе;
- уменьшения материальных и энергетических затрат за счет сокращения затрат на техобслуживание и эксплуатацию оборудования.

1.2 Назначение системы

Автоматизированная система управления технологическими процессами

УПСВ предназначена для выполнения следующих функций:

1. Автоматическое управление параметрами технологического процесса УПСВ.
2. Первичный сбор, обработка информации с полевых устройств, формирование управляющих сигналов, взаимосвязь между всеми уровнями системы, с возможностью контроля и управления технологическим процессом на УПСВ.

3. Определение, сигнализация и регистрация предаварийных и аварийных ситуаций, отклонений параметров технологического процесса от регламента, сбой и отказ оборудования.
4. Визуализация технологического процесса в режиме реального времени, с индикацией, регистрацией, управлением при помощи мнемосхем.
5. Дистанционное управление технологическим оборудованием с автоматизированного рабочего места оператора. Управление технологическим оборудованием осуществляется автоматически, либо вручную с рабочего места оператора.

Системой предусматривается возможность вмешательства оператора УПСВ в ход технологического процесса (открытие/закрытие электроздвижек, переопределение установок для регуляторов) путем подачи команд с автоматизированного рабочего места оператора–технолога, организованного на базе персонального компьютера.

1.3 Цели создания системы

Для стабилизации режимов работы технологических процессов в УПСВ необходимо постоянно контролировать технологические параметры визуального представления, такие как давление, температура, уровень, расход. И поэтому в УПСВ используются технические средства – датчики, измерительные преобразователи, измерительные приборы, устройства связи, контроллеры, и технические средства на высших уровнях. Показания с приборов измерительного уровня по каналам связи с помощью дистанционной передачи передаются в операторную установку подготовки нефти (УКПН).

Измерительные датчики давления, расхода, температуры, уровня, а также клапана подключаются по двухпроводной схеме к модулям устройства связи (УСО). Для этого используется стандартный сигнал (4 – 20)мА токовый. Для обработки в управляющий пневмосигнал из токового сигнала применяются электропневматические преобразователи. От измерительных приборов токовый сигнал (4 – 20)мА поступает в модуль УСО,

от УСО в цифровой форме сигнал поступают в главный модуль электроники, там сигнал сначала расшифровывается и затем отображается на мониторах у оператора. Влияние на регулирующие приборы–клапана осуществляется в обратном порядке. Сигнал по заданной программе регулирования или с клавиатуры оператора поступает в главный модуль, затем в модуль управления УСО, от УСО на электропневматический преобразователь в виде токового сигнала, который управляет в свою очередь ходом штока клапана.

1.4 Требования к техническому обеспечению

Полевое оборудование должно обеспечивать непрерывное преобразование измеряемых величин технологических параметров (давление, температура, уровень, расход и др.) и непосредственное управление параметрами технологического процесса. Полевое оборудование, включающее в себя первичные преобразователи, регулирующие клапаны, устройства управления электроприводами, должно размещаться на наружной установке. Для приборов должны быть предусмотрены меры защиты от климатических воздействий. В шкафах предусмотреть следующий резерв пустого пространства для установки: - модулей ввода-вывода - не менее 15%;

- клеммников - не менее 15%;

- реле - не менее 15%;

-барьеров искрозащиты - не менее 15%;

- автоматических выключателей - не менее 15%.

Вся аппаратура АСУ ТП, кроме оборудования полевого уровня, устанавливается во взрывобезопасных помещениях и не требует специального исполнения. При использовании вида взрывозащиты - искробезопасная электрическая цепь, для обеспечения взрывобезопасности аналоговых и дискретных сигнальных цепей полевых устройств должны применяться барьеры искрозащиты с гальванической развязкой. В АСУ ТП должны

применяться пожаростойкие и не распространяющие горение кабели с медными или оптическими жилами.

Степень защиты технических средств должна быть не менее IP57. Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода, и они должны обладать способностью «прозрачно» передавать служебную и диагностическую информацию от интеллектуальных полевых приборов и устройств, получаемую по цифровым протоколам к любому узлу сети управления.

Контроль уровня смеси в емкостях производится тремя и более независимыми датчиками с сигнализацией верхнего предельного уровня от двух и более измерителей.

Рекомендуется выбирать датчики исходя из показателей их надежности, общепромышленного назначения, ориентируясь на надежные образцы изделий мирового уровня, а именно:

- 1) срок эксплуатации не менее 12 лет.
- 2) время работы на отказ не менее 150 тыс. час;

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

На все поставляемое измерительное оборудование должны быть представлены Сертификаты об утверждении типа средств измерений и Методики поверки и калибровки.

Все метрологические характеристики компонентов должны быть приведены поставщиком в документации на технические и программные средства.

Допускаемая основная погрешность измерительного канала, входящего в состав системы АСУ ТП, не должна превышать 0,4% в рабочем температурном диапазоне без учета величины погрешности датчика.

1.6 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АСУТП должно строиться как децентрализованный программный комплекс, реализованный по модульному принципу на основе открытых программных спецификаций.

ПО АСУТП должно обладать следующими характеристиками:

- выполнять весь перечень алгоритмов математического обеспечения;
- обеспечивать устойчивость к ошибочным ситуациям, в том числе при неверных и противоречивых данных; сбои в работе программ, отказы части вычислительных средств, ошибки персонала должны диагностироваться, сопровождаться сообщениями, и не должны вызывать нарушений в работе АСУ ТП;
- обеспечивать автоматический перезапуск при восстановлении электрического питания после его отключения без выдачи ложных сигналов и управляющих воздействий;
- давать правильные результаты при всех комбинациях исходных данных, допустимых в рамках постановки задачи;
- иметь возможность оперативного конфигурирования в процессе функционирования АСУТП;
- вести учёт и обеспечивать сигнализацию любого отключения блокировки;
- проведение уполномоченным лицом такого отключения должно быть однозначным образом зафиксировано в архиве событий;
- при восстановлении АСУ ТП после холодного рестарта все отключенные защиты и блокировки должны взводиться вновь.

1.7 Требования к математическому обеспечению

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

Алгоритмы должны уточняться на стадии проектирования системы и обеспечивать автоматический выход на номинальный режим,

регламентированный режим работы и безаварийную остановку технологического процесса, а также снижение или исключение возможности ошибочных действий производственного персонала при ведении процесса, пуске и остановке. Алгоритмы системы должны разрабатываться на основе утвержденного технологического регламента. Алгоритмы должны быть согласованы с уполномоченным представителем Заказчика.

В случае отключения электропитания системы должен обеспечиваться перевод технологического оборудования в безопасное состояние. Система должна исключать возможность произвольных переключений в системе при восстановлении питания. Возврат технологического оборудования в рабочее состояние после срабатывания автоматической защиты (ПАЗ) должен выполняться обслуживающим персоналом.

Математическое обеспечение должно быть достаточным для выполнения всех функций, возлагаемых на АСУ ТП.

1.8 Требования к информационному обеспечению

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

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

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

2. Основная часть

2.1. Описание технологического процесса

Установки предварительного сброса пластовой воды предназначены для отделения нефти воды и попутного газа. Конструкция установки предварительного сброса воды выполнена на основе нефтегазовых сепараторов со сбросом воды.

Установки представляют собой горизонтальные аппараты, снабженные технологическими штуцерами и штуцерами для КИПиА.

На входе УПСВ предусмотрен байпасный трубопровод, в случае отключения электроэнергии на установке обеспечивающий отвод поступающей газожидкостной смеси на выход с установки. На входе байпасного трубопровода и входном трубопроводе УПСВ предусмотрены задвижки с электроприводом и устройством бесперебойного питания, обеспечивающим их открытие в случае отключения электроэнергии. После задвижки на входном трубопроводе предусмотрен узел подключения установки подачи реагента-деэмульгатора.

Схема ТП представлена на рисунке 1.

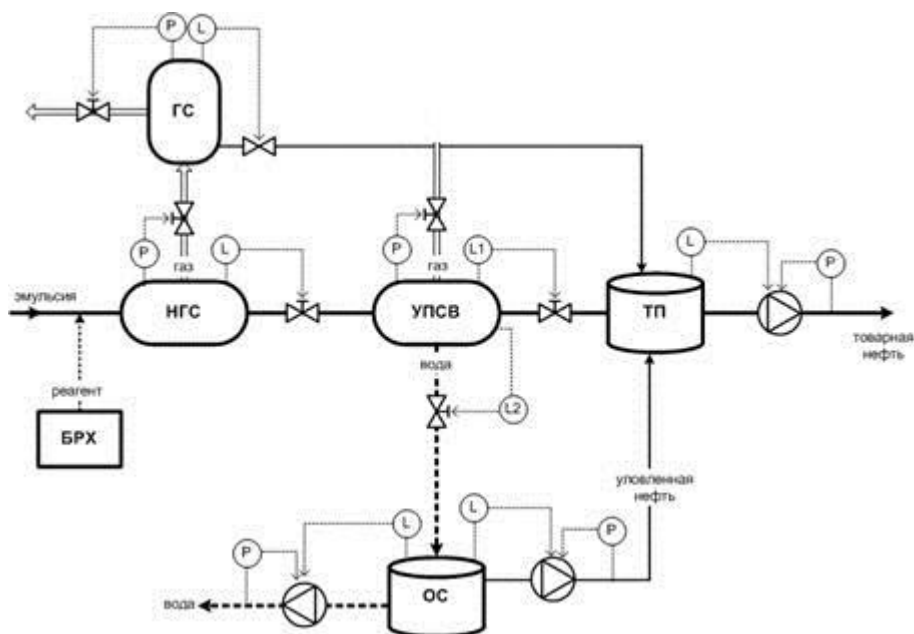


Рисунок 1 - Схема ТП.

Газожидкостная смесь (ГЖС) поступает в нефтегазовый сепаратор (НГС), в котором происходит сепарация газожидкостной смеси от газа при давлении равным примерно 1,6 МПа и сброс газа в трубопровод выхода ГЖС с УПСВ на УПН. Давление в аппарате поддерживается регулятором давления «до себя» РД1, уровень жидкости в НГС поддерживается регулятором уровня РР1. Также, НГС оснащен блоком предохранительных клапанов (СППК с ПУ).

Частично разгазированная ГЖС из НГС по трубопроводу поступает в нефтегазовый сепаратор со сбросом воды (НГСВ). В НГСВ при давлении в аппарате равным примерно 1,0 МПа, поддерживаемом регулятором давления «до себя» РД2, происходит дальнейшая дегазация ГЖС и отделение пластовой воды от нефти.

Уровень жидкости в аппарате поддерживается регулятором уровня РР2. Отделенная пластовая вода из НГСВ поступает на узел учета воды и далее подается на выход установки. На линии выхода воды из НГСВ предусмотрен регулятор уровня РР3.

Отделенная нефть поступает на выход с УПСВ на УПН.

Газ из НГСВ сбрасывается в трубопровод выхода ГЖС с УПСВ на УПН, после точки сброса газа с НГС.

На трубопроводе выхода ГЖС с УПСВ после линии сброса газа с НГСВ предусмотрен обратный клапан (КОП).

Сепараторы НГС и НГСВ в комплекте с верхними площадками обслуживания, трубной обвязкой, запорной арматурой и приборами КИПиА располагаются на скидах (рамах-основаниях) на открытом воздухе. Узел учета воды размещается на раме-основании (скиде) на открытом воздухе, либо в блоке-укрытии. Блок управления и блок низковольтного устройства (НКУ) располагаются в блоках-укрытиях. После учета потоков газа и газового конденсата происходит объединение их в один трубопровод.

Для улучшения разделения нефтегазовой смеси на входе в НГСВ предусмотрен успокоительный коллектор. Газожидкостная смесь (ГЖС) поступает в нефтегазовый сепаратор (НГСВ), в котором происходит сепарация

газожидкостной смеси от газа и предварительное разделение жидкостной смеси на нефть и воду. Вода накапливается в нижней части аппарата до перегородки секции сбора нефти и отводится через штуцер выхода воды в отстойник воды (ОВ). Нефть с остаточным содержанием газа и воды поступает в секцию сбора нефти и оттуда выводится из аппарата в трубопровод выхода газа из НГСВ и далее поступает на установку подготовки нефти. Давление в НГСВ поддерживается регулятором давления, уровень нефти и воды поддерживается регуляторами уровня.

Вода из НГСВ поступает в напорный отстойник воды, в котором происходит окончательное отделение воды от нефти. Нефть скапливается в верхней части аппарата и поступает из НГСВ в трубопровод выхода газа. Уровень нефти в верхней части ОВ поддерживается регулятором уровня. Отделенная пластовая вода из ОВ через узел фильтрации поступает на узел учета воды и далее подается на выход установки. При необходимости полного опорожнения аппаратов предусмотрен сброс жидкости в закрытую дренажную систему площадки УПСВ.

Схема ТП представлена в приложении А.

2.2 Выбор архитектуры АС

Архитектура автоматизированной системы разрабатывается с учетом желаний и требований заказчика на основе принятой в проектной организации (исполнителе) архитектуры.

Исходя из перспектив развития автоматизированных систем, логичнее всего использовать многоуровневую клиент-серверную архитектуру. Данная архитектура подразумевает наличие семи уровней:

- клиент-уровень;
- уровень сервера приложений (далее - СП);
- уровень сервера базы данных системы.

При использовании такой архитектуры у АРМ оператора остается одна функция – обеспечение пользовательского интерфейса, а решение задач управления возлагается на сервер приложений. СП активизирует необходимые задачи по запросу АРМ, при этом получая данные из сервера баз данных.

Определение профиля АС основывается на модели OSI RM. Данная модель содержит семь уровней. Взаимодействие уровней осуществляется интерфейсами.

	Единица данных	Уровень	Функция	Примеры протоколов
ОС	Поток	Прикладной	Прикладная задача	HTTP, SMTP, DNS, etc.
		Представления	Представление данных, шифрование, etc.	MIME, SSL
		Сеансовый	Взаимодействие хостов (на уровне ОС)	NetBIOS, именов. пайпы
	Сегмент	Транспортный	Соединение конец-в-конец, контроль передачи данных	TCP, UDP
Сеть	Пакет	Сетевой	Логическая адресация и маршрутизация пакетов	IP, ICMP
	Фрейм	Канальный	Физическая адресация	IEEE 802.3, ARP, DHCP
	Бит	Физический	Кодирование и передача данных по физическому каналу	IEEE 802.3

Рисунок 2– Модель OSI.RM

Согласно критерию минимальной стоимости эксплуатации системы, SCADA-системой проекта станет SIMATIC WinCC 15. Данная система эксплуатируется на основе ОС Windows. Выбранный состав стандартов и модулей OPC предусматривает дальнейшее развитие системы.

2.3. Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является УПСВ. Необходимо проводить измерения: давления, температуры, уровня, так же проводить переключение запорной арматуры, а именно клапанов с электроприводом. Проектирование автоматизированной системы выполнено по принципу трехуровневой иерархии. Клиент-серверная архитектура представлена на рисунке 3.

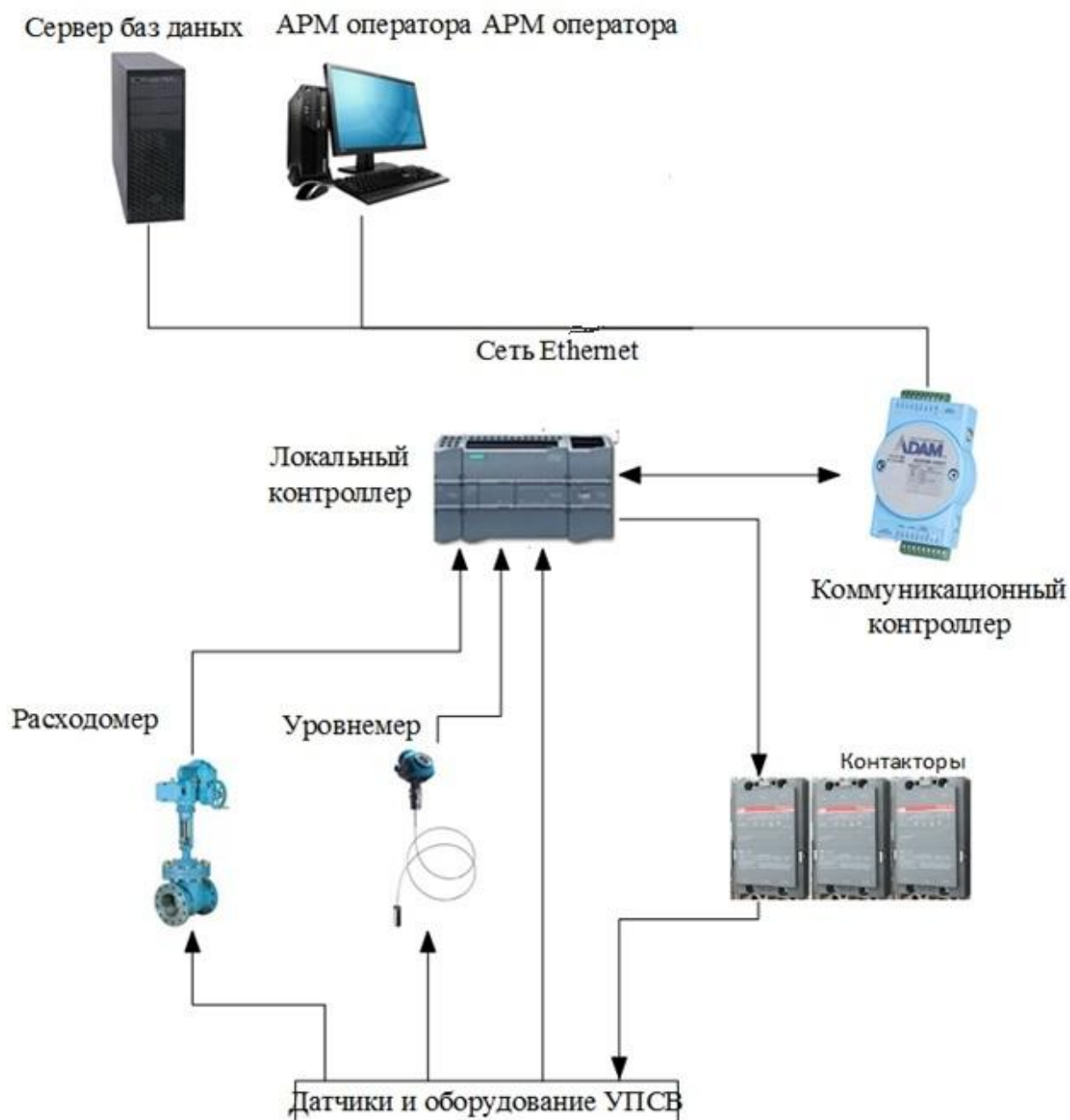


Рисунок 3 – Трехуровневая клиент-серверная архитектура

На данном этапе располагаются местные показывающие приборы и первичные СИ, исполнительные механизмы и устройства местного управления.

Для контроля технологических параметров предусматривается использование средств КИПиА.

Первый уровень (полевой).

Данный уровень предусматривает сбор и первичную обработку информации устройств полевого уровня, контроль обозначенных параметров, передачу (прием) данных на средний уровень (со среднего уровня).

На основе информации, поступившей на средний уровень, формируются команды управления (автоматически или оператором).

В данной проектируемой системе средний уровень представлен распределённой системой управления (PCY) в составе двух шкафов. Оба шкафа построены на базе ПЛК. Для повышения надежности системы, согласно МИ 2825-2003, рекомендуется организовать «горячее» резервирование.

Верхний уровень.

На данном уровне происходит сосредоточение, обработка и упорядочивание (формирование Базы Данных) информации с нижних уровней. Также предусматривается индикация необходимых параметров, регистрация и хранение информации. Здесь происходит формирование отчетной документации и осуществление управления технологическими режимами системы.

Данный уровень можно структурно разделить на:

АРМ оператора:

1. операционная система;
2. SCADA-система
3. БД реального времени
4. средства по восстановлению систем, антивирусной защите, а также средства резервирования

Серверная часть.

АРМ предназначено для отображения необходимого объема информации в удобном для восприятия виде и приема команд управления от оператора. Данные могут быть предоставлены как в графическом исполнении (мнемосхемы, тренды, гистограммы и пр.), так и в виде отчетной документации. С помощью серверной части выполняется хранение и обработка информации, а также обмен ею.

2.4 Выбор средств реализации УПСВ

Для реализации поставленных задач и функций автоматизированной системы необходимо произвести подбор комплекса технических средств. Подбор произведем путем сравнительного анализа, при этом главным образом опираемся на техническое задание.

Подбор комплекса технических средств к установке предварительного сброса воды - это означает измерение таких технологически параметров, как давление в трубопроводах и сепараторе, расход на входе и выходе, температура в сепараторе, качество и обводнённость сырья. При этом функции управления обеспечивают дистанционное включение и отключение приводного электродвигателя, аварийное отключение установки, периодический режим эксплуатации.

2.5 Выбор контроллерного оборудования УПСВ

Контроллер SIMATIC S7-1500 универсальная масштабируемая система модульного типа со степенью защиты IP20. Эффективное решение для систем автоматизации циклических производств. Контроллер характеризуется высокими показателями производительности и максимальным удобством в эксплуатации. Высокая востребованность оборудования представленной серии объясняется оперативностью выполнения команд, наличием новых языковых расширений, оптимальными процессами генерирования программных кодов и применением новых типов данных. К мощным коммуникационным возможностям SIMATIC S7-1500 возможность эффективного расширение коммуникационными модулями для подключения к промышленным сетям или в целях обмена данными через соединения. На рисунке – 4 представлен Программируемый контроллер SIMATIC S7-1500



Рисунок 4 – Программируемый контроллер SIMATIC S7-1500

Универсальный модульный программируемый контроллер для автоматизации циклических процессов во всех секторах промышленного производства. Высокая производительность, модульная конструкция, широкие коммуникационные возможности, гибкое использование систем локального и распределенного ввода-вывода, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы центральных процессоров, высокая стойкость к электромагнитным и механическим воздействиям, работа с естественным охлаждением, удобство эксплуатации позволяют получать рентабельные решения для построения систем промышленной автоматизации различного назначения. Разработка проектов в среде TIA Portal повышает эффективность выполнения проектных работ, позволяет использовать все новые языковые расширения и функциональные возможности аппаратуры, существенно упрощает решение вопросов взаимодействия с аппаратурой и системами человеко-машинного интерфейса, приводами, низковольтной коммутационной и защитной аппаратурой, снижает трудозатраты и время выполнения проектных работ. В программируемых контроллерах S7-1500 может использоваться широкий спектр центральных процессоров стандартного или специализированного назначения.

В составе SIMATIC S7-1500 может применяться нижеприведенный состав периферийных модулей:

- 16-ти и 32-х канальные модули ввода дискретных сигналов равные 24 В или 230 В при высоком/низком уровне активного входного сигнала
- 8-ми, 16-ти или 32х-канальные модули вывода дискретных сигналов равные 24 В или 230 В с номинальной величиной токов нагрузки на канал 0.5 А, 2 А или 5 А
- 8-ми канальные модули ввода аналоговых сигналов, используемые для достоверного измерения сигналов силы тока, сопротивления, напряжения, а также для получения температурных данных с помощью термометров сопротивления или современных термопар
- 4-х или 8-миканальные модули вывода аналоговых сигналов силы тока/напряжения, в том числе скоростные модули с временем преобразования, равным 125 мкс на 8 каналов
- Ряд технологических модулей, использующихся для выполнения скоростного счета и задач позиционирования
- В стадии подготовки находятся F модули, которые будут оптимизированы для построения систем противоаварийной защиты и обеспечения высокого уровня безопасности.

Модификация S7-1500 на базе стандартных центральных процессоров предоставляет:

- Использование широкой гаммы центральных процессоров различной производительности. Решение стандартных задач автоматического управления различной степени сложности. Поддержка широкого спектра функций на уровне операционной системы центрального процессора.
- Модульную конструкцию. Широкий спектр сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей для максимальной адаптации к требованиям решаемой задачи.
- Поддержка систем локального и распределенного ввода/вывода.
- Широкие коммуникационные возможности, простое включение в различные сетевые структуры, поддержка информационных технологий.

- Удобную конструкцию, работа с естественным охлаждением, минимальные затраты на эксплуатацию.
- Свободное наращивание возможностей при модернизации системы.

Программируемые контроллеры S7-1500 обладают мощными коммуникационными возможностями, которые позволяют выполнять:

- Коммуникационный обмен данными с другими контроллерами, компьютерами, приборами и системами человеко-машинного интерфейса через промышленные сети PROFINET, Industrial Ethernet, MODBUS TCP/IP и PROFIBUS.
- Обслуживание систем распределенного ввода-вывода на основе промышленных сетей PROFINET IO и PROFIBUS DP. Через шлюзовые коммуникационные модули и коммуникационные модули распределенной периферии может быть обеспечена дополнительная поддержка систем на основе сетей PROFIBUS PA, AS-Interface и IO-Link.
- Дистанционную диагностику программируемого контроллера через промышленные сети PROFINET, Industrial Ethernet, PROFIBUS, а также через встроенный Web сервер центральных процессоров.

Для построения коммуникационных систем программируемый контроллер S7-400 позволяет использовать:

- Интерфейс PROFINET IO IRT с встроенным 2-канальным коммутатором, которым оснащен каждый центральный процессор. Используется для построения систем распределенного ввода-вывода на основе сети PROFINET IO с обменом данными в реальном масштабе времени, обмена данными с другими контроллерами, компьютерами, приборами и системами человеко-машинного интерфейса.
- Коммуникационные модули для обмена данными через последовательные интерфейсы RS 232C, RS 422 или RS 485. Программирование и конфигурирование систем автоматизации на основе программируемых контроллеров S7-1500 выполняется с помощью программного обеспечения

SIMATIC STEP 7 Professional от V12 и выше (TIA Portal). Для проектирования систем обеспечения безопасности и противоаварийной защиты на базе программируемых контроллеров S7-1500 пакет STEP 7 Professional должен быть дополнен программным обеспечением STEP 7 Safety Advanced.

2.6. Выбор датчиков

2.6.1 Выбор расходомера

В процессе работы УПСВ необходимо отслеживать расход газа, нефти, воды.

Расходомер Метран-350 предназначен для измерения расхода и количества воды, газов, пара, других энергоносителей и передачи полученной информации для технологических целей и учетно-расчетных операций. Области применения - отрасли промышленности, в которых требуется измерение расхода и учет различных жидкостей, газов, пара.

Для решения задач измерения расхода жидкости были рассмотрены следующие виды расходомеров:

1. Метран-350
2. Эмис-дио 230
3. Расходомер ProPak

Сравнительный анализ происходил по следующим критериям:

- предел допускаемой погрешности;
- среднее время наработки на отказ;
- выходные сигналы;
- цена.

В качестве датчика уровня был выбран Метран-350, так как он подходит согласно техническому заданию по метрологическим, техническим и требованиям к надежности. Сравнительный анализ датчиков расхода приведен в таблице - 2.

Таблица 2 – Сравнительный анализ датчиков расхода

Характеристика/ датчик	Базовая погрешность	Среднее время наработки на отказ	Выходные сигналы	Цена
Метран-350	±0,8%	150 000 ч	(4 - 20) мА HART	25 000 р
Эмис-дио 230	±0,6 %	50 000 ч	(4 - 20)мА,	47 700 р
Расходомер ProPak	±0,6 %	60 000 ч	(4 - 20)мА HART	65000 р

Датчик уровня Метран-350 представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 - Датчик уровня Метран-350

Характеристика Метрана-350 указана в таблице 3.

Таблица 3 - Характеристика Метрана-350.

Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0,8%
Температура окружающего воздуха	(Минус 40 - 85)°С – без ЖК-индикатора
Выходной сигнал	(4 - 20) мА/HART
Расстояние передачи токового сигнала	до 2,5 км
Физические интерфейсы связи с компьютерной средой	Hart
Протоколы связи с компьютерной средой	HART
Взрывозащищенное исполнение	есть
Степень защиты от воздействия пыли и влаги	IP 66, IP 68

Продолжение таблицы 3 - Характеристика Метрана-350.

Напряжение питания от внешнего источника постоянного тока	(11 - 55) В без внешней нагрузки (при передаче сигнала по(4 - 20) мА) или с $R_n > 250$ Ом (при передаче сигнала по HART-протоколу)
Средний срок службы расходомера	10 лет
Средняя наработка на отказ	150000 часов
Межповерочный интервал	4 года

Расходомер Метран-350 предназначен для измерения расхода и количества среды (вода, пар, газ и другие энергоносители) методом перепада давления с использованием осредняющих напорных трубок (далее – ОНТ) в качестве первичных измерительных преобразователей и передачи информации для управления технологическими процессами и использования в учетно-расчетных операциях. Расходомер предназначен для работы во взрывобезопасных и/или взрывоопасных условиях.

2.6.2. Выбор датчиков давления

Для измерения давления были рассмотрены следующие датчики: ТЖИУ406-1Ех, ЭМИС-БАР , United Electric Ех-120. Выбор датчиков производился исходя из следующих критериев:

- цена
- выходные сигналы
- отработка на отказ
- погрешность

Сравнительный анализ датчиков давления указан в таблице 4. В качестве датчика давления был выбран ЭМИС-БАР, так как он подходит по всем критериям и наименьшая цена. Датчик давления ЭМИС-БАР представлен на рисунке 6.

Таблица 4 – Сравнительный анализ датчиков давления

Характеристика/ датчик	Базовая погрешность	Среднее время наработки на отказ	Выходные сигналы	Цена
ТЖИУ406-1Ex	±0,8%	80 000 ч	(4 - 20) мА	23 000 р
ЭМИС-БАР	±0,065 %	100 000 ч	(4 - 20) мА, HART	32 500 р
АИР-20	±0,6 %	100 000 ч	(4 - 20) мА	35 000 р



Рисунок 6 - Датчик давления ЭМИС-БАР.

Высокоточные датчики давления ЭМИС-БАР предназначены для непрерывного преобразования значений абсолютного, избыточного давления, давления – разрежения, а также разности давлений жидких и газообразных сред в унифицированный выходной токовый сигнал и цифровой сигнал на базе HART-протокола. Датчики давления «ЭМИС-БАР» могут использоваться в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности. Характеристики датчика давления ЭМИС-БАР описаны в таблице 5.

Таблица 5 – Датчик давления ЭМИС-БАР.

Погрешность, не более	$\pm 0,065\%$
Температура окружающей среды	Минус (60 - 85)°C
Сигнал	(4 - 20)мА/HART
Физические интерфейсы	Hart
Протоколы связи	HART
Взрывозащищенность	есть
Степень защиты от воздействия пыли и влаги	IP 68
Напряжение питания от внешнего источника постоянного тока	(11 - 55)В без внешней нагрузки (при передаче сигнала по (4 - 20) мА)
Средняя наработка на отказ	150000 часов
Межповерочный интервал	4 года

Электрическое подключение датчика давления показано на рисунке 7.

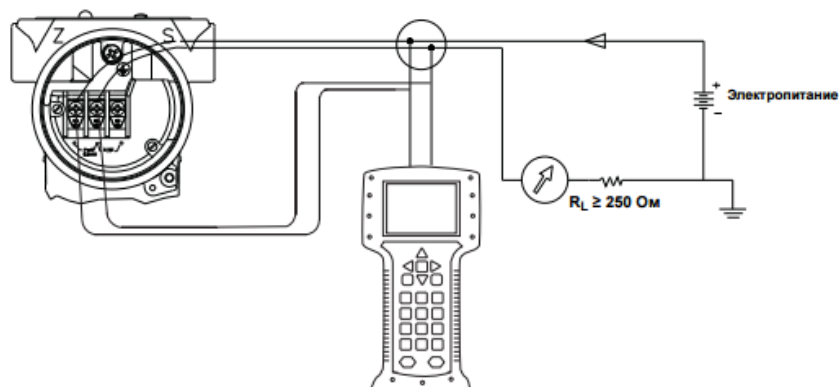


Рисунок 7 – Электрическое подключение

2.6.3 Выбор датчика температуры

Выбор датчиков исходил из сравнения датчиков Метран-288, Rosemount 648, «ЭМИС-ТЕРМ». Сравнительный анализ проходил по следующим критериям:

- цена
- погрешность
- выходные сигналы
- время наработки на отказ

Сравнительный анализ датчиков температуры указан в таблице 7.

Таблица 7 – Сравнительный анализ датчиков температуры

Характеристика/ датчик	Базовая погрешность	Среднее время наработки на отказ	Выходные сигналы	Цена
Метран-288	±0,6%	150 000 ч	(4 - 20) мА, HART	36 000 р
«ЭМИС-ТЕРМ»	±0,1 %	120 000 ч	(4 - 20) мА, HART	23 150 р
Rosemount 648	±0,4 %	100 000 ч	(4 - 20) мА, HART	65000 р

Исходя, из сравнительного анализа был выбран датчик «ЭМИС-ТЕРМ», так как он более дешевый и время наработки больше. А также этот датчик подходит для работы в агрессивной среде. Датчик температуры Эмис-терм показан на рисунке 8.

Измерять температуру двигателей насосов необходимо главным образом для безопасной работы и не допущения перегрузок двигателей насоса. Датчики температуры «ЭМИС-ТЕРМ» предназначены для непрерывного измерения температуры жидких, газообразных и сыпучих сред и преобразования температуры в значение сопротивления, ТЭДС датчика или унифицированный выходной токовый сигнал и цифровой сигнал на базе HART-протокола. Датчики температуры «ЭМИС-ТЕРМ» могут использоваться в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.



Рисунок 8 – Датчик температуры Эмис-терм.

Датчик температуры Эмис-терм имеет следующие особенности:

- Поставка в комплекте с защитными гильзами всех возможных видов.
- Самодиагностика.
- Широкая линейка исполнений.
- Фирменное ПО «ЭМИС-Интегратор».
- Использование любого применяемого присоединения к процессу.

Линейка датчиков температуры «ЭМИС-ТЕРМ» включает в себя как датчики с электронным преобразователем сигнала в аналоговый выход (4 – 20) мА, в том числе с HART протоколом, так и датчики с естественным выходом. Виды чувствительных элементов, применяемых в датчиках: Термосопротивления 50П, 100П, 50М, 100М, Pt 100, Pt 1000 и др. Термопары ТХК(Л), ТХА(К), ТНН(Н) и др. Характеристика датчика температуры Эмис-терм указана в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристика датчика температуры Эмис-терм.

Измеряемые среды	жидкость, нефть
Температура окружающей среды	(Минус 60 – 120)°С
Диапазон измеряемых значений	(минус 50 – 1300) °С
Основная погрешность	± 0,40 %
Выходные сигналы	(4 - 20) мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола

2.6.4 Выбор уровнемера

Для решения задач измерения уровня капельной жидкости были рассмотрены следующие виды уровнемеров:

Kobold NUS-R-4;

Rosemount 3300;

ОВЕН ПДУ-И.

Сравнительный анализ датчиков уровня показан в таблице 9.

Сравнительный анализ происходил по следующим критериям:

- предел допускаемой погрешности;
- среднее время наработки на отказ;
- выходные сигналы;
- цена.

Таблица 9 – Сравнительный анализ датчиков уровня

Характеристика/ датчик	Базовая погрешность	Среднее время наработки на отказ	Выходные сигналы	Цена
Kobold NUS-R-4	±0,1%	100 000 ч	(4 - 20) мА	26 000 р
Rosemount 3300	±0,1 %	150 000 ч	(4 - 20)мА, HART	47 700 р
ОВЕН ПДУ-И	±0,2 %	40 000 ч	(4 - 20) мА, HART	8500 р

В качестве датчика уровня был выбран Rosemount 3300, так как он подходит согласно техническому заданию по метрологическим, техническим и требованиям к надежности.

Уровнемер Rosemount 3300 показан на рисунке 9.



Рисунок 9 – Уровнемер Rosemount 3300

Уровнемер 3300 (волноводный радарный уровнемер) — это интеллектуальный двухпроводной прибор, предназначенный для непрерывного измерения уровня. Принцип его действия основан на технологии рефлектометрии с временным разрешением (TDR). Радиоимпульсы малой мощности длительностью несколько наносекунд направляются вниз по зонду, погруженному в технологическую среду. Когда импульс достигает поверхности

среды, уровень которой необходимо измерить, часть энергии отражается в обратном направлении. Временной интервал между моментом передачи импульса и моментом приема эхосигнала пропорционален расстоянию до поверхности или до границы раздела двух жидкостей. Возможность измерений главным образом зависит от коэффициента отражения среды. Чем выше диэлектрическая постоянная, тем мощнее отраженный сигнал и тем шире диапазон измерений. Спокойная поверхность отражает микроволны лучше, чем турбулентная.

Технические характеристики уровнемера Rosemount 3300 представлены в таблице 10

Таблица 10 – Технические характеристики Rosemount 3300.

Диапазон измерений уровня	(0,1 – 23,5) м
Выходной сигнал	(4 - 20) мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола, RS485 Modbus
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерений	±0,1 %
Температура окружающего воздуха	(от минус 50 - 60)°С
Механическое соединение	резьбовое соединение G1"/фланец из алюминиевого сплава
Межповерочный интервал	4 года
Степень защиты корпуса	IP67
Маркировка взрывозащиты	0ExiaIIС(T5/T6)Х, 1ExibIIС(T5/T6)Х, 1ExdIIС(T5/T6)Х

Варианты монтажа приведены на рисунке 10,11.

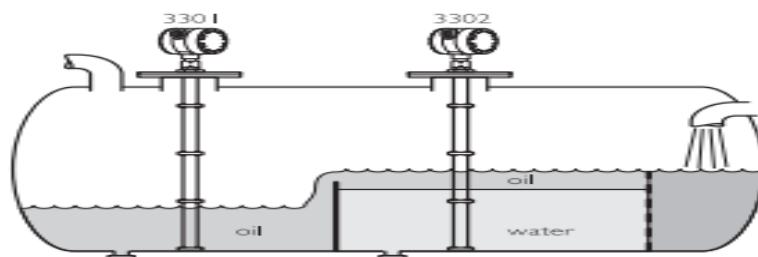


Рисунок 10- Монтаж датчика Rosemount 3300.

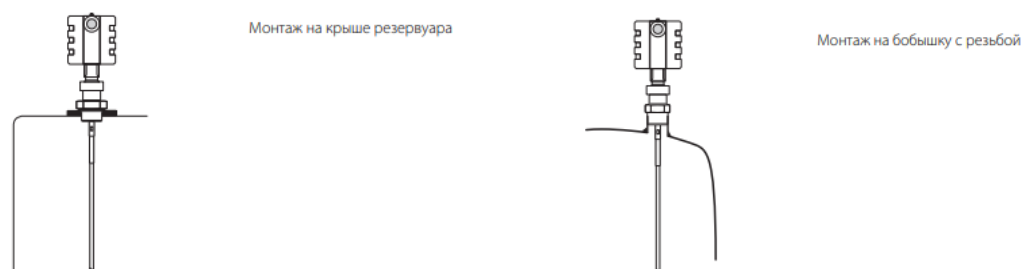


Рисунок 11 – Монтаж датчика Rosemount 3300

2.6.5 Выбор влагомера

При выборе датчиков плотности были рассмотрены следующие варианты поточных плотномеров: ПЛОТ-3М, FD900, DC50 (DS200). Сравнение характеристик плотномеров показана в таблице 11.

Таблица 11 - Сравнение характеристик плотномеров

Характеристика/ датчик	Диапазон измерения, кг/м ³	Базовая погр-ть	Выходные сигналы	Мах давление, МПа	Цена
ПЛОТ-3М	до 1000	±0,05-0,1%	(4 - 20) мА	2,5	22 200 руб.
FD900	до 2100	±0,1 кг/м ³	(4 - 20) Ма	до 6	19тыс.руб.
DC50 (DS200)	до 2000	до ±0,25 кг/м ³	(4 - 20) мА; RS485/Modbus	до 10	34 тыс.руб.

На основе оценки технико-экономических параметров был выбран FD900. Принцип работы основан на эффекте резонанса при колебаниях. Чувствительный элемент, выполненный в виде вилки, возбуждается на резонансной частоте с помощью специальных средств. Данная частота, в свою очередь, зависит от плотности среды, в которой находится вилка, и металла, из которого она изготовлена.

После оценки характеристик различных поточных влагомеров, выбор был остановлен на МВН-1. Рассматривались такие влагомеры как Agar OW302, МВН-1, УДВН-1пМ. Сравнение технико-экономических влагомеров приведено в таблице 12.

Таблица 12– Сравнение характеристик влагомеров

Характеристика/ датчик	Диапазон измерения	Базовая погр-ть	Выходные сигналы	Цена
Agar OW-302	0 – 1 (5;10;20)%	до $\pm 0,05-0,1$ % (в зависимости от диапазона)	(4 - 20) мА; RS485	от 58 тыс.руб.
МВН-1	0 – 3 (6; 10)%	до $\pm 0,05-0,1$ % (в зависимости от диапазона)	(4 - 20) мА; RS485	58 тыс.руб.
УДВН-1пМ	0,1 – 2 (6;10;20;30)%	до $\pm 0,05-0,15$ % (в зависимости от диапазона)	(4-20) мА; RS485	от 82 тыс.руб.



Рисунок 12 - влагомер МВН-1

Как и большинство современных поточных влагомеров, принцип действия МВН-1 основан на поглощении водой энергии микроволнового излучения и очень похож на принцип действия ультразвуковых расходомеров. При изменении (увеличении) доли воды СВЧ-сигнал ослабляется по мощности. Сравнивая полученный СВЧ-сигнал с опорным значением, датчик делает вывод о влагосодержании измеряемой среды. Степень защиты прибора соответствует IP54.

2.6.5.1 Выбор исполнительных механизмов

2.6.5.2 Выбор регулирующего клапана

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

Выбран стандарт присоединения клапана к процессу – европейский стандарт DIN. Выбран клапан фирмы Danfoss VS2 (рисунок 13).

Регулирующий клапан VS2 предназначен для применения с редукторными электрическими приводами АМЕ 10, 13, 20, 23, 30 (Ду равно 20 мм).



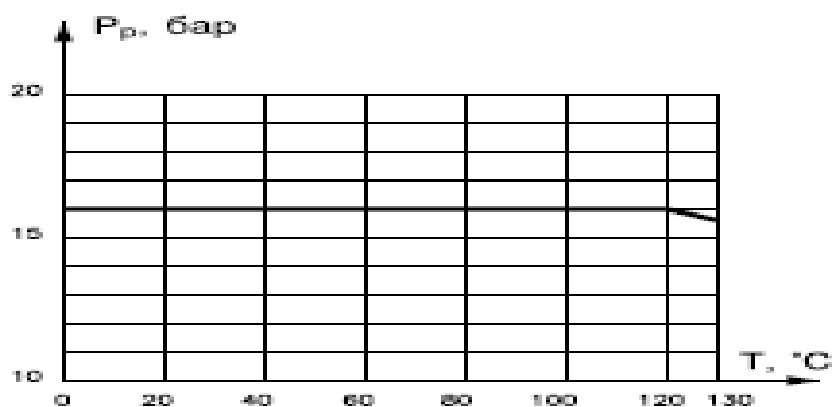
Рисунок 13– Danfoss VS-2

Технические характеристики данного клапана приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики Danfoss VS-2

Условное давление P_y , бар	16
Макс. температура регулируемой среды T , °C	130
Макс. перепад давлений на клапане, преодолеваемый приводами $\Delta P_{кл.}$, бар	10
Макс. перепад давлений для работы клапана в бескавитационном режиме $\Delta P_{рек.}^*$, бар	6*
Динамический диапазон регулирования	50 : 1
Коэффициент начала кавитации Z	$\leq 0,5$
Характеристика регулирования	Линейная — для $D_y = 15$ мм, двойная линейная — для $D_y = 20-25$ мм
Протечка через закрытый клапан, % от K_{vs}	Не более 0,05
Регулируемая среда	Вода 7–10 рН, 30% водный раствор гликоля
Стандарт резьбы	ISO 228-1

Характеристика регулирования приведена на рисунке 14.



Зависимость рабочего давления регулируемой среды от температуры

Рисунок 14– Характеристика регулирования

Габаритно присоединительные размеры приведены на рисунке 15.

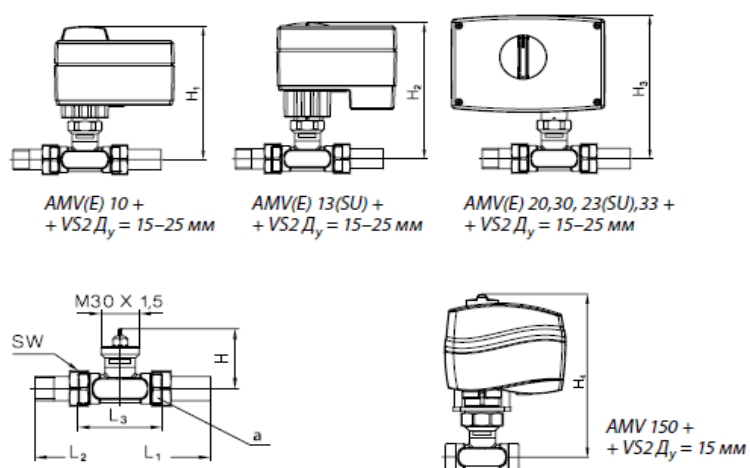


Рисунок 15 – Монтаж Клапана с регулятором

Для управления клапаном выбран электропривод АМЕ 10 (рисунок16):



AME 10

Рисунок 16 – Электропривод АМЕ10

Данный электропривода основан на вентильном двигателе постоянного тока, он позволяет наиболее просто регулировать скорость вращения привода.

Данный привод в отличии от обычных приводов постоянного тока имеет бес коллекторное исполнение, что исключает искрообразование при коммутации. Технические характеристики привода приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики привода АМЕ10

Техническая характеристика	Значение
Тип сигнала управления	(0 - 20) мА,(4 - 20) мА,(0 - 10) В, (2 - 10) В
Класс защиты	IP 57
Питающее напряжение	24 В пост. Тока
Тип электропривода	Вентильный двигатель постоянного тока
Температурный диапазон, °С	От минус (20 - 60)

2.7 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации (далее - ФСА) – это технический документ, входящий в основной комплект рабочих чертежей проектируемой системы автоматизации, согласно ГОСТ 21.408 - 2013. ФСА создается с целью отображения основных технических решений. Объект управления рассматривается как комплекс оборудования (основного и вспомогательного) со встроенными в него органами.

На ФСА изображают технологическое оборудование и связующие элементы (пример – трубопроводы, воздухопроводы) АС, средства автоматизации и контуры, отвечающие за контроль, регулирование и управление, а также, при необходимости, линии связи между ними.

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:

- Контроль влагосодержания нефти;
- Контроль расхода поступающей нефти;
- Контроль давления на входной линии;
- Контроль и сигнализация уровня в сепараторе;
- Контроль и сигнализация температуры в сепараторе;
- Контроль и сигнализация давления в сепараторе;
- Контроль и регулирование газа;
- Контроль расхода газа;
- Контроль качества газа;
- Контроль и регулирование влагосодержания нефти;
- Контроль расхода нефти;
- Контроль расхода воды на дренаж;
- Контроль расхода воды;
- Контроль температуры двигателей

В приложении Б приведена функциональная схема автоматизации системы установки предварительного сброса воды.

2.8 Разработка схемы информационных потоков УПСВ

Схема информационных потоков (рисунок 17) можно разделить на несколько уровней.

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

На следующем уровне ПЛК направляет потоки преобразованной информации, как на АРМ оператора, так и в сервер архивирования. АРМ принимает и отображает полученную информацию. От АРМ могут поступать команды управления, передаваемые на ПЛК. Действия оператора в виде

журналов событий, системных сообщений направляются в сервер архивирования. В сервере архивирования вся полученная информация структурируется, после чего информация передается в базы данных. Обращаться к базе данных возможно посредством SQL запросов, например, «Показать данные о параметрах ТП за сутки (неделю)» и т.п.

Верхний уровень представлен базой данных информационной сети и АРМ диспетчера, общение между которыми происходит также по средствам SQL запросов. Базы данных среднего и верхнего уровня содержат разные наборы данных (см. таблицу 15).

Таблица 15 – Наборы данных в БД.

База данных АСУ ТП	База данных информационной сети
данные о параметрах ТП	данные об основных параметрах ТП (сокращенный набор)
данные журнала событий	данные оперативных сводок
данные о системных сообщениях	данные о действиях оператора
данные об отчетах	данные об отчетах

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

- объем поступающей нефти, м³/ч,
- качество поступающей нефти, %
- давление на входе в УПСВ, МПа
- уровень нефти в УПСВ, мм,
- температура насосов, °С,
- давление в УПСВ, МПа,
- давление газа на выходе, МПа,
- объем газа на выходе, м³/ч,
- объем нефти на выходе, м³/ч,
- обводненность нефти, %
- давление нефти, МПа.

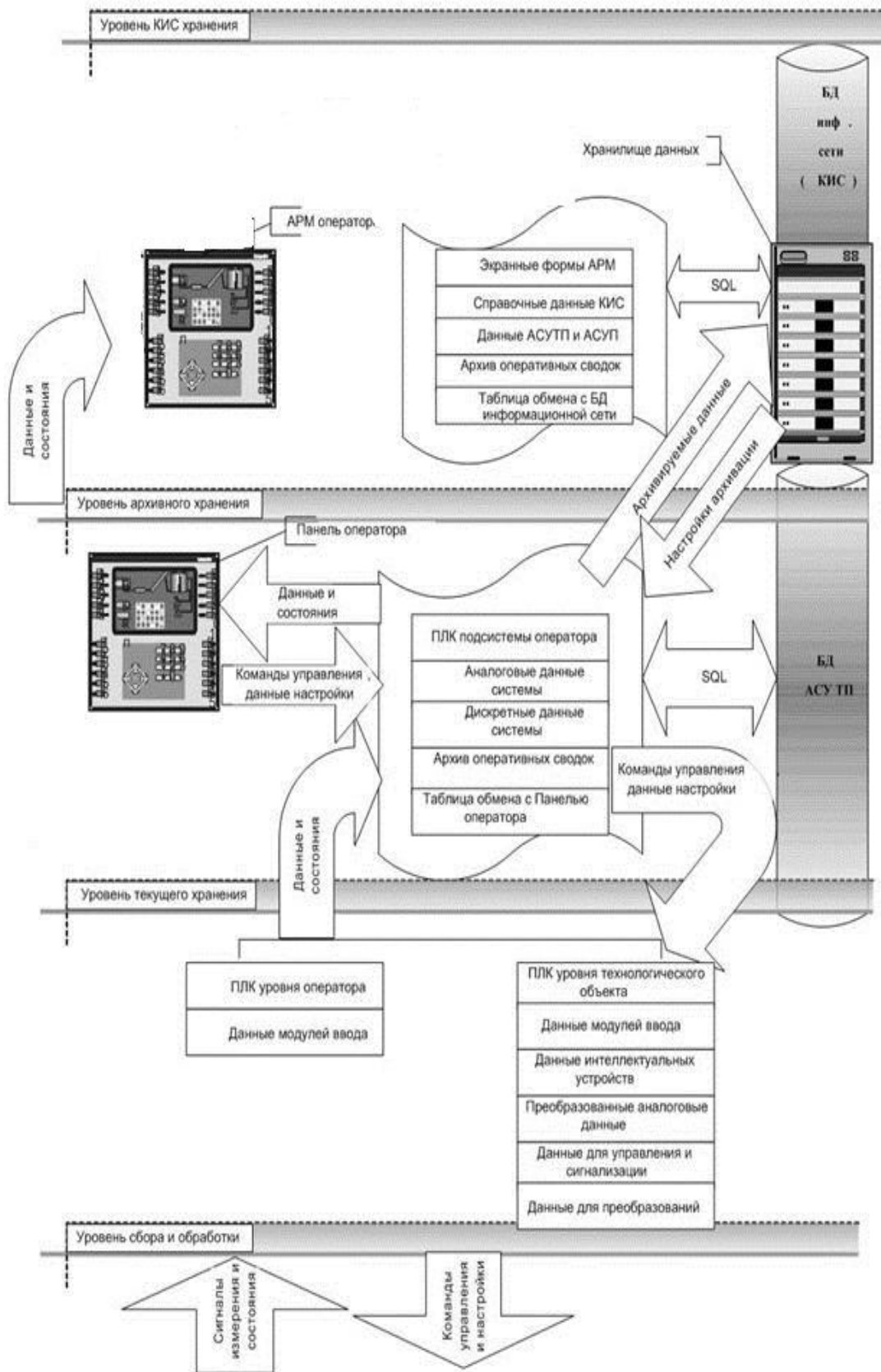


Рисунок 17- Схема информационных потоков.

2.9 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении В. Первичные и внештотовые приборы включают в себя уровнемер, расположенный на УПСВ, расходомер, расположенные на входном трубопроводе и на выходных, а также на самом УПСВ, датчик температуры, расположенный на насосах, датчики давления, расположенные на входных и выходных трубопроводах. Датчик давления, датчик температуры и расходомер - они все имеют на выходе преобразованный сигнал (4 - 20) мА. Передача сигнала с этих устройств на щит КИПиА происходит по тем проводам, в качестве кабеля выбран КВВГнг.

Кабели предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В и частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В, для прокладки в помещениях, каналах, туннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель.

Кабели предназначены для использования в системах АС в температурных условиях (минус 50 - 50)°С. Медные жилы однопроволочные. Изолированные жилы скручены. Кабели марки КВВКнг применяются для обеспечения пожарной безопасности кабельных цепей при прокладке в пучке.

3 Выбор алгоритмов управления АС УПСВ

3.1 Алгоритм сбора данных измерений

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

- алгоритмы пуска (запуска)/ останова технологического оборудования (релейные пусковые схемы) (реализуются на ПЛК и SCADA-форме),
- релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование давления, и т. п.) (реализуются на ПЛК),

- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы централизованного управления АС (реализуются на ПЛК и SCADA-форме) и др.

В данном курсовом проекте разработаны следующие алгоритмы АС:

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

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

В качестве канала измерения выберем канал измерения уровня нефти в резервуаре. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения уровня представлен в приложении Г.

3.2 Модель автоматического регулирования

В процессе работы УПСВ необходимо поддерживать уровень в сепараторе отстойнике.

Максимальный уровень в емкости (ОУ) 2000 мм, минимальный 400 мм. Коэффициенты ОУ были найдены по кривой разгона. Датчик уровня согласно литературным источникам можно считать безынерционным звеном Кизм (16 ма / 1600 мм равно 0,01 мА/мм). Масштабирование переводит сигнал (4 - 20) мА (16 мА) обратно в физическую величину в мм, измеримую датчиком $K_{мас}$ равно 100 мм/А.

Гидродинамка ОУ после замены частных производных на обыкновенные может быть описана апериодическим звеном с запаздыванием.

Расход жидкости в трубе будем считать пропорциональным проценту открытия задвижки (0-100% это один поворот привода изменяет расхода от нуля до $10 \text{ м}^3/\text{ч}$. Тогда коэффициент открытия трубы будет $10 \text{ м}^3/\text{ч} / 100 \%$.

Задвижку можно представить интегрирующим звеном. Привод однооборотного типа (т.е. за 1 оборот полностью открывается или закрывается подача в трубопроводе). Номинальная скорость двигателя равна 400 об/мин. Номинальная рабочая частота электропривода 50 Гц. Тогда коэффициент двигателя будет 400 об/мин / 50 Гц равно 8. Коэффициент передачи частотного преобразователя будет 50 Гц / 16 мА равно 3,25. Постоянные времени взяты из литературных источников Тпч равно 0,1 сек, Тэп равно 0,2 сек. Тпч это лаг электроники ПЧ, Тдв это электромеханическая постоянная времени двигателя.

Преобразователь частоты:

$$T_1 \frac{df}{dt} + f = k_1 \cdot I \quad (1)$$

Электропривод:

$$T_2 \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_2 \cdot f \quad (2)$$

Задвижка

$$\frac{d\alpha}{dt} = \omega$$

Преобразование в %

$$k \cdot \% = \alpha$$

Преобразование в расход

$$k_1 \cdot F = \% \quad (3)$$

Трубопровод:

$$T_3 \frac{dh}{dt} + h = k_3 \cdot F \quad (4)$$

$$f - \text{количество жидкости} \quad (5)$$

d – перемещения штока заслонки

t – время

k – коэффициент расхода

α – Количество поступившей жидкости

h -уровень жидкости

T - расход

w – частота вращения вала

F – выходная частота

Модель с выделенными блоками показана на рисунке 18.

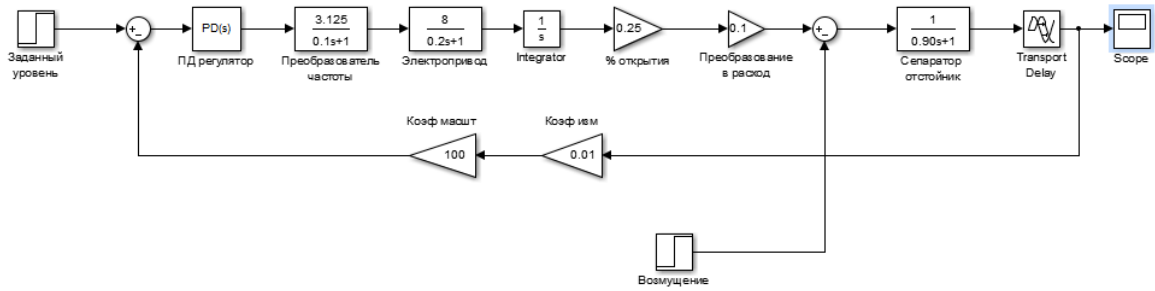


Рисунок 18– Модель САР

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на рисунке 19.

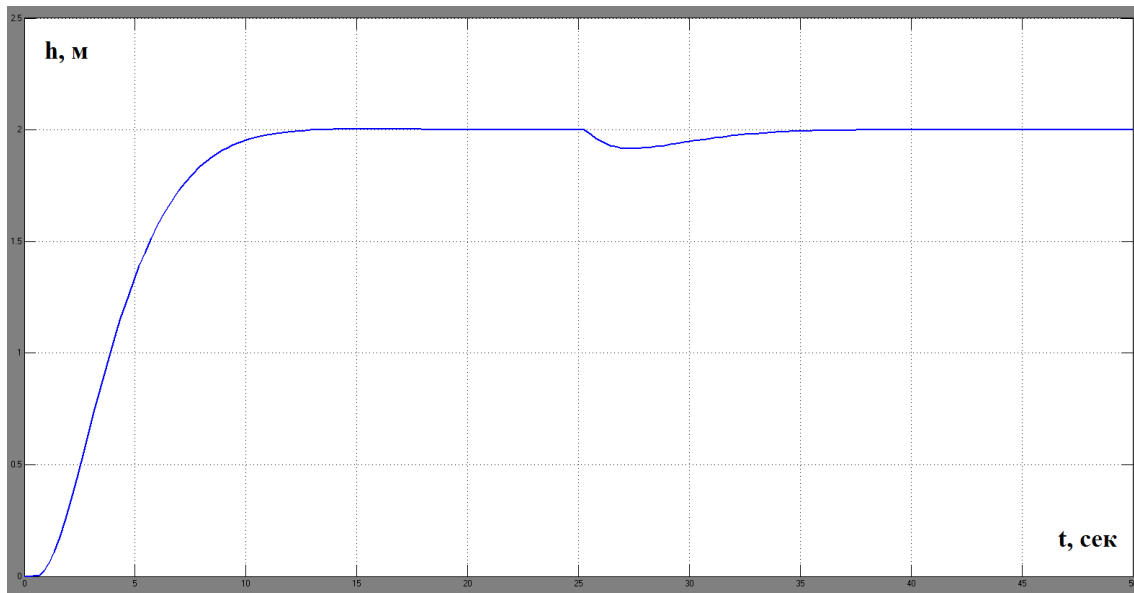


Рисунок 19 – График переходного процесса

Из данного графика видно, что перерегулирование отсутствует. Ошибка равна нулю, перерегулирование отсутствует. На 25 секунде введено возмущающее воздействие. Как видно, система справляется с этим возмущением.

3.2.1 Экранные формы АС УПСВ

Управление в АС УПСВ реализовано с использованием SCADA-системы CodeSys компании. Эта SCADA-система предназначена для обеспечения работы на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система Genesis32 обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

3.2.1.1 Разработка дерева экранных форм

Оператор (пользователь, диспетчер, старший руководитель) может осуществлять навигацию экранных форм с помощью кнопок прямого вызова. После запуска проекта появляется экран учетной записи пользователя, в который нужно заполнить логин и пароль оператора. После этого, если учетная запись оказывается верной, появляется совокупность сигнальных устройств и сигнальных изображений оборудования и внутренних связей контролируемого объекта УПСВ - мнемосхема: сепаратор-отстойник, насосные станции и каналы регулирования. С этих изображений объектов оператор имеет непосредственный доступ к нормативным параметрам УПСВ. Открываются мнемосхемы объектов УПСВ при нажатии на прямоугольную область мнемосхемы основных объектов, соответственно с названием объекта, за объектом которого нужно вести наблюдение. Некоторые мнемосхемы объектов УПСВ могут состоять из дополнительных сигнальных устройств и сигнальных изображений, которые обеспечивают более тщательное наблюдение за

состояние объектов, а также можно управлять этими объектами УПСВ. Открывать дополнительные мнемосхемы нужно нажать на прямоугольную область с нужным названием параметра или на фигуре устройства мнемосхемы объекта УПСВ.

3.2.1.2 Разработка экранных форм АС УПСВ

Интерфейс оператора содержит рабочее окно (рисунок 21), состоящее из следующих областей:

- главное меню;
- область видеокadra;
- окно оперативных сообщений;

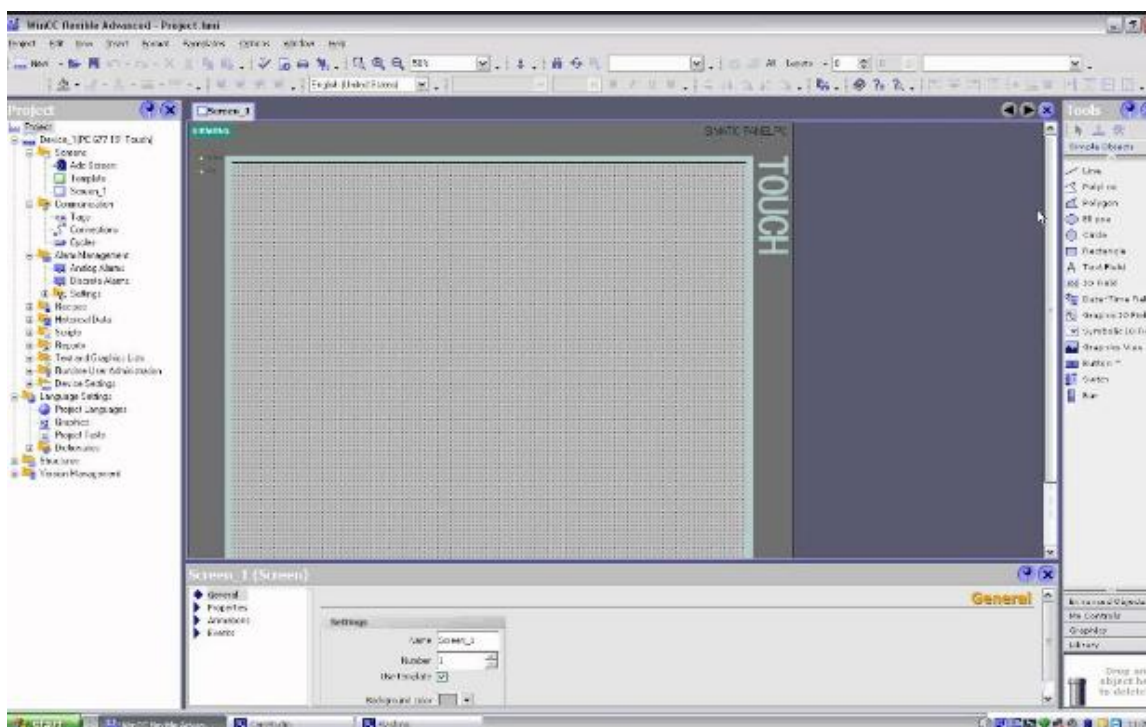


Рисунок 21- рабочее окно.

3.2.1.3 Главное меню

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

- кнопка «ТЕХНОЛ. СХЕМЫ» – вызов меню «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ»;
- кнопка «Тревоги» – вызов журнала тревог;

– кнопка-индикатор «Блокировки» – Блокировка мнемосхем;

– кнопка «Сигнализации» – вызов журнала сигнализации;

Используемые кнопки-индикаторы имеют цветовую кодировку. Цветовая кодировка индикаторов представлена в таблице 16.

Таблица 16

Индикатор	Цвет	Значение
УПСВ 1, УПСВ 2, УПСВ 3, УПСВ 4,	зеленый	Агрегат/объект включен
	желтый	Агрегат/объект отключен
	оранжевый	Агрегат находится в режиме «Резерв»
	красный	Авария агрегата/объекта

3.2.1.4 Область видеокadra

Видеокadры служат для наблюдения за системой, за состоянием технологического оборудования и за правильной эксплуатацией этого оборудования. В состав видеокadров входят:

- мнемосхемы, которые отображают тех. информацию;
- всплывающие окна управления и установки режимов объектов и параметров;
- таблицы, которые позволяют нам вручную вводить информацию разного характера.
- таблицы, которые отображают различную технологическую информацию, которая не входит в состав мнемосхем.

В области видеокadра АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- УПСВ ОБЩАЯ
- УПСВ 1;
- УПСВ 2;
- УПСВ 3;
- УПСВ 4;

На мнемосхеме «УПСВ-1» отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры УПСВ-1;
- измеряемые параметры трубопроводов;
- состояние и режим работы задвижек.

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

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, в частности – нефтедобывающие компании. Для данных предприятий разрабатывается модернизация АС установки предварительного сброса пластовой воды.

В таблице 17 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 17- Карта сегментирования рынка

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

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

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 18:

Таблица 18 – оценочная карта.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,07	5	2	4	0,36	0,14	0,29
Удобство в эксплуатации	0,06	4	3	3	0,29	0,21	0,21
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,14	0,21	0,14
Энергоэкономичность	0,09	5	4	2	0,36	0,29	0,14
Надежность	0,15	4	5	5	0,29	0,36	0,36
Безопасность	0,15	4	5	5	0,29	0,36	0,36
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,14	0,36	0,21
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	3	5	0,36	0,21	0,36
Простота эксплуатации	0,06	4	5	4	0,29	0,36	0,29
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,14	0,07	0,21
Уровень проникновения на рынок	0,03	2	3	3	0,14	0,21	0,21
Цена	0,06	3	5	1	0,21	0,36	0,07
Послепродажное обслуживание	0,1	5	3	3	0,36	0,21	0,21

Продолжение таблицы 18 - оценочная карта.

Итого:	1	51	50	48	3,66	3,57	3,42
--------	---	----	----	----	------	------	------

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая модернизация АС установки предварительного сброса пластовой воды является наиболее эффективной. Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как меньшее увеличение производительности, более низкая устойчивость и надежность, высокая цена и низкий срок эксплуатации.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р), исполнитель (И).

Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 19.

Таблица 19 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исп-ля	Загрузка
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Р	Р-100%
Проведение НИР				
Выбор направления исследования	2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, И	Р-50%, И-100%

Продолжение таблицы 19 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

	3	Разработка и утверждение техзадания (ТЗ)	Р, И	Р-100%, И-100%
	4	Календарное планирование работ	Р, И	Р-50%, И-100%
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка структурных схем	И	И-100%
	6	Разработка функциональных схем	И	И-100%
	7	Выбор технических средств автоматизации	И,Р	Р-50% И-100%
	8	Выбор алгоритмов управления	И,Р	Р-50% И-100%
	9	Разработка экранной формы	И	И-100%
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	И	И-100%

4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48 \quad (6)$$

В таблице 20 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 20 – Временные показатели проведения работ

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ			Трудоемкость работ			
		T _{min} , чел- дн.	T _{max} , чел- дн.	T _{ож} , чел- дн.	T _р , раб.дн Р	T _р , раб.дн И	T _{кд} Дн. Р	T _{кд} Дн. И
1	Р	1	2	1,4	1,4	-	2,07	-
2	Р, И	1	2	1,4	0,7	1,4	1,04	2,07
3	Р, И	2	3	2,4	2,4	2,4	3,6	3,6
4	Р, И	1	2	1,4	0,7	1,4	1,04	2,07
5	И	2	3	2,4	-	2,4	-	3,6
6	И	5	10	7	-	7	-	10,4
7	Р, И	2	3	2,4	1,2	2,4	1,78	3,6
8	Р, И	3	6	4,2	2,1	4,2	3,1	6,2
9	И	3	6	4,2	-	4,2	-	6,2
10	И	1	2	1,4	-	1,4	-	2,07
итого				28,2	8,5	26,8	12,6	40

На основе таблицы 20 построим график работ – таблица 21. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 21 – план- график

№	Р	И									
			5	10	15	20	25	30	35	40	45
1	2,07	–	■								
2	1.04	2.07	■	■							
3	3.6	3.6		■	■						
4	1.04	2.07		■	■						
5	-	3.6			■	■					
6	-	10.4			■	■	■	■			
7	1.78	3.6					■	■	■		
8	3.1	6.2						■	■		
9	–	6.2							■	■	
10	–	2.07								■	■



-Руководитель



- Исполнитель

4.2.3 Бюджет научно-технического исследования

4.2.4 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}$$

(7)

где m – количество видов материальных ресурсов;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, примем равным 20%.

Расчеты представлены в таблице 22.

Таблица 22 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер Siemens S7- 1500	шт.	1	130000	220000
Расходомер Метран-350	шт.	5	25000	150000
Датчики давления ЭМИС-БАР	шт.	4	32500	156000
Датчик температуры ЭМИС-ТЕРМ	шт.	3	23150	83340
Уровнемер Rosemount 3300	шт.	1	50980	61176
Влагомер МВН-1	шт.	2	58 000	139200
Задвижка VS2	шт.	2	100400	240960
Электропривод АМЕ-10	шт.	2	57800	138720
Итого:				1011396

4.2.5 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования Allen Bradley Micro 850. В таблице 23 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
SCADA	1	34 400	34400
Итого:			34400

Учет транспортно-заготовительных расходов для специального программного обеспечения не требуется.

4.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 24.

Таблица 24 – Основная заработная плата

Исполнители	Оклад руб./мес.	Среднедневная ставка, руб/раб.день	Затраты времени раб.дни	Коэффициент	Заработная плата основная
Руководитель	33664	1342.09	9	1.699	20522
Исполнитель	7864.11	313.56	27	1.62	13715
Итого:					34237

4.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 20522 = 3078$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 13715 = 205$$

(8)

4.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений определяется по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (9)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На 2019 г. взнос в социальные фонды установлен в размере 30% от заработной платы.

Все расчеты сведены в таблицу 25.

Таблица 25 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	20522	3078
Исполнитель	13715	2057
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30	30
Итого:	10271	1540

4.2.9 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают все затраты, не вошедшие в предыдущие

статьи расходов: печать и ксерокопирование, оплата электроэнергии, оплата пользования услугами и пр.

Расчет накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (10)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 15%.

$$Z_{\text{накл}} = (1011396 + 34400 + 34237 + 5135 + 11811) \cdot 0.15 = 164547 \text{ руб}$$

Где 0,15- коэффициент, учитывающий накладные расходы.

4.2.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 26.

Таблица 26 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1011396
2. Затраты на специальное оборудование	34400
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	34237
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5135
5. Отчисления во внебюджетные фонды	11811
6. Накладные расходы	164546
7. Бюджет затрат НИИ	1426071

4.2.11 Оценка экономической эффективности проекта

Экономический эффект данной АСУ ТП заключается в повышении ее надежности и срока эксплуатации примерно в 1,5 раза. Это дает экономию за счет сокращения затрат на ремонтное обслуживание АСУ ТП, следовательно получается экономия на заработной плате ее ремонтно–эксплуатационного персонала и расходе заменяемых элементов в обратном отношении.

Количественная оценка экономического эффекта и эффективности невозможна, ввиду, отсутствия необходимых данных по конкретной технической установке.

5 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Введение

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

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

5.1 Особенности законодательного регулирования проектных решений

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

Согласно ТК РФ от 30.12.2001г. в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти– или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех-бригадный график сменности. При этом ежедневно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

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

К таким органам относятся:

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

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

5.1.1 Эргономические требования к рабочему месту

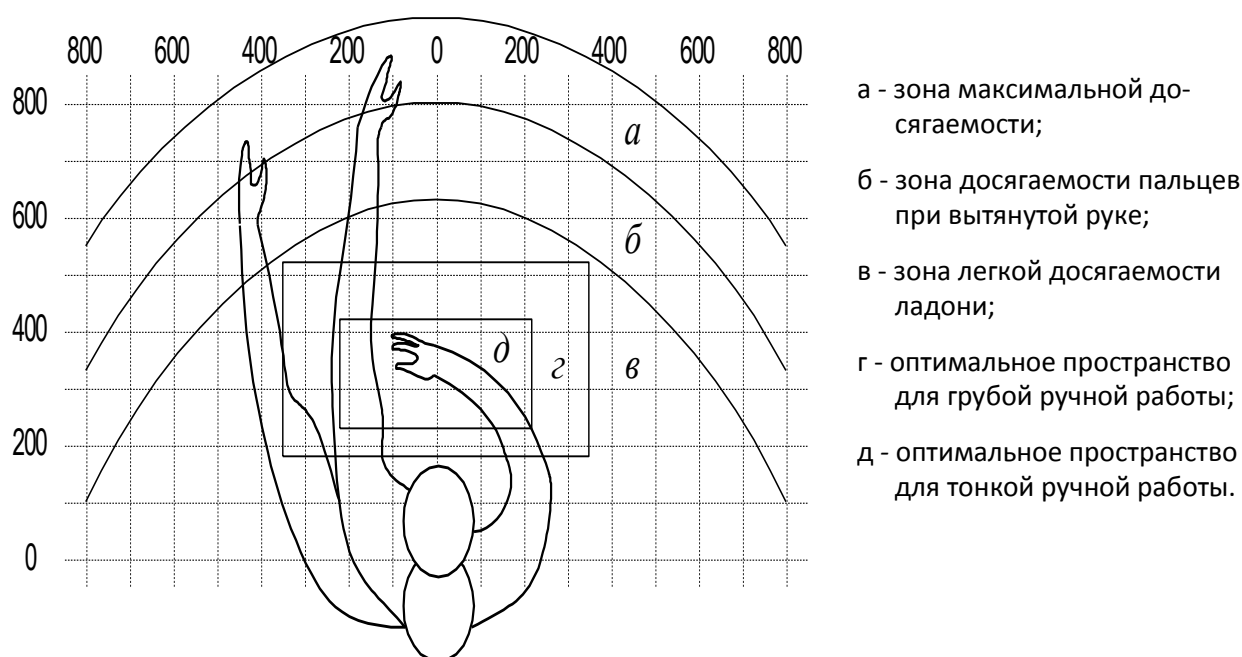


Рисунок 22 – эргономические требования

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости согласно:

- дисплей размещается в зоне «а» (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура – в зоне «г/д»;
- «мышь» – в зоне «в» справа;
- документация, необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – «б», а в выдвижных ящиках стола – редко используемая литература.

5.2 Окраска и коэффициенты отражения

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола:

- окна ориентированы на юг – стены зеленовато–голубого или светло–голубого цвета, пол – зеленый;
- окна ориентированы на север – стены светло–оранжевого или оранжево–желтого цвета, пол – красновато–оранжевый;
- окна ориентированы на восток – стены желто–зеленого цвета, пол зеленый или красновато–оранжевый;
- окна ориентированы на запад – стены желто–зеленого или голубовато–зеленого цвета, пол зеленый или красновато–оранжевый.

В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения для потолка 60–70, для стен 40–50, для пола около 30.

5.3 Производственная безопасность

5.3.1 Анализ вредных и опасных факторов

Возможные опасные и вредные факторы представлены в таблице 27.

Таблица 27 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплу тация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. Превышение уровня шума		+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

Продолжение таблицы 27 - Возможные опасные и вредные факторы

3.Недостаточная освещенность	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
4 Электромагнитные излучения		+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
Электробезопасность	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов

5.4 Анализ вредных факторов

5.5 Отклонения показателей микроклимата

Одним из важных параметров рабочей зоны является окружающая среда. Температура, давление и влажность влияют на условия электробезопасности. Кроме того, состояние микроклимата в помещении, используемом для разработки, оказывает существенное влияние на качество работы и производительность труда, а также на здоровье работников. Недостаточная влажность приводит к интенсивному испарению влаги со слизистых оболочек, их пересыханию и эрозии, загрязнению болезнетворными микробами. Обезвоживание организма на 6% вызывает нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения. Длительное влияние высокой температуры в сочетании со значительной влажностью может привести к накоплению тепла в организме и к гипертермии – состоянию, при котором температура тела повышается до 38-40°С. При гипертермии, и как следствие, тепловом ударе, наблюдается головная боль, головокружение, общая слабость, изменение цветового восприятия, сухость во рту, тошнота, рвота, потовыделение. Пульс и частота дыхания ускоряется, в крови возрастает содержание остаточного азота и молочной кислоты.

Наблюдается бледность, посинение кожи, зрачки расширены, иногда возникают судороги, потеря сознания.

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

Показатели микроклимата разделяются на допустимые значения и оптимальные значения микроклимата. При допустимых значениях работник может ощущать небольшой дискомфорт и понижение работоспособности, при этом ухудшение состояния здоровья возникать не будет. При оптимальных значениях наблюдается высокий уровень работоспособности и обеспечивается нормальное состояние организма работника.

В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены оптимальные величины показателей микроклимата согласно требованиям и приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Теплый	(22 - 24)	(18 - 25)	(40 - 60)	(15 - 75)	0.1	Не больше 0.1
Холодный	(23 - 25)	(20 - 26)	(40 - 60)	(55 при 26°С)	0.1	0.1-0.2

Для обеспечения нормальных метеоусловий и снижения концентрации вредных веществ в операторной предусмотрены естественная и искусственная вентиляция. Естественная вентиляция осуществляется через вентиляционные короба, искусственная вентиляция – общая приточно-вытяжная. Кратность воздуха $K = 3 \text{ ч}^{-3}$. Предусмотрено включение снаружи автомеханической вентиляции.

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха.

Воздуховоды изготавливают из не искрящего и нержавеющей материала, чтобы не возникло статистических зарядов. Воздуховоды заземляют.

В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно и приведен в таблице 29.

Таблица 29– Расход свежего воздуха

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещении
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
(20 – 40) м ³ на человека	Не менее 20

5.6 Повышенный уровень шума

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

производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБА в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 30.

Таблица 30 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБА, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звука, дБА
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	103	91	83	77	73	70	68	66	75

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

5.6.1 Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света

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

Отсутствие хорошего освещения может привести к профессиональным заболеваниям, а также ухудшению концентрации работников. Работа оператора АСУ в основном проводится за дисплеем персонального компьютера, что вынуждает его работать с контрастным фоном, в случае недостаточной освещённости рабочего места. В результате у

работника может ухудшиться зрения, а также возникнуть переутомление. То же самое происходит и при избыточном освещении помещения.

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

Работа оператора АСУ относится к IV разряду зрительной работы (средней точности). Наименьший размер объекта различения составляет (0.3 – 0.5) мм.

Нормирование освещенности для работы с ПК показано в таблице 31.

Таблица 31 – Нормирование освещенности для работы с ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КЕО е _н , %, при	
									верхнем или комбинированном	боковом
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100*	21 18**	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	24 18**	20 15***	2,5	0,7

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Требования к освещению на рабочих местах с ПК

Освещенность на рабочем столе	300–500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

В случае отключения рабочего освещения предусмотрено аварийное освещение $E = 10$ лк.

Эвакуационное освещение предусмотрено в проходах, на лестницах, которое обеспечивает освещенность в помещениях 0,5 лк, на открытых территориях 0,2 лк.

5.6.2 Электромагнитное излучение

Одним из важных факторов, влияющих на здоровье человека - является электромагнитные излучения. Электромагнитные излучения - электромагнитные волны, возбуждаемые различными излучающими объектами, заряженными частицами, атомами, молекулами, антеннами и пр. В зависимости от длины волны различают гамма-излучение, рентгеновское, ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, радиоволны и низкочастотные электромагнитные колебания. Источником электромагнитных излучений в нашем случае является дисплей компьютера. Спектр излучения компьютерного монитора включает в себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Малые дозы облучения могут привести к раковым заболеваниям, нарушениям нервной, эндокринной и сердечно-сосудистых систем, которые являются обратимыми, если прекратить воздействия. Обратимость функциональных сдвигов не является беспредельной и определяется интенсивностью, длительностью излучения и индивидуальными особенностями организма.

Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Требования к уровням электромагнитных полей на рабочих места, оборудованных ПВМ представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот (5 Гц – 2 кГц)	25 В/м
	В диапазоне частот (2 кГц – 400 кГц)	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	В диапазоне частот (5 Гц – 2 кГц)	250 нТл
	В диапазоне частот (2 Гц – 400 кГц)	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для снижения воздействия электромагнитного излучения применяют следующие меры:

- расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см;
- применение экранных защитных фильтров, а также средств индивидуальной защиты.

5.7 Электробезопасность

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

Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Это может произойти по оплошности в случае прикосновения к открытым токоведущим частям, но чаще всего из-за различных причин (перегрузки, не совсем качественная изоляция, механические повреждения и др.). В процессе эксплуатации может ухудшиться изоляция токоведущих частей, в том числе шнуров питания, в результате чего они могут оказаться под напряжением, и случайное

прикосновение к ним чревато электротравмой, а в тяжелых случаях — и гибелью человека.

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

ПЭВМ и периферийные устройства являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При работе с компьютером возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Рабочие места с ПЭВМ должны быть оборудованы защитным занулением; подача электрического тока в помещение должна осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Помещение, в котором расположено рабочее место, относится к категории без повышенной опасности, и соответствует установленным условиям:

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

6 Экологическая безопасность

В процессе эксплуатации УКПГ, а именно контроль качества газа и его учета, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим.

Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются «Методика по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу».

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

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

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

7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

7.1 Пожарная безопасность

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

К основным причинам пожаров на УКПГ можно отнести следующие:

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

Пожарная безопасность на УКПГ в соответствии с требованиями ГОСТ Р 22.0.01-2016 должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения утечки природного газа;

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

Как известно, горение природного газа или взрыв происходит в непроветриваемых помещениях при ПДК 5%-15%. Основным приемом для предотвращения возгорания является своевременное перекрытие запорной арматуры, с целью отключения участка возгорания от подачи газа. Также на территории УКПГ должен иметься пожарный щит с наличием средств пожаротушения. Наличие в неветриваемых помещениях сигнализаторов с чувствительными элементами, сигнализирующие об утечки газа. На территории УКПГ быть установлены знаки пожарной безопасности для обозначения места расположения пожарного инвентаря, оборудования, гидрантов, колодцев и т.д., проходов к нему, схема эвакуации, а также для обозначения запретов на действия, нарушающие пожарную безопасность.

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

Мероприятия по предупреждению пожара:

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

Вывод

В рамках данного раздела были рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением безопасности труда оператора УКПГ. На основании данных исследований были проанализированы вредные факторы, влияющие на операторов в процессе работы, такие как длительные статические нагрузки, неправильное освещение рабочего места, излучения мониторов, производственные шумы, ионизация воздуха в помещении, а также следствие влияния этих факторов на работающего в виде переутомляемости или профессиональных заболеваний. С учетом этого приведены рекомендации по организации рабочего места оператора, позволяющие повысить производительность труда и свести к минимуму вероятность профессионального заболевания.

Заключение

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления установки предварительного сброса воды. В ходе курсового проекта был изучен технологический процесс перекачки нефти на УПСВ. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации УПСВ, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Системы автоматизации УПСВ, диспетчерского контроля и управления были спроектированы на базе полевых устройств, промышленных контроллеров Siemens SIMATIC S7-1500 и программного SCADA-пакета. В данном курсовом проекте была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/останова технологического оборудования и управления сбором данных. Для разработанных алгоритмов было разработано программное обеспечение для ПЛК с помощью программной среды Siemens Step7. Для поддержания уровня нефти в сепараторе на выходе подпорной насосной станции был выбран способ регулирования уровня (дросселирование) и разработан алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД-регулятор). В заключительной части курсового проекта были разработаны дерево экранных форм, мнемосхемы УПСВ и объектов УПСВ. Таким образом, спроектированная САУ УПСВ не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями. Кроме того, SCADA-пакет, который используется на всех уровнях автоматизации УПСВ, позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем.

Conclusion

As a result of the work performed, a system for automated control of a preliminary water discharge facility was developed. During the course project was studied the technological process of pumping oil to the PWS. Were developed structural and functional automation schemes POSV, allowing to determine the composition of the necessary equipment and the number of data channels and signals. The automation systems for UPSV, dispatch control and management were designed on the basis of field devices, industrial controllers Siemens SIMATIC S7-1500 and software SCADA-package. In this course project, an external wiring diagram was developed, which makes it possible to understand the system for transmitting signals from field devices to the instrumentation and control panel and operator workstation, and, in the event of faults, it is easy to eliminate them. For the control of technological equipment and data collection, algorithms were developed for starting / stopping technological equipment and controlling data collection. For the developed algorithms, software for the PLC was developed using the Siemens Step7 software environment. To maintain the level of oil in the separator, a level control method (throttling) was selected at the outlet of the retaining pump station and an algorithm for automatic pressure control was developed (a PID controller was developed). In the final part of the course project, a tree of screen forms, a PWS mimic, and a PWH facility were developed. Thus, the designed ACS UPSW not only satisfies the current requirements for the automation system, but also has high flexibility, allowing to modify and modernize the developed ACS in accordance with the requirements that increase during the entire lifetime. In addition, SCADA-package, which is used at all levels of automation of PWS, allows the customer to reduce the cost of staff training and system operation.

Список используемых источников

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

12.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

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

14.ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

15.ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

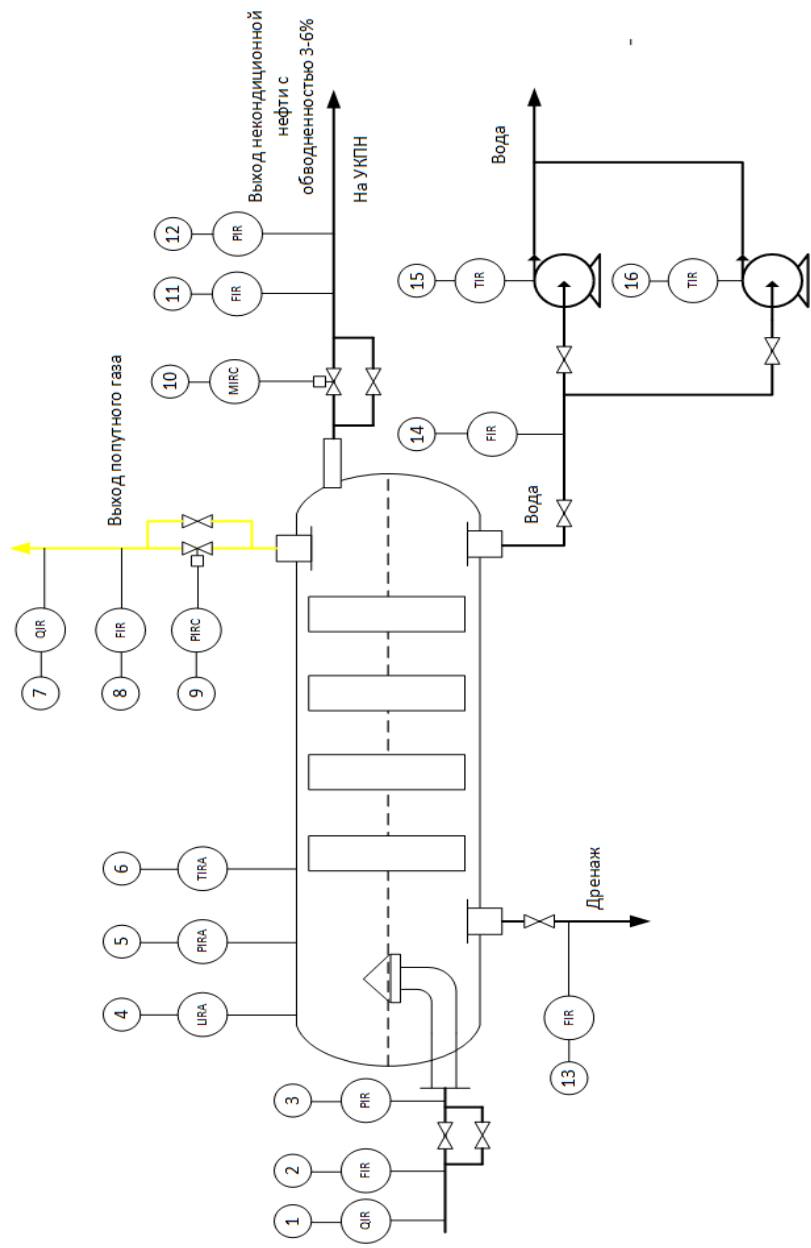
16.ВППБ 01-04-98. Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций газовой промышленности.

17.ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

18.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ.

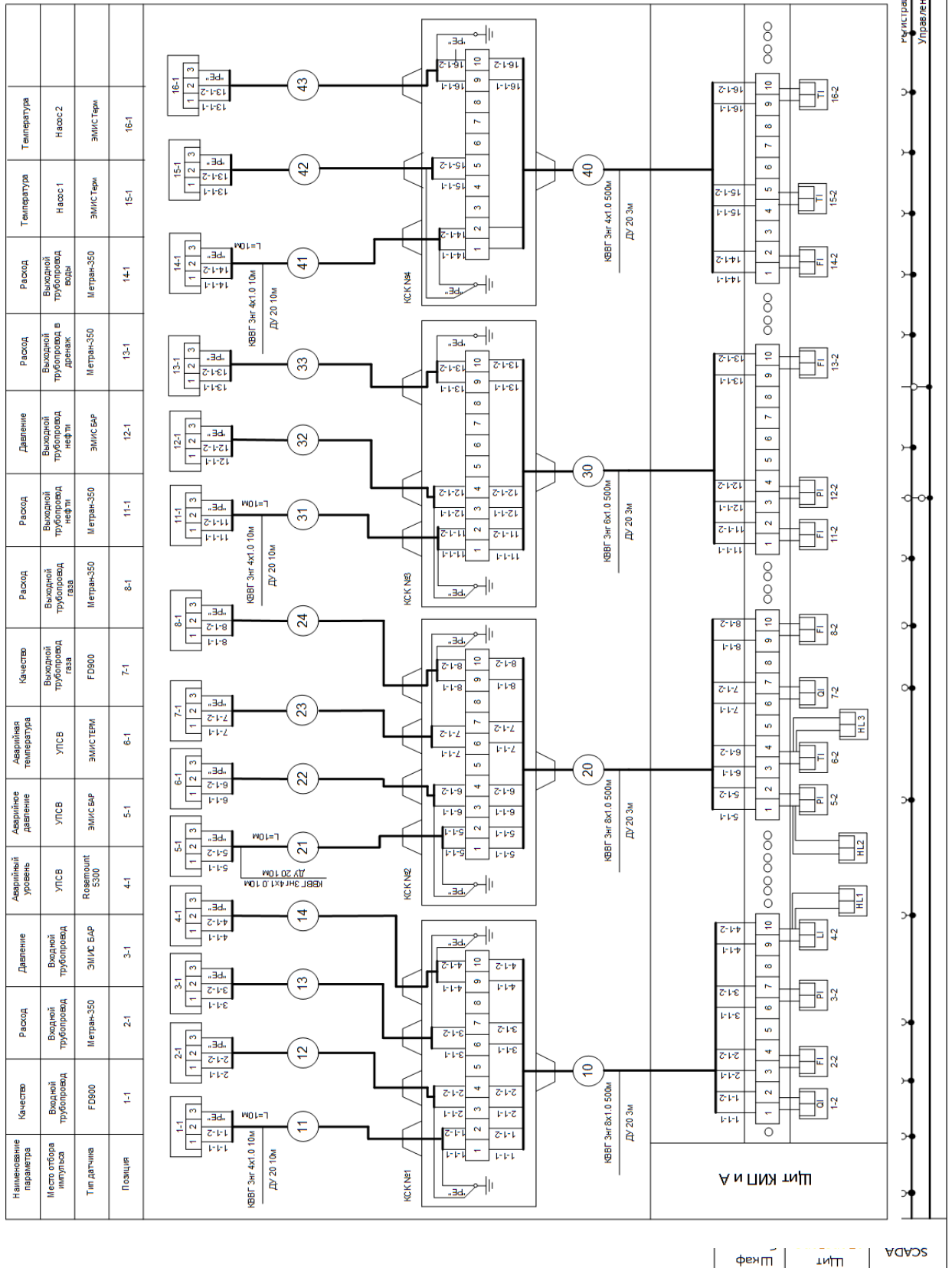
Приложение А (обязательное)

Схема Технологического процесса



Приложение В (обязательное)

схема внешней проводки



Приложение Г (обязательное)

Алгоритм сбора данных

