

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



Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование автоматизированной системы управления установки предварительного сбора воды

УДК 681.586:628.11

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ТЗ1	Ибрагимов Жамшид Мирзали угли		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Семенов Николай Михайлович			
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение автоматизации и робототехники

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

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3–8Т31	Ибрагимову Жамшиду Мирзали угли

Тема работы:

Проектирование автоматизированной системы управления установки предварительного сбора воды	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Описание технологического процесса 2 Выбор архитектуры АС 3 Разработка структурной схемы АС 4 Функциональная схема автоматизации 5 Разработка схемы информационных потоков АС 6 Выбор средств реализации АС 7 Разработка схемы соединения внешних проводок 8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 9 Разработка экранных форм АС
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio 2 Перечень входных/выходных сигналов ТП 3 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio 4 Схема информационных потоков 5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab 6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма 7 Дерево экранных форм 8 SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта 9 Обобщенная структура управления АС 10 Трехуровневая структура АС
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<p>Старший преподаватель ШИП Шаповалова Наталья Владимировна</p>
Социальная ответственность	<p>Ассистент ИШХБМТ Невский Егор Сергеевич</p>

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
Старший преподаватель	Семенов Н. М.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Ибрагимов Жамшид Мирзали угли		

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

Инженерная школа информационных технологий и роботехники
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов
и производств
Уровень образования-бакалавр
Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования – бакалавр
Период выполнения – весенний семестр 2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2018 г.	Основная часть	60
04.05.2018 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
04.05.2018 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Семенов Н. М.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Воронин А.В.	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 100 страниц машинописного текста, 27 таблиц, 16 рисунков, 1 список использованных источников из 17 наименований, 7 приложений.

Объектом исследования является установка предварительного сброса воды (УПСВ).

Цель работы — разработка автоматизированной системы управления УПСВ с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Siemens SIMATIC S7-300 с применением SCADA-системы SIMATIC WinCC.

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

Ниже представлен перечень ключевых слов.

УСТАНОВКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СБРОСА ВОДЫ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, ИНТЕРФЕЙС, SCADA-СИСТЕМА.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛОССАРИЙ.....	9
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	11
ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	13
1.1 Назначение и состав УПСВ	13
1.2 Общие положения	13
1.3 Требования к АСУ ТП.....	14
1.4 Требования к техническому обеспечению	15
1.5 Требования к программному обеспечению.....	16
1.6 Требования к математическому обеспечению	17
1.7 Требования к информационному обеспечению.....	17
1.8 Требования к метрологическому обеспечению	17
2 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	18
2.1 Описание технологического процесса и технологической схемы объекта	18
2.2 О объекта автоматизации	20
2.3 Выбор архитектуры АС	22
2.4 Разработка структурной схемы АС.....	28
2.5 Функциональная схема автоматизации	30
2.6 Разработка схемы информационных потоков	30
2.7 Выбор средств реализации АСУ ТП УПСВ.....	34
2.7.1 Выбор контроллерного оборудования.....	35
2.7.2 Выбор датчиков температуры.....	41
2.7.3 Выбор датчиков расхода.....	42
2.7.4 Выбор датчиков давления.....	43
2.7.5 Нормирование погрешности канала измерений.....	44
2.7.6 Выбор исполнительных механизмов.....	46
2.8 Разработка принципиальной электрической схемы управления электроприводом.....	47
2.9 Разработка схемы соединений внешних проводов.....	48
2.10 Выбор алгоритмов управления.....	49
2.10.1 Алгоритм управления технологическим оборудованием	49
2.10.2 Алгоритм автоматического ПИД-регулирования технологического параметра.....	52
2.10.3 Разработка ПО для ПЛК.....	56
2.11 Разработка экранных форм	56
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	60
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	60
3.2 Анализ конкурентных технических решений.....	60
3.3 SWOT – анализ.....	62
3.4 Планирование научно-исследовательских работ	63
3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	63

3.5	Разработка графика проведения научного исследования.....	64
3.6	Бюджет научно-технического исследования	66
3.6.1	Расчет материальных затрат.....	66
3.6.2	Расчет затрат на специальное оборудование.....	66
3.6.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	67
3.6.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	68
3.6.5	Накладные расходы.....	68
3.6.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	69
4.	Социальная ответственность	74
4.1.	Анализ вредных факторов	75
4.1.1.	Повышенный уровень шума.....	75
4.1.2.	Повышенный уровень вибрации.....	76
4.1.3.	Электромагнитное излучение.....	77
4.2.	Анализ опасных факторов	79
4.2.1.	Электробезопасность.....	79
4.3.	Экологическая безопасность	81
4.4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	82
4.4.1.	Пожарная безопасность	82
4.5.	Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	84
4.5.1.	Эргономические требования к рабочему месту	84
	Заключение	86
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	87
	Приложение А. Технологическая схема	90
	Приложение Б. Перечень вход/выходных сигналов.....	91
	Приложение В. Схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013	91
	Приложение Г. Трехуровневая структурная схема	93
	Приложение Д. Схема внешних проводок	94
	Приложение Е. Мнемосхема.....	95
	Приложение Ж. Опросные листы.....	96
	Опросный лист для заказа датчика давления.....	100

ГЛОССАРИЙ

Термин	Определение
АС	Автоматизированная система — это комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая, подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации.
Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)	Совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.
Информационное обеспечение	Совокупность форм документов, классификаторов, нормативной базы и реализованных решений по объемам, размещению и формам существования информации, применяемой в автоматизированной системе при ее функционировании.
Спецификация изделия	Нормативно-технический документ, регламентирующий порядок выполнения технологических операций, нормы расхода материальных, временных и трудовых ресурсов, типы исходных материалов и полуфабрикатов, поступающих на входы технологических операций.
Профиль АС	Понятие «профиль» (ГОСТ Р ИСО`МЭК ТО 10000-1-99) определяется как <i>подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий, необходимые для реализации требуемых наборов функций АС</i> . Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM (Open System Environment/Reference Model), предложена в ГОСТ Р ИСО`МЭК ТО 10000-3-99.
Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, ModBus, HART, ProfiBus DP, ModBus RTU, ModBus+, DeviceNet)	Набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включенными в соединение программируемыми устройствами.
Техническое задание на АС (ТЗ)	Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы.
Технологический процесс (ТП)	Технологический процесс — последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов).
СУБД	Система управления базами данных — это совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным.
Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы — это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС

<p style="text-align: center;">SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управле- ние и сбор данных)</p>	<p>Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных</p>
<p style="text-align: center;">ФЮРА.425280</p>	<p>ФЮРА это – код организации разработчика проекта (ТПУ); 425280 это – код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85 (в соответствии с шестизначный классификационной характеристикой ОКП этот код означает проектирование распределенного автоматизированного управления технологическим объектом)</p>

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Аббревиатура	Краткая характеристика
OSI (Open Systems Interconnection)	Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем
PLC (Programmable Logic Controllers)	Программируемые логические контроллеры (ПЛК).
HMI (Human Machine Interface)	Человеко-машинный интерфейс
OSE/RM (Open System Environment Reference Model)	Базовая модель среды открытых систем
API (Application Program Interface)	Интерфейс прикладных программ
EI (External Environment Interface)	Интерфейс внешнего окружения
OPC (Object Protocol Control)	OLE для управления процессами
OLE (Object Linking and Embedding)	Протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ
SNMP (Simple Network Management Protocol)	Протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP
ODBC (Open DataBase Connectivity)	Программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных)
ANSI/ISA (American National Standards Institute/ Instrument Society of America)	Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей
DIN (Deutsches Institut für Normung)	Немецкий институт по стандартизации
IP (International Protection)	Степень защиты
LD (Ladder Diagram)	Язык релейной (лестничной) логики
ППЗУ	Программируемое постоянное запоминающее устройство
КМРО	Клапан малогабаритный регулирующий отсекающий
АЦП	Аналого-цифровой преобразователь
ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь
УПСВ	Установка предварительного сброса воды
КИПиА	Контрольно-измерительные приборы и автоматика
ВНИИМС	Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы
САР	Система автоматического регулирования
САУ	Система автоматизированного управления
ПАЗ	Противоаварийная автоматическая защита
ПО	Программное обеспечение
УСО	Устройство сопряжения (связи) с объектом, устройство ввода/вывода
ТП	Технологический процесс
ПФ	Передаточная функция
РО	Регулирующий орган
ИМ	Исполнительный механизм
БТ	Блок тепловой защиты
АС	Автоматизированная система
ПЛК	Программируемый логический контроллер
НГС	Нефтегазосепаратор

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, нефть извлекается из пласта в виде водогазонефтяной смеси (флюида). И для дальнейшего ее транспортирования и реализации потребителю должен быть совершен процесс по подготовке продукции скважины – очистка ее от газа, обезвоживание, очистка от механических примесей, а иногда и обессоливание при подготовке нефти.

Одним из основных этапов подготовки нефти является предварительный сброс воды. Именно проектирование автоматизированной системы управления данным технологическим процессом и рассматривается в данной работе.

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

Система автоматизации обеспечивает централизованный контроль над работой технологических агрегатов, сигнализацию отклонений параметров от регламентных норм, дистанционное управление исполнительными механизмами, регулирование отдельных технологических параметров, защиту технологического процесса и оборудования при возникновении аварийных ситуаций.

1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Назначение и состав УПСВ

Установка предварительного сброса воды (УПСВ) предназначена для отделения и сброса пластовой воды и очистки ее от нефти и механических примесей до требуемых значений на кустовых площадках, установках подготовки нефти (УПН) и площадках ДНС.

В состав УПСВ входят:

- нефтенагреватели ПТБ-10 – 4 шт.;
- промежуточные сепараторы С-1, С-2, С-3, С-3/1 типа НГС-100 – 4 шт.;
- отстойники горизонтальные нефти ОГН-200 – 3 шт.;
- электродегидраторы ЭГ-200 – 4 шт.;
- концевая сепарационная установка С-4 ... С-8 типа НГС-100 – 5 шт.;
- узел улавливания конденсата;
- установка ввода реагента;
- склад хранения реагента;
- аварийная емкость $V = 40 \text{ м}^3$ – 5 шт.;
- емкость подземная $V = 16 \text{ м}^3$.

Технологическая схема приведена в приложении А.

1.2 Общие положения

Основными целями создания АСУ ТП УПСВ являются:

- поддержание заданных параметров технологического процесса в автоматическом режиме;
- повышение надежности работы УПСВ и предотвращение аварийных ситуаций;
- сокращение (до минимума) времени и объема обслуживания и ремонта УПСВ;
- передача текущей информации в центральный диспетчерский пункт;

–достижение высоких технико-экономических показателей работы УПСВ;

–обеспечение максимальной безопасности эксплуатации объектов и сохранение условий окружающей среды.

1.3 Требования к АСУ ТП

Автоматизированная система управления УПСВ предназначена для круглосуточной круглогодичной работы в двух режимах:

– режим контроля – система только отслеживает состояние установки в целом; архивируются основные технологические параметры, действия оператора и события; установкой управляет оператор, выдавая команды на исполнительные органы с клавиатуры ПЭВМ или с пульта оператора; алгоритмы управления заблокированы;

– режим автоматического регулирования – система контролирует состояние установки и управляет процессом обезвоживания нефти; управление оператору может быть передано либо по его требованию, либо в случае аварийной ситуации.

АСУ ТП УПСВ должна обеспечивать:

–регулирование технологических процессов объектов УПСВ в автоматическом режиме и в режиме дистанционного контроля и управления;

– визуализацию технологических процессов в виде видеокадров мнемосхем;

–архивацию событий и значений отдельных технологических параметров;

–возможность коррекции исходных данных и непосредственное управление оператором установкой с клавиатуры ПЭВМ;

–периодическую выдачу рапортов и отчетов;

–диагностику системы сбора информации и управления исполнительными органами.

Вся информация о работе УПСВ должна передаваться в местные пункты управления (МПУ) оборудованием, операторную УПСВ, а также диспетчерский пункт управления (ДПУ) цеха.

1.4 Требования к техническому обеспечению

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

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

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

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

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

- время наработки на отказ не менее 50 тыс. час;
- срок службы не менее 10 лет.

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

внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

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

1.5 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

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

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

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

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

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

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

1.6 Требования к математическому обеспечению

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

1.7 Требования к информационному обеспечению

По результатам проектирования должны быть представлены:

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

В состав информационного обеспечения должны входить:

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

1.8 Требования к метрологическому обеспечению

Полная приведенная погрешность модулей измерительных каналов не должна превышать $\pm 0,5$ %. При расчете погрешности канала измерения должны учитываться все элементы, входящие в измерительную цепь.

2 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание технологического процесса и технологической схемы объекта

При нормальном технологическом режиме работы сырая нефть (температура до 23 °С, давление до 0,8 МПа) поступает на УПСВ.

Отбор проб нефти производится с трубопровода подачи нефти через пробоотборное устройство ЩПУ-1-500.

При нарушении режима работы или при аварии сырая нефть открытием задвижки подается через сепараторы С-7, 8 (тип НГС 1-6-3000-09Г2С) в резервуарный парк в РВС № 4, 6, 8.

Поступающая на УПСВ эмульсия направляется в нагреватели П-1...4 через задвижки, где нагревается до $T = 45...55$ °С.

Управление нагревателями (ПТБ-10) осуществляется автоматизированным комплексом («Нагрев-1М»), который обеспечивает:

- управление электрооборудованием нагревателей;
- дистанционный розжиг газовых горелок;
- блокировку розжига запальных горелок при расходе нагреваемой нефти ниже допустимого, при отклонении расхода топливного газа от номинального, при давлении продукта выше заданного, при отсутствии напряжения в цепях управления, при низком давлении воздуха перед камерой сгорания;
- блокировку розжига основных горелок и автоматическую отсечку топливного газа по тем же причинам, и по отсутствию пламени на одной из запальных горелок;
- аварийную отсечку топливного газа работающего нагревателя по тем же причинам, что и при блокировке розжига основных горелок, и при увеличении температуры дымовых газов;
- сигнализацию причины аварийного отключения (световую и звуковую) и исполнительную сигнализацию о наличии напряжения в цепях

управления, о состоянии приводов электроклапанов, о наличии пламени на каждой горелке, о прохождении программы розжига;

–измерение и регистрация температуры нагреваемого продукта и температуры дымовых газов;

–измерение и регистрация давления продукта, топливного газа;

Опорожнение змеевиков нагревателей П-1...4 осуществляется в аварийные емкости ЕА-1...5 (тип ЕПП 40-2400-1625-2К) открытием задвижек.

Далее нагретая нефтяная эмульсия через задвижки поступает в промежуточные сепараторы С-1, 2 (тип НГС 1-10-3000-09Г2С), в которых отбирается газ, выделившийся при нагреве.

С сепараторов С-1,2 отсепарированная нефтяная эмульсия поступает в отстойники О-1...3 (тип ОГ-200П) через задвижки.

Визуальный контроль, за работой отстойников, производится с пяти уровней отстойника через пробоотборные штуцера.

Отбор проб после отстойников для лабораторного анализа производится через специальный штуцер.

Подтоварная вода с отстойников ОГ-200 через задвижки направляется в очистные сооружения.

Далее обезвоженная нефть поступает в промежуточные сепараторы С-3, С-3/1, где происходит дополнительное разгазирование, затем через поступает в электродегидраторы ЭГ-1...4.

В электродегидраторах под действием электрического поля происходит окончательное обессоливание и обезвоживание нефти.

С помощью проб, отобранных с разных уровней электродегидраторов через соответствующие штуцера, можно следить за ходом работы аппаратов.

Качество подготовленной нефти на УПСВ определяется лабораторным анализом проб, отобранных из трубопровода выхода нефти из электродегидраторов, а также с помощью автоматических пробоотборников «Проба-1М» (находящихся в блоке качества).

Подтоварная вода с электродегидраторов ЭГ-1, 2, 3, 4 направляется в очистные сооружения.

Обезвоженная нефть с электродегидраторов ЭГ-1, 2, 3, 4 через поступает на концевую сепарационную установку С-4, 5, 6.

Газ с С-1,2,3, С-3/1 и предохранительных клапанов сепараторов сбрасывается на факел низкого давления Ф-1.

Газ выделившийся из нефти в С-4,5,6 сбрасывается на факел низкого давления Ф-1, а с СППК на факел высокого давления Ф-3. При нормальном режиме работы газ с УПСВ направляется на КС УВСиНГ [2].

Схема принципиальная технологическая представлена в приложении А.

2.2 Описание объекта автоматизации

Наиболее подробно рассматриваемым объектом автоматизации в рамках данной выпускной квалификационной работы являются нагреватели П-1 ... 4. В качестве нагревателей выступают печи трубные блочные ПТБ-10 (см. рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид ПТБ-10

Трубчатая печь состоит из трех основных блоков: теплообменной камеры, блока основания печи и блока вентиляторного агрегата, кроме того, в состав печи входят четыре блока взрывных клапанов, четыре дымовые

трубы, пять сборочных единиц трубопроводов входа и выхода нефти, трубопроводы обвязки змеевиков нагрева газа, площадка обслуживания и стремянка.

В теплообменной камере осуществляется процесс теплообмена между продуктами сгорания газового топлива, омываемыми наружные поверхности труб секций змеевиков, и нагреваемой средой, перемещающейся внутри труб змеевиков. Нагреваемый продукт при своем движении по секциям змеевика нагревается за счет тепла, отдаваемого продуктами сгорания топливного газа, сжигаемого в четырех камерах сгорания и поступающего в пространство теплообменной камеры.

В блоке основания печи размещены четыре камеры сгорания (реакторы горения) для сжигания газового топлива, трубопроводы подачи топливного газа к камерам сгорания и их запальным устройствам, воздухопровод принудительной подачи воздуха на горение и помещение подготовки топлива.

Помещение подготовки топлива выполнено в виде металлического теплоизолированного укрытия, внутри которого размещены запорная, регулирующая арматура, приборы безопасности и их трубопроводная обвязка.

Для принудительной подачи воздуха к камерам сгорания, являющимися двухпроводными газогорелочными устройствами, в составе трубчатой печи предусмотрен блок вентиляторного агрегата.

Блок вентиляторного агрегата представляет собой стальную сварную раму, на которой на виброизоляторах установлен вентиляторный агрегат, включающий в свой состав центробежный вентилятор высокого давления, электродвигатель его привода и соединяющую их клиноременную передачу.

Блок вентиляторного агрегата включает также в свой состав приемный воздухопровод и нагнетательный переходный воздухопровод.

Теплообменная камера печи снабжена четырьмя дымовыми трубами для вывода из нее охлажденных продуктов сгорания топлива в атмосферу,

площадками обслуживания и стремянкой для обслуживания взрывных предохранительных клапанов, расположенных на ее боковых поверхностях.

В торцевой стенке корпуса теплообменной камеры имеется штуцер для подвода пара, обвязанный в единую систему трубопроводов пожаротушения.

Нагреваемый продукт, при своем движении по секциям змеевика, нагревается за счет тепла, отдаваемого продуктами сгорания топливного газа, сжигаемого в четырех камерах сгорания и поступающего в пространство теплообменной камеры. Нагреваемый продукт из змеевиков теплообменной камеры направляется для дальнейшей подготовки. Применение принудительной подачи воздуха в камеры сгорания обеспечивает хорошее смешение топливного газа с воздухом, стехеометрическое сгорание топливной смеси и рециркуляцию продуктов сгорания в объеме теплообменной камеры при небольшом избыточном давлении. Характерной особенностью данной печи является более благоприятный в сравнении с печами прямого нагрева других типов тепловой режим поверхностей нагрева, обеспечивающий «мягкий» нагрев продукта в оребренных трубах змеевиков и тем самым предотвращающий коксообразование. Этот режим, при котором поверхности труб змеевиков получают равномерный нагрев, достигается путем создания достаточно равномерного поля по всему внутреннему объему теплообменной камеры за счет интенсивной рециркуляции продуктов сгорания топлива. Рециркуляция газов достигается созданием высокой скорости движения продуктов сгорания во внутреннем объеме теплообменной камеры, получаемой в результате сжигания топлива в специальных камерах сгорания и установки дефлекторов у конфузоров камер сгорания [2].

2.3 Выбор архитектуры АС

При разработке пользовательского интерфейса проекта АС следует описать ее профиль [1]. Профиль — набор стандартов, ориентированных на

выполнение конкретной задачи АС. Методологической основой для разработки профиля АС выбрана модель OSE/RM (Open System Environ-ment/Reference Model), определяющая концептуальный базис и систематический подход к классификации интерфейсов и сервисов АС как открытой программно-технической системы.

Основными целями применения профилей являются:

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

Профили АС включают в себя следующие группы [1]:

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

В качестве различных профилей АС выбраны:

- профиль прикладного программного обеспечения - SCADA-система WinCC (с обязательным интегрированным HMI);
- профиль среды АС - операционная система Windows 7;
- профиль защиты информации - включает в себя стандартные средства защиты Windows 7;
- профиль инструментальных средств.

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

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

Уровни взаимодействуют между собой посредством интерфейсов.

Концептуальная модель OSE/RM представлена на рисунке 2.

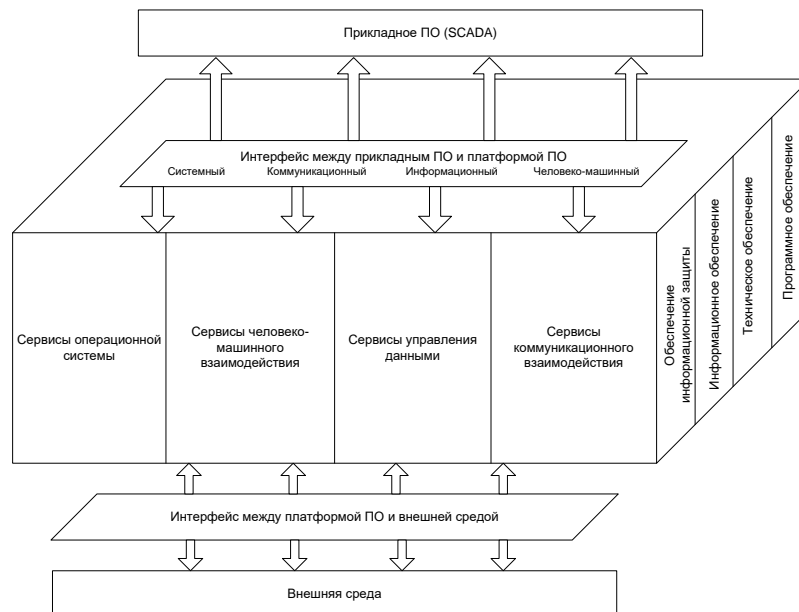


Рисунок 2 – Концептуальная модель архитектуры OSE/RM

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

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

Структура OPC-взаимодействий в АС продемонстрирована на рисунке 3.

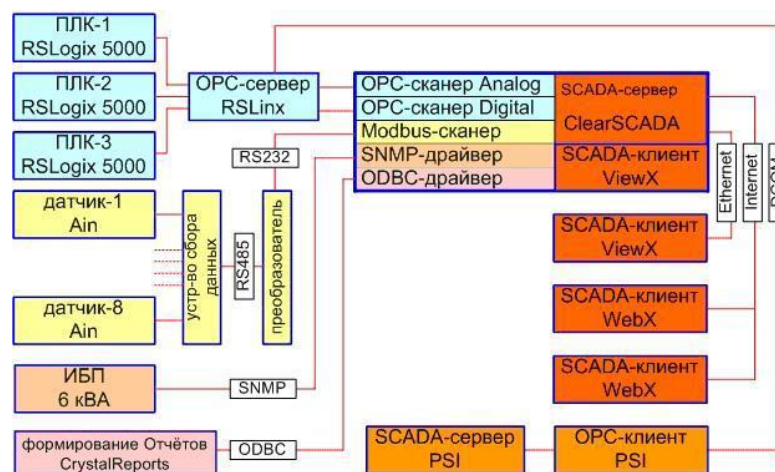


Рисунок 3 – Структура OPC-взаимодействий SCADA

Основные из выбранных стандартов OPC:

- OPC DA (Data Access) описывает набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК и другими устройствами;
- OPC AE (Alarms & Events) предоставляет функции уведомления по требованию о различных событиях: аварийные ситуации, действия оператора, информационные сообщения и др.;
- OPC DX (Data eXchange) предоставляет функции организации обмена данными между OPC-серверами через сеть Ethernet. Основное назначение – создание шлюзов для обмена данными между устройствами и программами разных производителей;
- OPC HDA (Historical Data Access) предоставляет доступ к уже сохраненным данным;
- OPC XML-DA (XML-Data Access), предоставляющий гибкий управляемый правилами формат обмена данными через Intranet-среду.

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

Используемые информационные протоколы в рамках модели OSI:

- физический уровень: RS-232, RS-485;

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

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

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

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

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

- с контролем производительности и корректности функционирования системы в целом;

–управлением конфигурацией прикладного программного обеспечения, тиражированием версий;

–управлением доступом пользователей к ресурсам системы и конфигурацией ресурсов;

–перенастройкой приложений в связи с изменениями прикладных функций АС;

–настройкой пользовательских интерфейсов (генерация экранных форм и отчетов);

–ведением БД системы;

–восстановлением работоспособности системы после сбоев и аварий.

Номенклатура выбранных протоколов для профиля АС приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Номенклатура выбранных протоколов для профиля АС

№ документа	Назначение	Web-адрес базового стандарта	Web-адрес поставщика
IEC 61131-3: Programming Languages	Языки программирования ПЛК	http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/Artnum_PK/47556	http://webstore.iec.ch
Siemens SIMATIC WinCC	SCADA–система, с интегрированным HMI	http://www.siemens.com/support/	http://www.siemens.com/
Стандарты OPC	Решение задач взаимодействия клиента с сервером	https://opcfoundation.org/products/	http://www.opcfoundation.org/
OpenPCS	ПО обеспечивает доступ клиентских прикладных программ	http://www.infoteam.de/en/downloads/datasheets/	http://www.infoteam.de/
X.800 (ITU-T)	Профиль защиты информации	http://www.ntc-sss.ru/mejdunarodnye-rekomendacii-itu-t--standarty-etsi.html	http://www.ntc-sss.ru/
Ethernet (IEEE 802.3)	Информационный протокол – канальный уровень	http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html	http://standards.ieee.org/
ModBus	Информационный протокол – канальный уровень	http://www.modbus.org/tech.php	http://www.modbus.org/
TCP/IP	Информационные протоколы транспортного/ сетевого уровней	http://www.protocols.ru/files/Protocols/TCP/IP.pdf	http://www.protocols.ru

HDLC	Информационный протокол - транспортный уровень	http://www.icmm.ru/~masich/win/lexion/hdlc/hdlc.html	http://www.icmm.ru
------	--	---	---

2.4 Разработка структурной схемы АС

Нижний полевой уровень реализуется на основе измерительных устройств аналогового и дискретного типов, а также вторичных преобразователей (трансммиттеров). Для передачи данных о параметрах технологического процесса используются цифровые каналы на основе интерфейса RS-485 (Modbus RTU) с унифицированными токовыми сигналами 4-20 мА. Для управления исполнительными устройствами типа "задвижка" и "электропневматический клапан" используются как аналоговые, так и дискретные сигналы.

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

Верхний уровень представлен сервером БД, а также АРМами операторов и диспетчера на основе ОС Windows XP и ПО Siemens SIMATIC WinCC.

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

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

Далее информация с локального ПЛК направляется в сеть диспетчерского пункта управления (ДПУ) через концентратор

(коммуникационный контроллер верхнего уровня), реализующий следующие функции [1]:

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

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

Схема структурная комплекса технических средств представлена в приложении Б.

2.5 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования ТП и оснащения ОУ приборами и средствами автоматизации. На ФСА изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок [1].

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

Схема автоматизации строится в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-2013 "Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах", а также ГОСТ 21.408-2013 "Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов".

Схема автоматизации приведена в приложении В.

2.6 Разработка схемы информационных потоков

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

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

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они включают в себя данные аналоговых и дискретных сигналов, а также данные о вычислениях и преобразованиях.

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. Таким образом, средний уровень может быть представлен маршрутизатором информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к графическим экранным формам АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Эти сигналы передаются по протоколу Ethernet.

Параметры, передаваемые в ЛВС в формате стандарта OPC, включают в себя:

- расход эмульсии, м³/ч;
- температура эмульсии на входе, °С;
- давление эмульсии на входе, МПа;
- температура эмульсии на выходе, °С;
- давление эмульсии на выходе, МПа;
- давление топливного газа до регулятора, МПа;
- давление топливного газа после регулятора, МПа;
- температура дымовых газов, °С;
- давление воздуха, МПа;
- текущий процент открытия клапана, %;
- текущее состояние клапана (открыт/закрыт).

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

AAA_BBBB_CCC_DDDD, где:

– *AAA* – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

- 1) *FLW* – расход;
- 2) *TMP* – температура;
- 3) *PRS* – давление;
- 4) *OPN* – открыть;

- 5) *CLS* – закрыть;
- 6) *PRC* – процент открытия;
- 7) *STT* – состояние;
- *BBBB* – код технологического объекта, не более 4 символов:
 - 1) *IN** – входная линия нагревателя № *;
 - 2) *OUT** – выходная линия нагревателя № *;
 - 3) *BR** – участок входной линии нагревателя № * до регулятора ;
 - 4) *AR** – участок входной линии нагревателя № * после регулятора;
 - 5) *HTR** – нагреватель № *;
 - 6) *VLV** – клапан № *;
- *CCC* – уточнение, 3 символа:
 - 1) *OIL* – нефтяная эмульсия;
 - 2) *AIR* – воздух;
 - 3) *GAS* – топливный газ;
 - 4) *SMK* – дымовые газы;
- *DDDD* – примечание, 4 символа:
 - 1) *CTRL* – регулирование/управление;
 - 2) *MESR* – измерение;
 - 3) *ALRL* – аварийная сигнализация нижнего предела;
 - 4) *ALRH* – аварийная сигнализация верхнего предела.

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

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Кодировка сигналов

Кодировка	Расшифровка
<i>FLW_HT*_OIL_MESR</i>	Расход нефтяной эмульсии через нагреватель № *
<i>TMP_IN*_OIL_MESR</i>	Температура нефтяной эмульсии на входе в нагреватель № *
<i>PRS_IN*_OIL_MESR</i>	Давление нефтяной эмульсии на входе в нагреватель № *
<i>TMP_OUT*_OIL_MESR</i>	Температура нефтяной эмульсии на выходе из нагревателя № *

<i>PRS_OUT*_OIL_MESR</i>	Давление нефтяной эмульсии на выходе из нагревателя № *
<i>PRS_BR*_GAS_MESR</i>	Давление топливного газа до регулятора на входе в нагреватель № *
<i>PRS_AR*_GAS_MESR</i>	Давление топливного газа после регулятора на входе в нагреватель № *
<i>TMP_OUT*_SMK_MESR</i>	Температура дымовых газов на выходе из нагревателя № *
<i>PRS_IN*_AIR_MESR</i>	Давление воздуха на входе в нагреватель № *
<i>OPN_IN*_VLV*_CTRL</i>	Открыть клапан на входной линии нагревателя № *
<i>CLS_IN*_VLV*_CTRL</i>	Закрыть клапан на входной линии нагревателя № *
<i>PRC_IN*_VLV*_MESR</i>	Текущий процент открытия клапана на входной линии нагревателя № *
<i>STT_IN*_VLV*_MESR</i>	Текущее состояние клапана на входной линии нагревателя № * (0/3)

Перечень входных/выходных сигналов (измерительных сигнальных командных и управляющих) приведен в приложении В.

Верхний уровень представлен базой данных КИС и базой данных АСУ ТП. Информация для специалистов структурируется наборами экранных форм АРМ. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы. На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов в формате XML. Генерация отчетов выполняется по следующим расписаниям:

- каждый час;
- каждые сутки (двухчасовой отчет в 00:00 каждых суток);
- каждый месяц;
- по требованию оператора (оперативный отчет).

Отчеты формируются по заданным шаблонам:

- сводка по текущему состоянию оборудования;
- сводка текущих измерений.

Историческая подсистема АС сохраняет информацию изменений технологических параметров для сигналов с заранее определенной детальностью. Сохранение данных в БД происходит при помощи модуля (сервера) истории SCADA-пакета Siemens SIMATIC WinCC.

Для регуляризации информации в БД используются таблицы и поля записи. Поля записей канала приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Поля записей канала

Имя поля	Значение	Комментарий
code	T_1-3.1	Код канала
description	Primary circuit Temp	Описание (первичная цепь, температура нефтепродукта)
type	AI	Тип сигнала: аналоговый
address	6_ T_1-3.1	Адрес
event code	3	Код технологического события
alarm code	33	Код аварии
sample (sec)	5	Интервал выборки
raw value	12	Первичное значение
converted value	50	Преобразованное значение °С
alarm state	no	Аварийное состояние
coefficient	4	Коэффициент преобразования
units	°С	Единицы измерения
min	0	Минимальное значение
max	100	Максимальное значение

2.7 Выбор средств реализации АСУ ТП УПСВ

Задачей выбора программно-технических средств реализации проекта АС является анализ вариантов, выбор компонентов АС и анализ их совместимости [1].

Программно-технические средства АС УПСВ включают в себя:

- измерительные и исполнительные устройства;
- контроллерное оборудование;
- системы сигнализации.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о ТП. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на ОУ в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

2.7.1 Выбор контроллерного оборудования

Основная задача АС — выполнение алгоритмов автоматизированного управления ТП (ввод сигналов измерений, вычисление регулирующего воздействия, вывод сигналов управления исполнительным органом). Для решения этих задач используется программируемый логический контроллер (ПЛК) [1]. В результате выбора между контроллерами Siemens, Bernecker & Rainer, Schneider Electric и др. из соотношения "цена/качество" ПЛК Siemens SIMATIC S7-300 (см. рис. 4) обладает лучшими свойствами по соотношению «цена/качество», поэтому выбрали именно этот ПЛК.



Рисунок 4 – Вид общий ПЛК Siemens SIMATIC S7-300

Предполагается использование контроллера с двумя коммуникационными процессорами CP (первый – локальный, второй – для связи с верхним уровнем).

Siemens SIMATIC S7-300 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности.

Модульная конструкция SIMATIC S7-300 имеет следующие возможности: работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы. Удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях

промышленного производства. Эффективному применению контроллеров Siemens SIMATIC S7-300 способствует: возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей, и коммуникационных процессоров [6].

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

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

Все модули работают с естественным охлаждением [6].

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

1. Периферийные устройства (дисплей, принтер): не используются.
2. УСО ввода/вывода: 1 канал вывода аналоговых сигналов (модуль ввода/вывода SM 334), 2 канала ввода и 2 канала вывода дискретных сигналов (модуль ввода/вывода SM 323) (все унифицированные токовые сигналы).
3. Алгоритмы управления включают в себя числовые и битовые операции.
4. Общий объем манипуляций для одного ПЛК: не менее 100 команд.
5. Управление ПЛК: по прерываниям, по готовности или по командам человека. Необходимо управлять как минимум одним устройством.
6. Контроль и управление следующих типов I/O-устройств: сенсоры (температура, давление, расход), контакторы.

7. Питания контроллера: напряжение 220 В от сети переменного тока.
8. Отказоустойчивость источника напряжения: высокая.
9. Возможность ПЛК работы при напряжении сети питания технологической площадки: есть.
10. Удерживание напряжения в узком фиксированном диапазоне изменений: есть.
11. Рабочий ток: 140 мА.
12. Возможность работы контроллера от сети: есть.
13. Возможность работы контроллера от батарей: есть.
14. Время работы батареи без перезарядки: не менее 24 часов в рабочем режиме и не менее 12 месяцев при работе в режиме ожидания.
15. Ограничения по размеру, весу, эстетическим параметрам: нет.
16. Требования к условиям окружающей среды:
 - температура: -40 °С до +70 °С;
 - атмосферное давление: от 1080 гПа до 660 гПа (соответствует высоте от -1000 м до 3500 м);
 - относительная влажность: от 10% до 95%, без конденсации.
17. Пользовательское программное обеспечение базируется на: флеш-памяти (Flash EEPROM). АС работает в режиме реального времени, и для этого необходимо приобрести ядро программ реального времени.
18. Для развития собственного ядра программ персонала и времени: недостаточно.
19. Степень защиты – IP-65 по ГОСТ 14254-96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)».

Блок-схема УСО ПЛК представлена на рисунке 5.

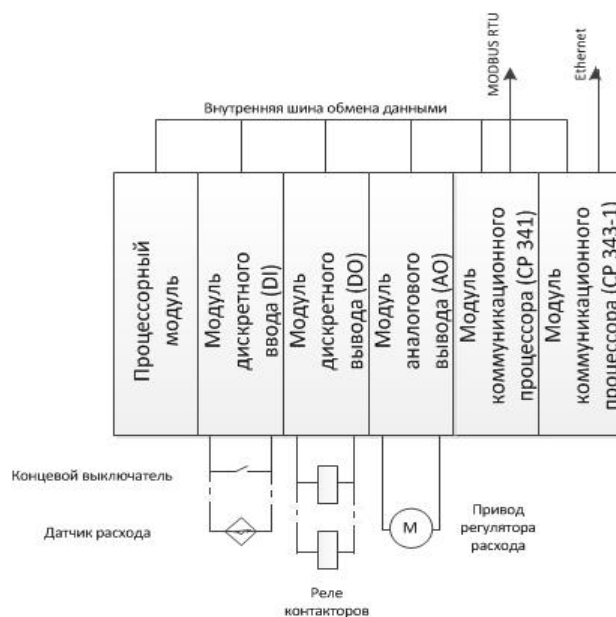


Рисунок 5 – Блок-схема УСО ПЛК

Технические характеристики процессорного модуля CPU315-2 PN/DP приведены в таблице 5 [3].

Таблица 5 – Характеристики процессорного модуля

Технические параметры		Значение
Рабочая память встроенная, RAM		256 КБайт
Загружаемая память (микрокарта памяти Flash-EPROM)		до 8 МБайт
Минимальное время выполнения	логических операций/ операций со словами	0,1/0,2 мкс
	арифметических операций с фиксированной/ плавающей точкой	2/3 мкс
S7-счетчики		256
S7-таймеры		256
Адресное пространство ввод/вывод	ввод/вывод	2048/2048 байт
	Отображение процесса	128/128 байт
	Дискретные IO (общее кол-во/ в системе локального IO)	до 16384/1024
	Аналоговые IO(общее кол-во/ в системе локального IO)	до 1024/256

Кол-во монтажных стоек (базовых/расширения)		1/3
Кол-во модулей в системе локального ИО		32
Макс. кол-во интеллектуальных модулей	FM	8
	PtP	8
	ASi, Profibus, Industrial Ethernet	10
Типы интерфейсов		RS 485, PROFINET, Ethernet
Напряжение питания	номинальное	=24В
	допустимое	20,4...28,8 В
Потребляемый ток	холостой ход	100 мА
	номинальный	0,8 А
	пусковой	2,5 А
Потребляемая мощность		3,5 Вт
Габариты ШхВхГ (мм)		80x125x130
Масса (кг)		0,46
Диапазон рабочих температур		-40...+70 °С

Технические характеристики модуля ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334 и модуля ввода/вывода дискретных сигналов SM 323 приведены в таблице 6 [3].

Таблица 6 – Характеристики модулей ввода вывода

Технические параметры		Значения
Модуль ввода/вывода дискретных сигналов SM 323		
Габариты ШхВхГ (мм)		40x125x120
Масса (кг)		0,26
Количество входов		16
Количество выходов		16
Длина кабеля (обычного/экранированного), не более		600м/1000м
Фронтальный соединитель		40-полюсный
Напряжение питания	номинальное значение	=24В
	допустимый диапазон изменений	20,4...28,8 В
Количество одновременно опрашиваемых входов		16
Гальваническое разделение		есть
Потребляемый ток, не более		80мА
Потребляемая мощность		6,5Вт
Индикация состояний входов и выходов		1 зеленый диод на каждый канал

Модуль ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334		
Габариты ШxВxГ (мм)		40x125x120
Масса (кг)		0,2
Количество входов		4
Количество выходов		2
Длина экранированного кабеля, не более		100м
Фронтальный соединитель		20полюсный
Напряжение питания нагрузки		=24В
Питание датчиков		есть
Защита от неправильной полярности		есть
Гальваническое разделение		есть
Защита датчиков от короткого замыкания		есть
Потребляемый ток, не более		80мА
Потребляемая мощность		2Вт
Параметры аналого-цифрового преобразователя	принцип измерения	интегрирование
	Разрешающая способность, включая знаковый разряд	12бит
	настройка параметров интегрирования	есть
	время интегрирования	20мс
	Базовое время ответа модулю	350мс
Параметры цифро-аналогового преобразователя	Разрешающая способность, включая знаковый разряд	12бит
	Время преобразования на канал, не более	500мкс
	Время установки выходного сигнала, не более	0,8мс

2.7.2 Выбор датчиков температуры

В качестве датчиков температуры рассмотрены были фирмы Метран, Yokogawa, Kobold. Исходя из требований предъявляемых в ТЗ, а именно к виду унифицированных сигналов 4-20 мА, поддержкой HART-протокола, надежности со средней наработкой на отказ 100 000 часов, а также из экономических соображений выбор был остановлен на датчиках Метран-280 серии.

Интеллектуальные преобразователи температуры (ИПТ) Метран-280 (см. рис. 6) предназначены для точных измерений температуры в составе АСУ ТП. Использование ИПТ допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.



Рисунок 6 – Вид общий ИПТ Метран-280

Исходя из требований технологического процесса (диапазон температур, работа с агрессивными средами, искрозащита), была выбрана модель датчика Метран-281-Exia-1. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 7 [4].

Таблица 7 – Технические характеристики ИПТ Метран-281-Exia-1

Технические характеристики	Значение
Искрозащита	0ExiaIICT5
Исполнение электронного преобразователя	с гальванической развязкой
Материал защитной арматуры	12X18H10T
Диапазон измерений, °С	0 ... 100; 0 ... 700
Температурный класс по ГОСТ Р 51330.0	T5
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150	У1.1
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, %	±0,4
Тип преобразователя температуры	ХК (L), двухпроводная сх.
Технологическое подключение	M20x1,5

Опросный лист приведен в приложении Г.

2.7.3 Выбор датчиков расхода

В качестве расходомера были рассмотрены Micromotion, Метран, Yokogawa. Исходя из соотношения «цена/качество», а также к требованиям к погрешности и надежности датчика, выбран был кориолисовый расходомер фирмы Micro Motion.

Кориолисовый расходомер Micro Motion CMF300M (см. рис. 7) предназначен для измерения широкого диапазона расходов жидкостей, газов и взвесей, в том числе сверхбольших и сверхмалых расходов. Исходя из условий технологического процесса, была выбрана модель расходомера Micro Motion CMF300M999N2FGEZZXGRR1. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 8 [5].



Рисунок 7 – Вид общий кориолисового расходомера

Таблица 8 – Технические характеристики расходомера Micro Motion CMF300M

Технические характеристики	Значение
Тип расходомера	кориолисовый
Материал измерительных трубок	нерж. сталь 316L
Тип исполнения датчика	фланцевый
Присоединительный диаметр, мм	100
Фланцы	DIN2635 PN 40 – Type R13
Корпус	стандартный
Исполнение электроники	удаленный монтаж преобразователя четырёхжильным кабелем
Выходной сигнал	4-20 мА (HART)
Соединение кабелепровода	кабельный ввод из никелированной латуни, M20
Диапазон измерений, м ³ /ч:	0 ... 600
Напряжение питания, VDC	24

Опросный лист приведен в приложении Б.

2.7.4 Выбор датчиков давления

В качестве датчиков давления рассмотрены: Метран, Yokogawa, Kobold. Исходя из требований предъявляемых к средствам КИПиА согласно ТЗ (выходной сигнал 4-20 мА, взрывозащищенное исполнение, средняя наработка на отказ не менее 100 000 часов) выбрали датчик давления Метран-150.

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



Рисунок 8 – Вид общий датчика давления

Исходя из требований технологического процесса, выбрана модель датчика Метран-150TG1 2G 2 1 А М5 IMS5 В1 С1 ST РА. Основные технические характеристики модели приведены в таблице 9 [6].

Таблица 9 – Технические характеристики датчика Метран-150TG1

Технические характеристики	Значение
Диапазон измерений, МПа	0 ... 1; 0 ... 0,6; 0 ... 0,1; 0 ... 0,01
Технологическое соединение	M20x1,5
Материал: – разделительной мембраны – деталей, контактирующих с рабочей средой	316L SST 316L SST
Заполняющая жидкость	силикон
Выходной сигнал	4-20 мА (HART)
Индикация	встроенный ЖКИ
Искробезопасность	0ExiaIICT5
Клапанный блок	есть
Монтажный кронштейн	есть, для крепления на панели
Предел допускаемой основной погрешности, %	±0,2
Дополнительные опции: – настройка – маркировочная табличка	да да

2.7.5 Нормирование погрешности канала измерений

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Основание погрешности измерений при ограниченной исходной информации ВНИИМС Госстандарта» [7].

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры. Требование к погрешности канала измерения не более 0,5 %. Разрядность АЦП составляет 12 разрядов.

Расчет допустимой погрешности измерения датчика температуры производится по формуле:

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2 + \delta_7^2)}, \text{ где}$$

$\delta = 0.5\%$ — требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95;

δ_2 — погрешность передачи по каналу измерений;

δ_3 — погрешность, вносимая АЦП;

$\delta_4, \delta_5, \delta_6, \delta_7$ — дополнительные погрешности, вносимые напряжением питания, температурой окружающего воздуха и сопротивлением нагрузки, а также продолжительностью эксплуатации соответственно.

Погрешность передачи по каналу измерений устанавливается рекомендациями [7]:

$$\delta_2 = \frac{0.5 \cdot 2}{100} = 0.01\%.$$

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

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

При расчете также учитываются дополнительные погрешности, вызываемые влиянием:

- напряжения питания;
- температуры окружающего воздуха;
- сопротивления нагрузки;
- продолжительности эксплуатации.

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием температуры окружающего воздуха, устанавливается рекомендациями [7]:

$$\delta_4 = \frac{0.5 \cdot 1}{100} = 0.005\%.$$

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием напряжением питания, устанавливается рекомендациями [7]:

$$\delta_5 = \frac{0.5 \cdot 1}{100} = 0.005\%.$$

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием сопротивления нагрузки, устанавливается рекомендациями [7]:

$$\delta_6 = \frac{0.5 \cdot 1}{100} = 0.005\%.$$

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием продолжительности эксплуатации, устанавливается рекомендациями [7]:

$$\delta_7 = \frac{0.5 \cdot 84}{100} = 0.42\%.$$

Следовательно, допустимая основная погрешность датчика температуры не должна превышать:

$$\delta_1 = \sqrt{0.5^2 - (0.01^2 + 0.024^2 + 0.005^2 + 0.005^2 + 0.005^2 + 0.42^2)} = 0.27\%.$$

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

2.7.6 Выбор исполнительных механизмов

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

Регулирующее воздействие от ИУ должно изменять процесс для достижения поставленной задачи — оптимизации и/или стабилизации качества регулируемой величины [1].

Согласно ТЗ, необходимо регулировать уровень нефтепродукта в сырьевых резервуарах путем регулирования расхода нефтепродукта в них. Данную задачу возможно решить путем открытия или закрытия клапана на определенный процент. Таким образом, в качестве исполнительного механизма для регулирования всех необходимых параметров ТП будем использовать клапан с электроприводом (см. рис. 9).



Рисунок 9 – Клапан с электроприводом

В качестве клапанов с электроприводом были рассмотрены фирмы Auma Matic, Siemens SIPOSFLASH, Danfoss. Исходя из соотношений «цена/качество» выбран клапан с электроприводом Danfoss AME15.

Основные технические характеристики выбранного клапана приведены в таблице 10 [8].

Таблица 10 – Технические характеристики клапана

Характеристика	Значение
Условное давление P_y , МПа	1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0
Условный проход, мм	10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300
Пропускная характеристика	равнопроцентная, линейная; расширенный диапазон регулирования
Диапазон температур регулируемой среды	-40/-60...+225°C, -40/-60...+450°C, -40...+500/550/600/650°C, -90/-220...+225°C
Диапазон температур окружающей среды	-40/-50/-60...+70°C
Исходные положения плунжера клапана	НО – нормально открытое; НЗ – нормально закрытое
Присоединительные размеры	фланцев по ГОСТ 12815-80 (ответные фланцы с шипом исполнение №4 или другое по заказу) или по ANSI, под приварку
Материал корпуса	сталь 20, углеродистые низкотемпературные стали, 12X18H10T, 10X17H13M2T, специальные сплавы
Материал дроссельной пары	12X18H10T, 10X17H13M2T, специальные сплавы
Класс герметичности для регулирующих клапанов по ГОСТ 23866-87 (по DIN)	по ГОСТ выше IV (по DIN — V)
Класс герметичности по ГОСТ 9544-93	B-C (A — по специальному заказу)

2.8 Разработка принципиальной электрической схемы управления электроприводом

Принципиальная электрическая схема подключения электропривода приведена в приложении Д.

При достижении затвором арматуры конечных положений ОТКРЫТО или ЗАКРЫТО, срабатывают концевые микровыключатели 1КВО или 1КВЗ соответственно, отключая питание электродвигателя. При превышении установленного крутящего момента при открытии или закрытии затвора арматуры срабатывают муфтовые микровыключатели 1ВМО или 1ВМЗ, отключая питание электродвигателя.

Муфтовые микровыключатели 1ВМО и 1ВМЗ после срабатывания возвращаются в первоначальное положение при вращении вала в обратную сторону.

Электропривод снабжен внутренним нагревательным сопротивлением Н (на 220 В) для защиты внутренних элементов от конденсата.

2.9 Разработка схемы соединений внешних проводок

Схема соединений внешних проводок приведена в приложении Е. Первичные и внешние приборы включают в себя:

- кориолисовые расходомеры Micro Motion CMF300M (поз. FGT-N-1);
- электроприводные клапаны (поз. FV-N-2);
- интеллектуальные преобразователи температуры Метран-280 (поз. ТТ-N-3, ТТ-N-5, ТТ-N-9);
- датчики избыточного давления Метран-150TG(поз. PGT-N-4, PGT-N-6, PGT-N-7, PGT-N-8, PGT-N-10).

Все датчики имеют выходным сигналом унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Электроприводные клапаны управляются токовыми сигналами 4-20 мА, электроприводные задвижки управляются подачей сигнала 24 VDC на соответствующий контакт блока управления. Питание электроприводов 220 VAC.

В качестве проводящей продукции выбраны следующие кабели:

- КВВГЭнг(А)-LS;
- КВВГнг(А)-LS.

Кабели контрольные с медными или алюминиевыми жилами с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика пониженной пожарной опасности, экранированные, с низким дымо- и газовыделением КВВГЭнг(А)-LS предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до

0,66 кВ частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1 кВ и использованы для провода аналоговых сигналов, а также дискретных сигналов стандарта NAMUR.

2.10 Выбор алгоритмов управления

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

- алгоритмы пуска/останова технологического оборудования;
- релейные и ПИД-лгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами оборудования;
- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов.

2.10.1 Алгоритм управления технологическим оборудованием

В качестве технологического оборудования выбраны электроприводные задвижки. Алгоритм открытия/закрытия электроприводной задвижки представлен на рисунках 10 и 11.

По команде "Открыть" выходной сигнал "Открыть" устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом задвижка начинает двигаться в сторону открытия. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала "Открыта" становится активным. Если за заданное время сигнал "Открыта" не переходит в активное состояние, формируется сигнализация "Отказ открытия электрозадвижки".

По команде "Закрыть" выходной сигнал "Закрыть" устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом задвижка начинает двигаться в сторону закрытия. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала "Закрыта" становится активным. Если за заданное время сигнал "Закрыта" не переходит в активное состояние, формируется сигнализация "Отказ закрытия электрозадвижки".

Управление положением задвижки осуществляется в местном и дистанционном режимах.

Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 11.

Таблица 11 – Входы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
vlv_on	bool	Состояние электрозадвижки «Открыта»
vlv_off	bool	Состояние электрозадвижки «Закрыта»
t_o_pusk	bool	Пуск сторожевого таймера на открытие электрозадвижки
t_o_reach	bool	Срабатывание таймера на открытие электрозадвижки
t_o_reset	bool	Сброс сторожевого таймера на открытие электрозадвижки
t_c_pusk	bool	Пуск сторожевого таймера на закрытие электрозадвижки
t_c_reach	bool	Срабатывание таймера на закрытие электрозадвижки
t_c_reset	bool	Сброс сторожевого таймера на закрытие электрозадвижки

Результатами успешной отработки алгоритма являются сообщения оператору об открытии/закрытии электроприводной задвижки (так называемые выходы алгоритма).

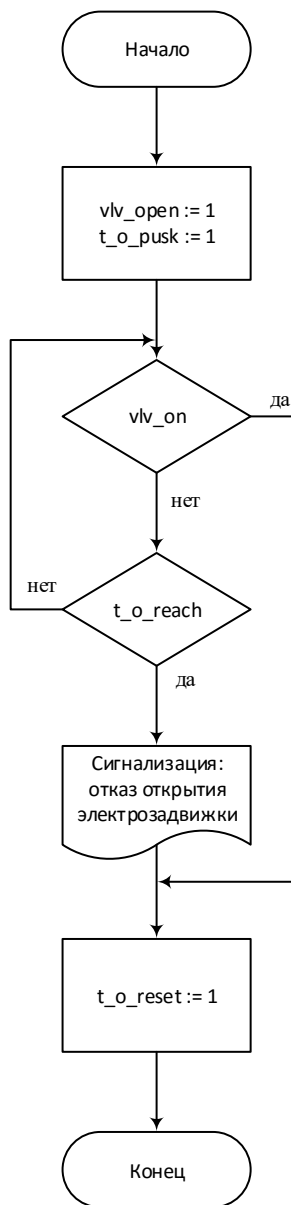


Рисунок 10 – Блок-схема алгоритма открытия электродвигжки (подпрограмма «Открытие электродвигжки»)

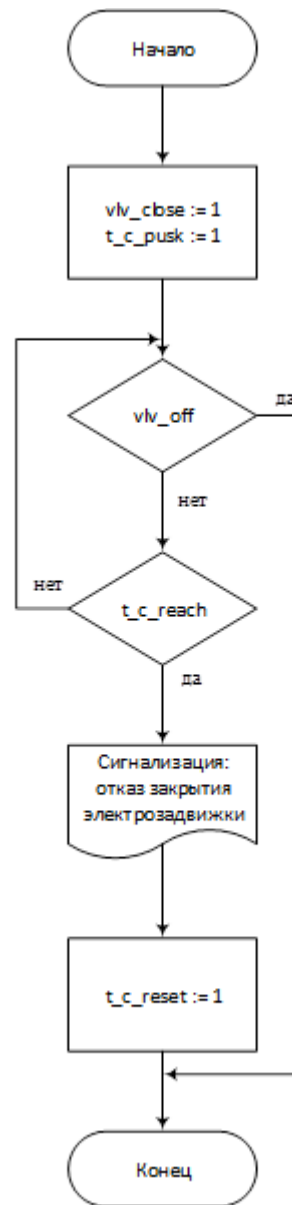


Рисунок 11 – Блок-схема алгоритма закрытия электродвигжки (подпрограмма «Закрытие электродвигжки»)

2.10.2 Алгоритм автоматического ПИД-регулирования технологического параметра

В качестве регулируемого параметра ТП выступает расход нефти в трубопроводе. В качестве алгоритма регулирования использован алгоритм ПИД-регулирования.

Расход регулируется клапаном с электроприводом посредством открытия/закрытия на определенный процент. Реализуем регулирование данного параметра посредством алгоритма ПИД-регулирования.

ПИД-регулятор – устройство в цепи обратной связи, используемое в САУ для формирования управляющего сигнала. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трех составляющих: пропорциональной, интегральной и дифференциальной.

Определим передаточные функции основных элементов структурной схемы.

Объектом управления является участок трубопровода между точкой измерения расхода и ИМ (см. рис. 12). Длина этого участка составляет 1 м [2]. Динамика объекта управления $W(s)$ (“расход вещества через клапан – расход вещества через расходомер”) приближенно описывается апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием. Время чистого запаздывания обычно составляет несколько секунд [1]. Согласно [1], ПФ участка регулируемого объемного расхода может быть выражена в виде:

$$W(s) = \frac{Q_k(s)}{Q(s)} = \frac{k}{Ts + 1} e^{-\tau_0 s},$$
$$T = \frac{2Lfc^2}{Q}, \quad \tau_0 = \frac{Lf}{Q} \quad c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}}, \quad f = \frac{\pi d^2}{4},$$

где $Q_k(s)$ – объемный расход нефтепродукта после клапана;

$Q(s)$ – измеряемый объемный расход нефтепродукта (65 м³/ч [2]);

ρ – плотность нефтепродукта (970 ... 1000 кг/м³ [2])

L – длина участка трубопровода между точками измерения и регулирования расхода (1 м [2]);

d – диаметр трубопровода (100 мм [2]);

f – площадь сечения трубы;

Δp – перепад давления в трубопроводе (1 МПа [2]);

c – коэффициент расхода

τ_0 – запаздывание;

T – постоянная времени.

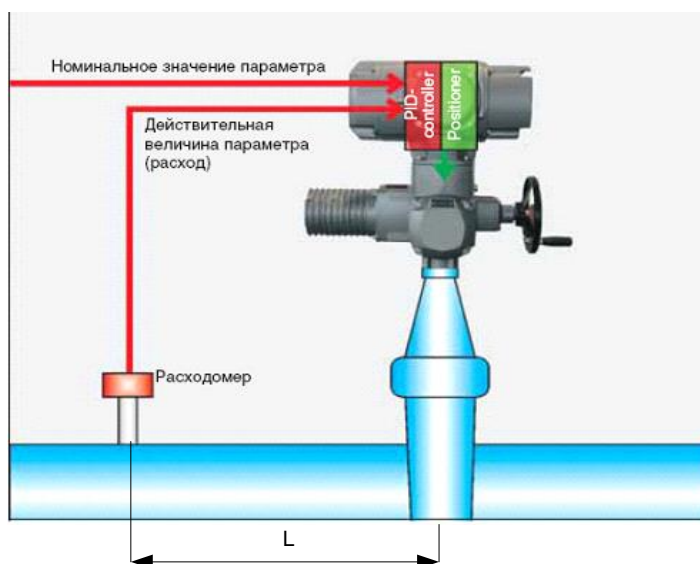


Рисунок 12 – Схема ОУ (участок трубопровода)

Таким образом, имея начальные данные, произведем расчет ПФ ОУ:

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} \approx 0,008 \text{ м}^2;$$

$$c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}} = \frac{65}{0,008} \cdot \sqrt{\frac{985}{2 \cdot 1 \cdot 10^6}} \approx 0,05;$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q} = \frac{1 \cdot 0,008}{\frac{65}{3600}} \approx 0,4 \text{ с};$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 0,008 \cdot 0,05^2}{\frac{65}{3600}} \approx 0,002 \text{ с}.$$

Таким образом, ПФ ОУ примет вид:

$$W(s) = \frac{1}{0,002s + 1} e^{-0,4s}.$$

В процессе управления объектом необходимо поддерживать расход в трубопроводе в районе 350 м³/ч, поэтому функцией задания выступает константа, равная 350/3600.

Привод клапана (ИМ) управляется токовым интерфейсом 4-20 мА. ПФ электродвигателя представляет собой апериодическое звено 1-го порядка, постоянная времени которого составляет примерно 0,1 с⁻¹. Кроме того, необходимо добавить в ПФ интегрирующее звено, т.к. расход пропорционален углу положения клапана.

В качестве датчика используется кориолисовый расходомер Micro Motion CMF300M. Максимальный измеряемый датчиком расход равен 600 м³/ч, в то время как нормальный расход составляет 350 м³/ч. Максимальное приращение по управляющему току равняется 16. Таким образом, коэффициент преобразования датчика будет равняться 6,25, а понижающий коэффициент составляет 0,65. Учитывая эти особенности, построим модель (см. рис. 13).

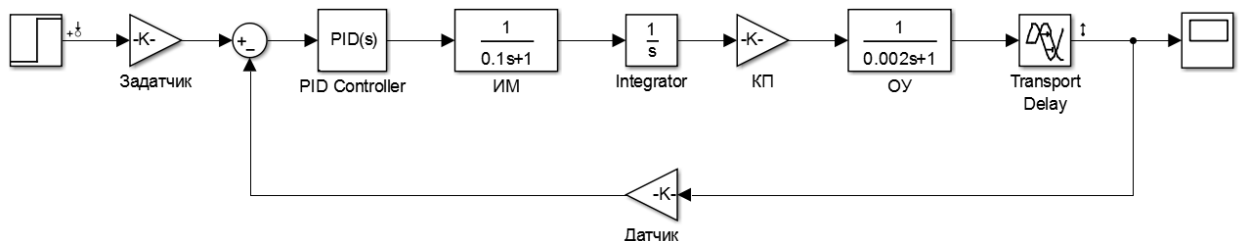


Рисунок 13 – Модель контура регулирования

Была осуществлена автоматическая настройка готового ПИД-регулятора из библиотеки MATLAB: Simulink (см. рис. 14).

Controller Parameters		
	Tuned	Block
P	7.2004	7.2004
I	0.051755	0.051755
D	1.5675	1.5675
N	94.0239	94.0239

Performance and Robustness		
	Tuned	Block
Rise time	1.89 seconds	1.89 seconds
Settling time	3.62 seconds	3.62 seconds
Overshoot	0.809 %	0.809 %
Peak	1.01	1.01
Gain margin	12.8 dB @ 4.73 rad/s	12.8 dB @ 4.73 rad/s
Phase margin	76 deg @ 0.823 rad/s	76 deg @ 0.823 rad/s
Closed-loop stability	Stable	Stable

Рисунок 14 – Подобранные коэффициенты ПИД-регулятора

График переходного процесса в системе приведен на рисунке 15.

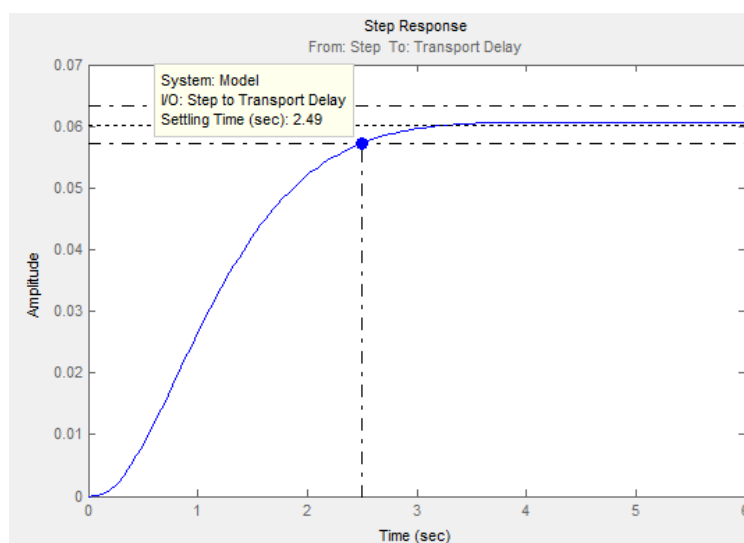


Рисунок 15 – График переходного процесса в системе

Как видно из рисунка 15, время переходного процесса составляет почти 2,5 с, что характеризует его (процесса) достаточно высокое быстродействие. Кроме того, значение перерегулирования не превышает 1%, что положительно скажется на ИМ и сроке их службы. А, следовательно, и технико-экономических показателях производства.

2.10.3 Разработка ПО для ПЛК

Для программирования ПЛК SIEMENS используется соответствующее ПО SIMATIC Step 7. В данном программном пакете возможна реализация программирования широкой номенклатуры ПЛК SIEMENS, в том числе и выбранного ПЛК SIEMENS SIMATIC S7-300.

Программа, реализующая открытие/закрытие электродвигателей, выполнена на языке программирования FBD стандарта IEC 61131-3 и приведена на рисунке 16.

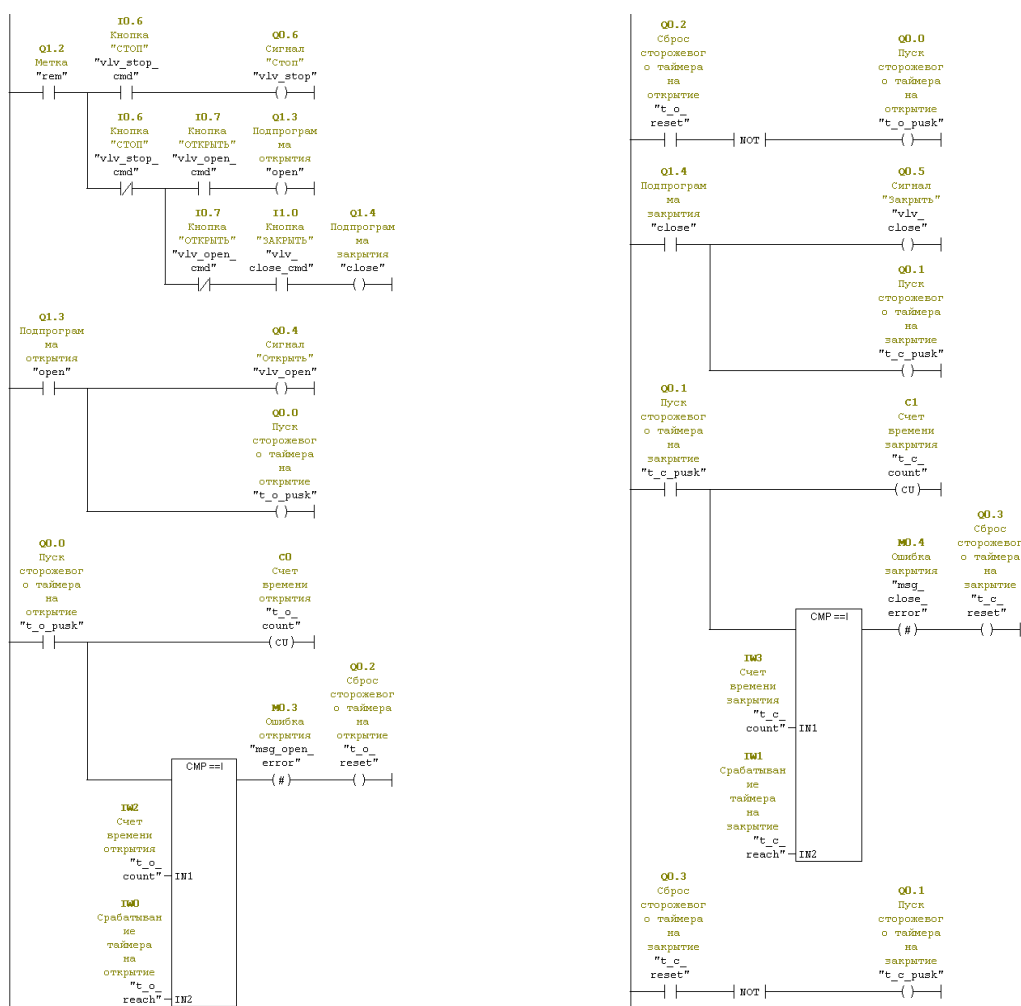


Рисунок 16 – Программная реализация алгоритма открытия/закрытия за-
ДВИЖКИ

2.11 Разработка экранных форм

Управление в АС УПСВ реализовано с использованием SCADA-пакета Siemens SIMATIC WinCC. Данная SCADA-система предназначена для

использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. Siemens SIMATIC WinCC обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологий. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего и среднего уровней, 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.

Основные возможности SCADA-систем:

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

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

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

Мнемосхема нагревателя приведена в приложении Ж.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-СБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т31	Ибрагимову Жамшиду Мирзали угли

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Ибрагимов Жамшид Мирзали угли		

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

3.1 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 12 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 12 – Карта сегментирования рынка

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

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

3.2 Анализ конкурентных технических решений

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

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

Таблица 13 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,07	5	2	4	0,35	0,14	0,28
Удобство в эксплуатации	0,06	4	3	3	0,24	0,18	0,18
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,09	5	4	2	0,45	0,36	0,18
Надежность	0,15	4	5	5	0,6	0,75	0,75
Безопасность	0,15	4	5	5	0,6	0,75	0,75
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
Простота эксплуатации	0,06	4	5	4	0,24	0,3	0,24
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,06	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	2	3	3	0,06	0,09	0,09
Цена	0,06	3	5	1	0,18	0,3	0,06
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35
Послепродажное обслуживание	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
Итого:	1	51	50	48	3,97	3,86	3,71

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.

3.3 SWOT – анализ

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Матрица SWOT-анализа представлена в таблице 14.

Таблица 14 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Экономичность и энергоэффективность проекта.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С3. Более низкая стоимость.</p> <p>С4. Актуальность разработки.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие работающего прототипа.</p> <p>Сл2. Большой срок поставок оборудования.</p> <p>Сл3. Медленный процесс вывод на рынка новой системы.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Большой потенциал применения данной системы.</p> <p>В2. Использование существующего ПО.</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Большой потенциал применения обуславливается введением системы управления, мало распространенной на территории РФ и находящейся на уровне лучших зарубежных аналогов.</p> <p>Использование существующего программного обеспечения позволяет не тратить время и деньги на создание уникального ПО.</p>	<p>Санкции, наложенные на РФ, и высокий курс евро/доллара будут ограничивать появление новых иностранных технологий на российском рынке.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии.</p> <p>У2. Развитая конкуренция.</p> <p>У3. Сложность перехода на новую систему.</p>	<p>Новая система управления и актуальность разработки не сказываются на спросе</p> <p>Противодействие со стороны конкурентов не повлияет на наличие опытного руководителя.</p>	<p>Медленный ввод данной системы в эксплуатацию позволит переждать возможных скачков на рынке спроса.</p>

3.4 Планирование научно-исследовательских работ

3.4.1 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), студент-дипломник (СД). Разделим выполнение дипломной работы на этапе, представленные в таблице 15.

Таблица 15 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исп-ля	Загрузка
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Р	Р-100%
Проведение НИР				
Выбор направления исследования	2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, СД	Р-50%, СД-100%
	3	Разработка и утверждение техзадания (ТЗ)	Р, СД	Р-100%, СД-100%
	4	Календарное планирование работ	Р, СД	Р-50%, СД-100%
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка структурных схем	СД	СД-100%
	6	Разработка функциональных схем	СД	СД-100%
	7	Выбор технических средств автоматизации	СД	Р-50% СД-100%
	8	Выбор алгоритмов управления	СД	Р-50% СД-100%
	9	Разработка экранной формы	СД	СД-100%
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	СД	СД-100%

3.5 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:

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

$$T_{\text{кал}} = 365 \text{ дней}$$

$$T_{\text{вых}} = 104 \text{ дня}$$

$$T_{\text{пр}} = 24 \text{ дня}$$

В таблице 16 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 16 – Временные показатели проведения работ

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		T _{min} , чел-дн.	T _{max} , чел-дн.	T _{ож} , чел-дн.	T _р , раб.дн	T _{кд} , кал.дн	У _i , %	Г _i , %
1	Р	1	2	1,4	1,4	2	5,5	5,5
2	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1	2,7	8,3
3	Р, СД	2	3	2,4	1,2	2	5,5	13,9
4	Р, СД	1	2	1,4	0,7	1	2,7	16,6
5	СД	2	3	2,4	2,4	3	8,3	25
6	СД	5	10	7	7	10	27,7	52,7
7	Р, СД	2	3	2,4	1,2	3	8,3	61,1
8	Р, СД	3	6	4,2	2,1	6	16,6	77,7
9	Р, СД	3	6	4,2	2,1	6	16,6	94,4
10	СД	1	2	1,4	1,4	2	5,5	100
итого	Студент				20,2	34		
	Руководитель				9,4	21		

На основе таблицы 16 построим график работ. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются

протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 17 – План-график

№	Вид работы	Исп-ли	Ткд	16.03						13.06	
				5	10	15	20	25	30	35	
1	Составление и утверждение задания НИР	Р	2	✕							
2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р, СД	1	■							
3	Разработка и утверждение ТЗ	Р, СД	2	■	✕						
4	Календарное планирование работ	Р, СД	1		■						
5	Разработка структурных схем	СД	3		■						
6	Разработка функциональных схем	СД	10		■	■	■	■	■	■	■
7	Выбор технических средств автоматизации	Р, СД	3					✕	■		
8	Выбор алгоритмов управления	Р, СД	6						✕	■	■
9	Разработка экранной формы	Р, СД	6							✕	■
10	Составление пояснительной записки	СД	2								■

✕ -руководитель

■ - студент-дипломник

3.6 Бюджет научно-технического исследования

3.6.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг и т.д.);

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

Расчеты представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
Контроллер Siemens S7-300	шт.	1	354 000	442500
Расходомер MicroMotion CMF300M	шт.	5	249 000	1431750
Датчики давления Метран-150G	шт.	4	87 700	403420
Датчик температуры Метран-280	шт.	3	64 150	221317,5
Задвижка VS2	шт.	2	214 750	515400
Электропривод АМЕ-10	шт.	2	114 000	285000
Итого:				3299387,5

3.6.2 Расчет затрат на специальное оборудование

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

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц, шт.	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость, руб.
SCADA PRO	1	34 400	34400
итого:			34400

3.6.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{он}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

Где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

В расчете принят районный коэффициент 1,3.

Оклады приняты согласно окладам работников ТПУ.

Руководитель (старший преподаватель без н.с. ТПУ) – 24960 руб.

Студент (УВП ТПУ) – 9489 руб.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата, руб.	Районный коэффициент, %	Месячный должностной оклад работника, руб.	Среднедневная заработная плата, руб.	Продолжительность работ, дней	Зарботная плата основная, руб.
Руководитель	24960	30	32448	1471,33	9,4	13830,47
Студент	9489	30	12336	559,35	20,2	11298,90
Итого:						25129,37

3.6.4 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:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. взнос в социальные фонды установлен в размере 30% от заработной платы.

Все расчеты сведены в таблицу 21

Таблица 21 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	13830,47
Инженер	11298,90
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,00
Итого:	7538,81

3.6.5 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:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{нр}$$

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

$$З_{накл} = (3299387,5 + 34400 + 25129,37 + 7538,81) \cdot 0,15 = 504968,35 \text{ руб}$$

Где 0,15 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.6.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	3299387,5
2. Затраты на специальное оборудование	34400
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	25129,37
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	7538,81
5. Отчисления во внебюджетные фонды	504968,35
6. Накладные расходы	3871424,03
7. Бюджет затрат НИИ	3299387,5

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

Путем внедрения автоматизации, установки более нового оборудования позволило изменить объем производства. Современные и более надежные датчики позволяют поверять датчики раз в 4 года, соответственно снижаются издержки на обслуживание и поверку. Увеличенное время наработки на отказ, повышает вероятность безотказности системы и простоя. Так как система удобна в обслуживании и полностью автоматизирована, снижается количество обслуживающих операторов. После внедрения автоматизации увеличился срок службы. Подробные характеристики и сравнение приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Характеристики генераторов.

Характеристики	До модернизации	После модернизации	Экономический прирост
Объем производства	100 т	200 т	Увеличение в 2 раза
Межповерочный интервал	1 год	4 года	Увеличение межповерочного интервала в 4 раза
Надежность	100 тыс. часов	150 тыс. часов	Увеличение времени наработки на отказ в 1,5 раз
Количество операторов	3	2	240000 руб/год
Срок службы	15 лет	25 лет	Увеличение срока службы на 10 лет

Фонд ЗП на 1-го оператора 20 тыс. руб. в месяц

Экономия за год составит: $20 \cdot 12 = 240000$ руб

Увеличение производительности приводит к повышению выручки предприятия, увеличение межповерочного интервала снижает издержки на поверки, надежность системы снижает вероятность внеплановых простоев производства, также повышенный срок службы снижает издержки на новую разработку и ремонт.

Экономический эффект от внедрения системы примерно составляет прирост на 1000000 рублей в год.

Вывод

Экономическая часть выпускной квалификационной работы была представлена с целью перспективности и успешности модернизации системы автоматического управления технологическим процессом. Достижение цели было достигнуто путем решения задач организации работ по научно-исследовательскому проекту, планирование научно-исследовательских работ, оценки научно-технического уровня работ, определение ресурсной (ресурсосберегающей), бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Общая сумма затрат на разработку проекта составляет 3459064,62 руб,
экономический эффект составляет примерный прирост в 1000000 руб/год.

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т31	Ибрагимову Жамшиду Мирзали угли

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение	Автоматизации и робототехника
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

ты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	которая является легковоспламеняющейся жидкостью)
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Воздействие на селитебную зону не происходит. Гидросферу не значительное. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом Воздействию на литосферу происходит в результате производства, обслуживания и утилизации оборудования
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Возможные ЧС на объекте: разлив нефти, утечка газа, пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является пожар(возгорание)
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Рабочее место должно соответствовать требованиям: ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности и настоящего стандарта».
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Ибрагимов Жамшид Мирзали угли		

4. Социальная ответственность

Введение

Организация и улучшение условий труда на рабочем месте является одним из важнейших резервов производительности труда и экономической эффективности производства. Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Любая производственная деятельность сопряжена с воздействием на работающих вредных и опасных производственных факторов. Под условиями труда подразумевается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и производительность труда человека в процессе труда. Отсюда обеспечение безопасных условий труда – одна из основополагающих целей, к которой должно стремиться руководство предприятия.

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом УПСВ. Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочей зоны, которой является установка комплексной подготовки нефти, непосредственно куда проектировалась автоматизированная система управления. Проанализированы опасные и вредные факторы.

Анализ вредных и опасных факторов

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и вред-

ных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные фактора при работе оператора АСУ ТП

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<i>Рабочим местом является установка комплексной подготовки нефти. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров УКПН. УКПН расположено на территории нефтеперерабатывающего завода.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шумов 2. Повышенный уровень вибрации 3. Электромагнитные излучения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электро-безопасность 2. Пожаро-взрывобезопасность 	<p>Шумы – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [1]</p> <p>Вибрация – ГОСТ 31192.2-2005 [3]</p> <p>Электромагнитное излучение - СанПиН 2.2.2/2.4.1340 [5]</p> <p>Электробезопасность – ГОСТ 12.1.038-82 [6]</p> <p>Пожарная безопасность – СНиП 2.11.03-93 [7]</p> <p>Взрывобезопасность – ГОСТ 12.1.010-76 СББТ [8].</p>

4.1. Анализ вредных факторов

4.1.1. Повышенный уровень шума

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

При выполнении работ на рабочих местах в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещениях предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА [11].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с СП 51.13330.2011 [12].

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 25.

Таблица 25 – Допустимые уровни звукового давления

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

После модернизации автоматизированной системы управления увеличилось число оборудования, которое является источником шума. В состав источников шума в проектируемой системе являются электроприводы и клапана, насосные агрегаты.

До разработки системы автоматизированного управления шум на площадке составлял 65 дБ, после внедрения автоматизированной установки снизился до 60 дБ. Это связано с внедрением более новой автоматики и исполнительных механизмов. При этом дополнительных мер защиты, как наушники не требуется.

4.1.2. Повышенный уровень вибрации

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизма-

ми и оборудованием, ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека [13].

Вибрация определяется следующими основными параметрами:

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

Таблица 26 – Гигиенические нормы вибрации

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

Основными источниками вибрации на площадке установки комплексной подготовки нефти являются работающие задвижки, электроприводы, компрессора.

Методы защиты от вибрации:

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

Средства индивидуальной защиты не требуются, так как вибрация незначительная.

4.1.3. Электромагнитное излучение

Все приборы, работающие от электросети, оказывают влияние на окружающее их электромагнитное поле – физическое поле, которое взаимодействует со всеми телами, обладающими хотя бы минимальным электрическим зарядом. К таким телам принадлежит и человеческий организм. Наше

тело вырабатывает немало электрических импульсов. Сигналы нервной системы, сокращения сердечной мышцы и ряд других функций осуществляются при помощи тока электрических импульсов по живым волокнам. Электромагнитное излучение от приборов создает возмущения в физическом поле. В настоящий момент общая «масса» таких возмущений уже стала критической и превратилась в своеобразный вид экологического загрязнения, который невозможно увидеть невооруженным глазом.

Чаще всего мы не ощущаем влияния электромагнитного излучения, но если оно достигает колоссальной мощности, то человек чувствует его как выброс тепла. Достаточно мощное излучение можно зафиксировать при помощи специальной аппаратуры. Но то влияние, которое оказывает на нас ежедневное «общение» с электроприборами и вычислительной техникой, остается незамеченным.

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

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания работающих без средств защиты в электрическом поле приведены в таблице 27 [14].

Таблица 27 – Допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания

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

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

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

4.2. Анализ опасных факторов

4.2.1. Электробезопасность

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

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токо- и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05 А – безопасен (до 1000 В).

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

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

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

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

Площадь перерезу нулевого рабочего и нулевого защитного проводника в групповой трехпроводной сети должна быть не меньше площади перерезу фазового проводника. Все проводники должны отвечать номинальным параметрам сети и нагрузки, условиям окружающей среды, условиям деления проводников, температурному режиму и типам аппаратуры защиты, требованиям ПУЭ.

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

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

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

Контроллерное оборудование, исполнительные нагревательные элементы работают от сети переменного напряжения 220 В и частотой 50 Гц. Данное оборудование подключено через распределительный шкаф. Эти виды

оборудования являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При осмотре, работе, наладке этого оборудования возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

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

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходима изоляция токоведущих частей, установлено защитное отключение, защитное заземление и зануление [15].

4.3. Экологическая безопасность

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

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

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

Воздействия на атмосферу незначительное, т. к. системы противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки, аварии и

другие опасные ситуации. При этом все технологические аппараты оснащены защитными фильтрами.

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

Воздействие на литосферу. В связи с тем, что для производства и обслуживания оборудования средств автоматизации необходимы ресурсы, оказывается влияние на литосферу, а именно на недра земли, добыча ископаемых. В этом случае мы не можем повлиять на защиту литосферы, однако после использования оборудования необходимо его утилизировать в соответствующих местах утилизации.

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1. Пожарная безопасность

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага [8]. Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами: работа с открытой электроаппаратурой; короткое замыкание в блоке питания или высоковольтном блоке дисплейной развертки; нарушенная изоляция электрических проводов; несоблюдение правил пожарной безопасности; наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.; наличие кислорода, как окислителя процессов горения.

Источниками зажигания в диспетчерской могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, где в результате различных нарушений образу-

ются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Для диспетчерской установлена категория пожарной опасности В - пожароопасные.

Пожарная профилактика основывается на устранении благоприятных условий возгорания. В рамках обеспечения пожарной безопасности решаются четыре задачи: предотвращение пожаров и возгорания, локализация возникших пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожара.

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

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

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; наличие гидрантов с пожарными рукавами; телефонная связь с пожарной охраной; огнетушители: химический пенный ОХП-10 и углекислотный ОУ-2.

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

4.5. Организационные мероприятия обеспечения безопасности

4.5.1. Эргономические требования к рабочему месту

1. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Настоящий стандарт распространяется на опасные и вредные производственные факторы, устанавливает их классификацию и содержит особенности разработки стандартов ССБТ на требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов.

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

3. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Настоящий свод правил устанавливает нормы допустимого шума на территориях и в помещениях зданий различного назначения, порядок проведения акустических расчетов по оценке шумового режима на этих территориях и в помещениях зданий, порядок выбора и применения различных методов и средств для снижения расчетных или фактических уровней шума до требований санитарных норм, а также содержит указания по обеспечению в помещениях специального назначения оптимального акустического качества с точки зрения их функционального назначения.

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

5. СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарные правила устанавливают санитарно-эпидемиологические требования к условиям производственных воздействий

ЭМП, которые должны соблюдаться при проектировании, реконструкции, строительстве производственных объектов, при проектировании, изготовлении и эксплуатации отечественных и импортных технических средств, являющихся источниками ЭМП.

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

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

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы была спроектирована система автоматизированного управления установкой предварительного сброса воды.

В процессе выполнения работы были достигнуты следующие цели и решены следующие задачи:

–изучен технологический процесс УПСВ, дающий представление о том, как происходит обезвоживание нефтяной эмульсии;

–разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации УПСВ, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количества каналов передачи данных и сигналов;

–разработана схема соединений внешних проводок, дающая представление о системе передачи сигналов от полевых устройств на щиты КИПиА и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, устранить их;

–разработаны алгоритмы сбора данных, пуска, останова оборудования и ПИД-регулирования;

–разработано ПО для ПЛК;

–разработана мнемосхема нагревателя.

Таким образом, спроектированная система не только удовлетворяет текущим требованиям, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Е. И. Громаков, Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 173 с.
- 2 Технологический регламент ЦПС Алехинского месторождения НГДУ «Нижнесортымскнефть»: НГДУ «Нижнесортымскнефть». — Сургут: НГДУ «Нижнесортымскнефть», 2008. — 150 с.
- 3 <http://aelectric.ru/?p=8107>
- 4 Преобразователи температуры Метран-280, Метран-280-Ех. Руководство по эксплуатации 281.01.00.000 РЭ.
- 5 Сенсоры Micro Motion. Модели Elite. Руководство по установке и эксплуатации P/N 20000349.
- 6 Датчик давления Метран-150. Руководство по эксплуатации СПГК.5225.000.00 РЭ.
- 7 РМГ 62-2003 Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Основание погрешности измерений при ограниченной исходной информации ВНИИМС Госстандарта России. М., 2003. – 17 с.
- 8 Многооборотные взрывозащищенные электроприводы с двухсторонней муфтой ограничения крутящего момента, техническое описание и руководство по эксплуатации 3791-001-96569271 РЭ.
- 9 <http://tomskcable.ru/>
- 10 ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Настоящий стандарт распространяется на опасные и вредные производственные факторы, устанавливает их классификацию и содержит особенности разработки стандартов ССБТ на требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов.
- 11 СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. Санитарные нормы

устанавливают классификацию шумов; нормируемые параметры и предельно допустимые уровни шума на рабочих местах, допустимые уровни шума в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

12 СП 51.13330.2011. Защита от шума. Настоящий свод правил устанавливает нормы допустимого шума на территориях и в помещениях зданий различного назначения, порядок проведения акустических расчетов по оценке шумового режима на этих территориях и в помещениях зданий, порядок выбора и применения различных методов и средств для снижения расчетных или фактических уровней шума до требований санитарных норм, а также содержит указания по обеспечению в помещениях специального назначения оптимального акустического качества с точки зрения их функционального назначения.

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

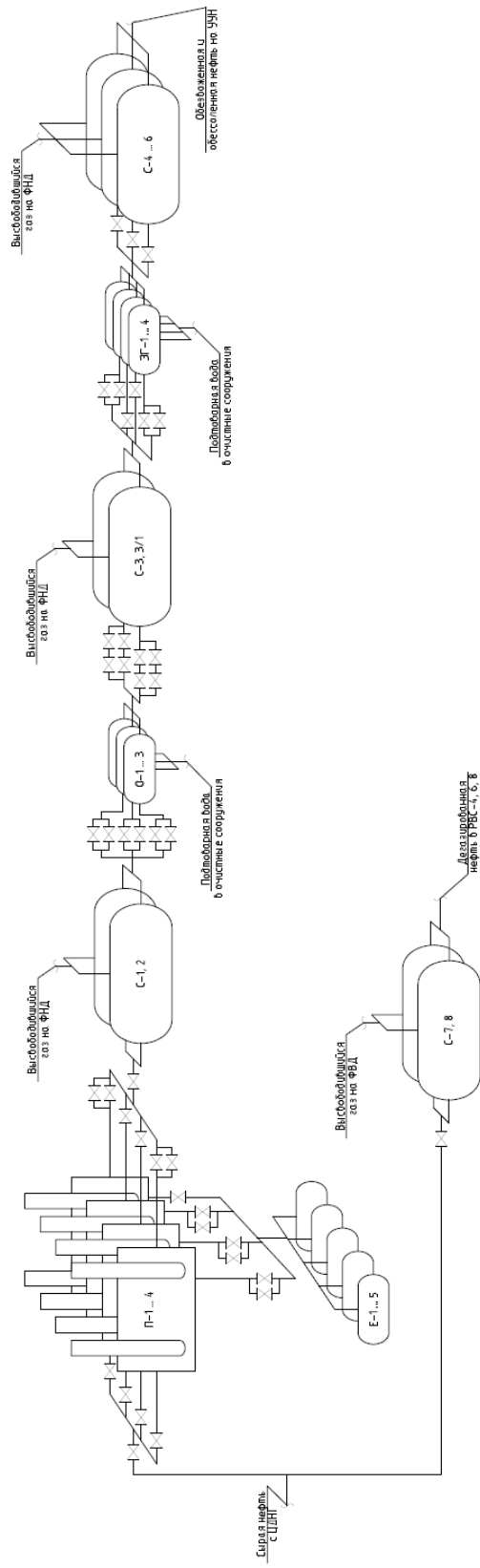
14 СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарные правила устанавливают санитарно-эпидемиологические требования к условиям производственных воздействий ЭМП, которые должны соблюдаться при проектировании, реконструкции, строительстве производственных объектов, при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

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

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

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

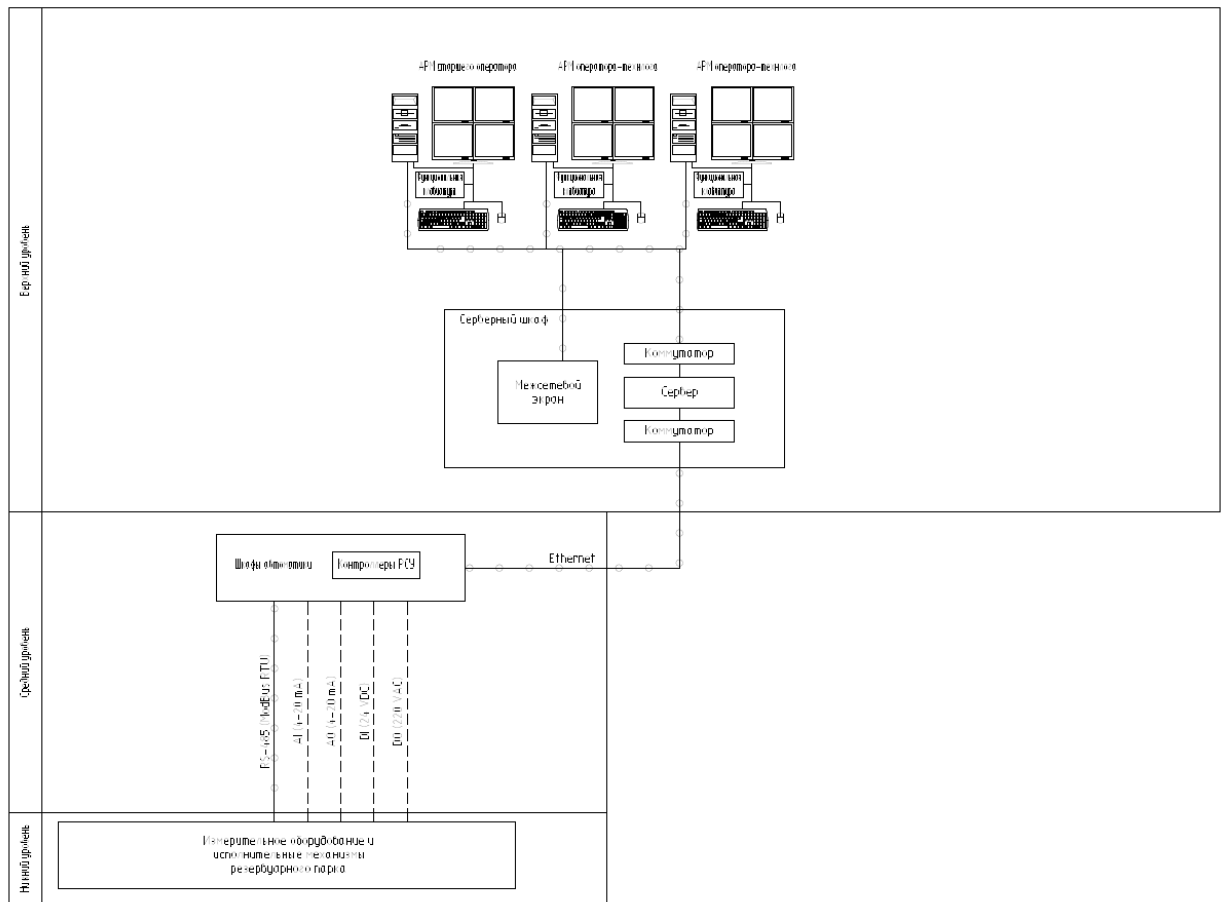
Приложение А. Технологическая схема



Приложение Б. Перечень вход/выходных сигналов

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон измерения	Единицы измерения	Тип сигнала	Уровень сигнала					
					Преобразовательный		Аварийный			
					min	max	min	max	min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Росход нефтяной эмульсии через насосную линию N*	FLW_HT*_OIL_MESR	0 ... 600	m ³ /ч	4-20 mA	250	450	200	500		
Температура нефтяной эмульсии на входе в насосную линию N*	TEMP_IN*_OIL_MESR	0 ... 50	°C	4-20 mA	-	-	-	-		
Давление нефтяной эмульсии на входе в насосную линию N*	PRS_IN*_OIL_MESR	0 ... 10	ккал/см ²	4-20 mA	2,0	7,5	1,5	8,0		
Температура нефтяной эмульсии на выходе из насосной линии N*	TEMP_OUT*_OIL_MESR	0 ... 100	°C	4-20 mA	-	60	-	65		
Давление нефтяной эмульсии на выходе из насосной линии N*	PRS_OUT*_OIL_MESR	0 ... 6	ккал/см ²	4-20 mA	1,5	5,0	1,0	5,5		
Давление газа для регулятора на входе в насосную линию N*	PRS_ER*_GAS_MESR	0 ... 1	ккал/см ²	4-20 mA	0,2	0,5	0,1	0,6		
Давление газа после регулятора на входе в насосную линию N*	PRS_AR*_GAS_MESR	0 ... 1	ккал/см ²	4-20 mA	0,2	0,5	0,1	0,6		
Температура выходящего газа на выходе из насосной линии N*	TEMP_OUT*_SMK_MESR	0 ... 700	°C	4-20 mA	-	670	-	680		
Давление воздуха на входе в насосную линию N*	PRS_IN*_AIR_MESR	0 ... 0,1	ккал/см ²	4-20 mA	0,02	-	0,01	-		
Открыть клапан на входной линии насосной линии N*	OPN_IN*_VLV*_CTRL	-	-	220 VAC	-	-	-	-		
Закрыть клапан на входной линии насосной линии N*	CLS_IN*_VLV*_CTRL	-	-	220 VAC	-	-	-	-		
Текущий процент открытия клапана на входной линии насосной линии N*	PRC_IN*_VLV*_MESR	0 ... 100	%	4-20 mA	-	-	-	-		
Текущее состояние клапана на входной линии насосной линии N* (0/3)	STT_IN*_VLV*_MESR	-	-	24 VDC	-	-	-	-		

Приложение Г. Трехуровневая структурная схема



Приложение Д. Схема внешних проводов

Наименование параметра и место отбора импульса	Нагреватель П-Н									
	Входная линия нефтяной эмульсии				Выходная линия нефтяной эмульсии		Входная линия топливного газа		Выходная линия дымовых газов	Входная линия воздуха
	Управление, сигнализация состояния пневмоприбора задвижки	Расход нефтяной эмульсии через нагреватель П-Н	Температура нефтяной эмульсии	Давление нефтяной эмульсии	Температура нефтяной эмульсии	Давление нефтяной эмульсии	Давление топливного газа до клапана	Давление топливного газа после клапана	Температура дымовых газов	Давление воздуха
Обозначение чертежа установки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Поз. обозначение	FV N-2	FGT N-1.2	TT N-3.1	PGT N-4.1	TT N-5.1	PGT N-6.1	PGT N-7.1	PGT N-8.1	TT N-9.1	PGT N-10.1

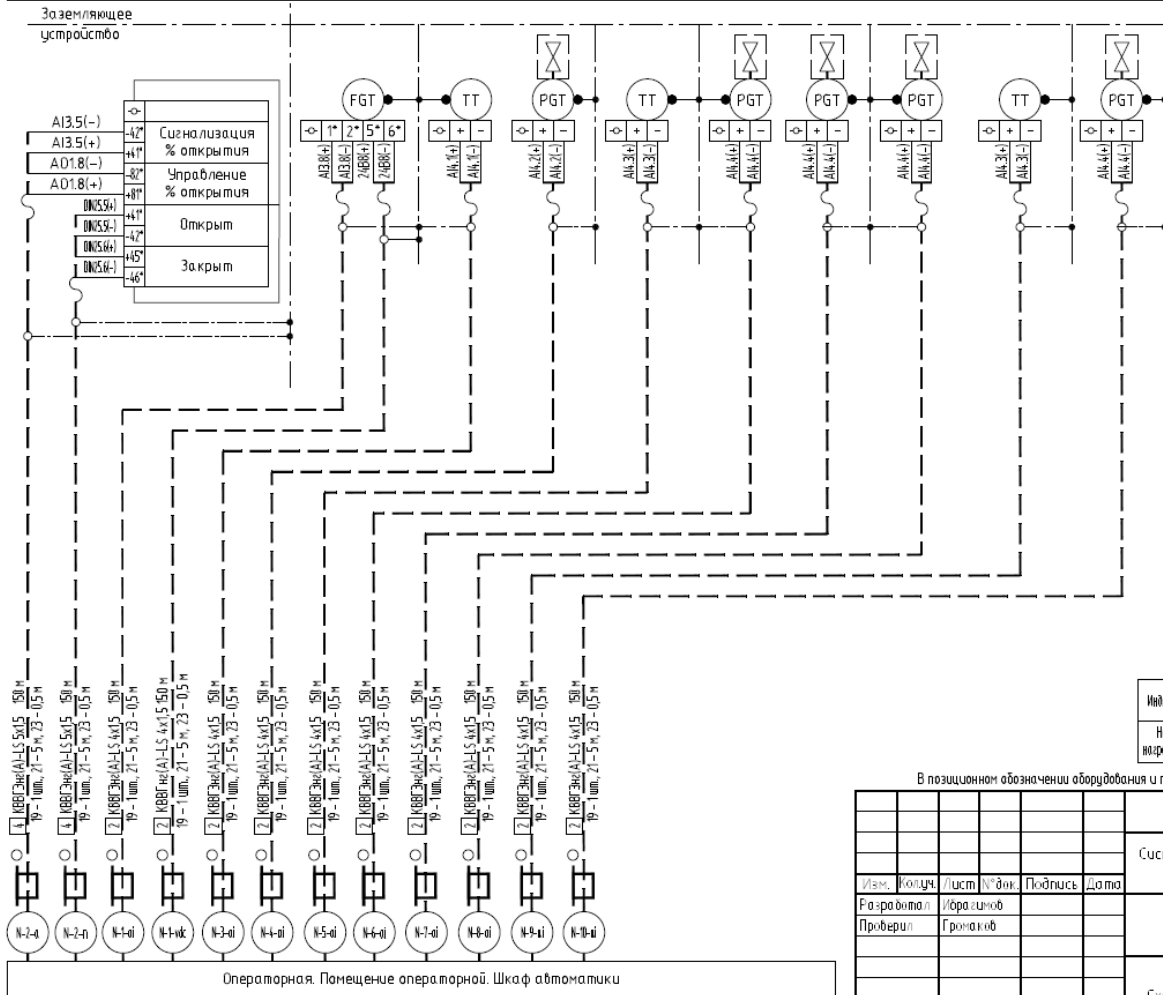


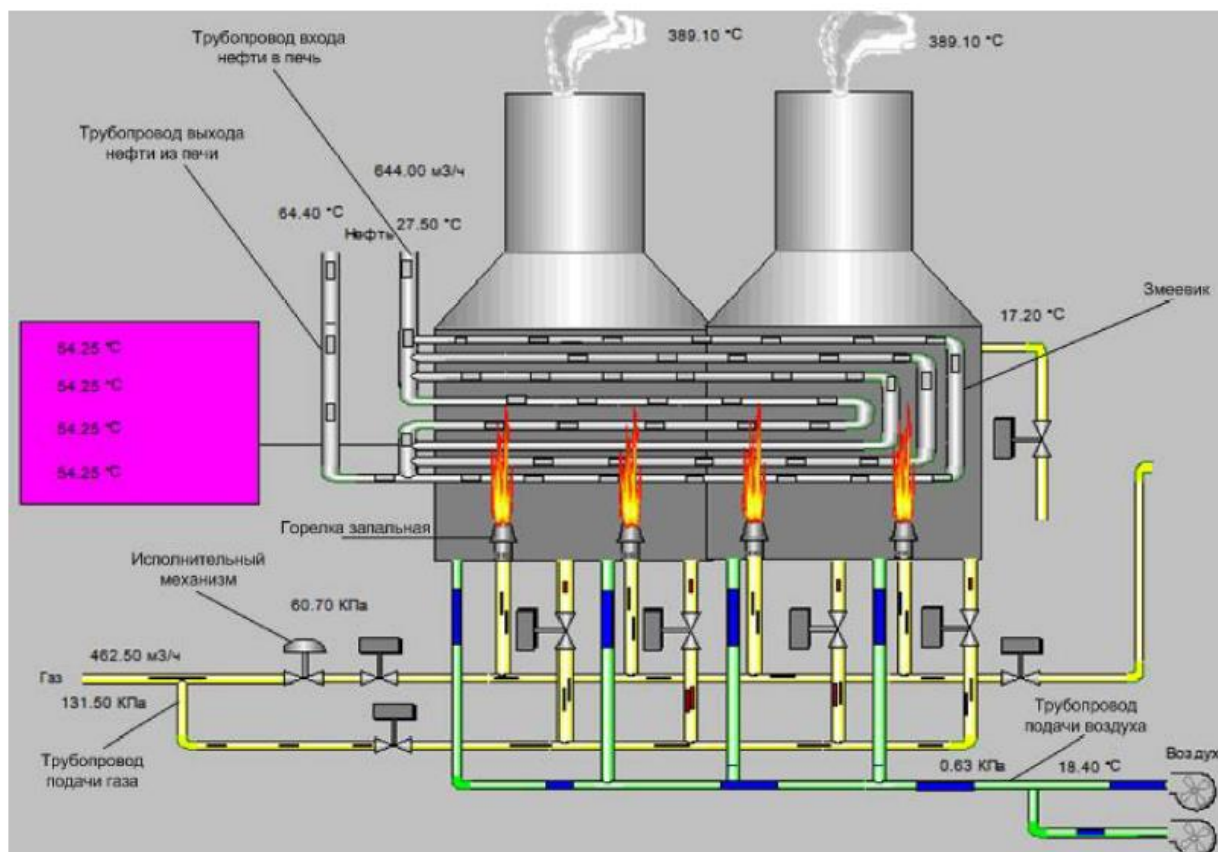
Таблица пр

Индекс №	1
Номер прибора	1

В позиционном обозначении оборудования и прибор индекс

Система управл			
Изм.	Колуч.	Лист №	Вкл.
Разработал	Исполнил	Проверил	Граматков
Дата			
Установка сод			
Нагрев			
Схема соедине			

Приложение Е. Мнемосхема



Приложение Ж. Опросные листы

Общая информация			
Предприятие *:			Дата заполнения:
Контактное лицо *:			Тел. / факс *:
Адрес *:			E-mail:
Опросный лист №	Позиция по проекту (тэг):		Количество *:
Параметры измеряемой и окружающей среды			
Измеряемая среда:		Фазовое состояние: газ жидкость	
Диапазон измеряемых температур, С*		Мин ____	Макс ____
Давление измеряемой среды, МПа*			
Скорость потока измеряемой среды, м/с			
Диапазон окружающих температур, °С		Мин ____	Макс ____
Датчик температуры			
Rosemount (Emerson) *		Метран *	
Первичный преобразователь (ПП), без защитной гильзы			
Требуется *	Не требуется *		Не требуется *
<i>Тип чувствительного элемента (ЧЭ)</i>		<i>Тип чувствительного элемента (ЧЭ)</i>	
Термопара	Термометр сопротивления		Термометр сопротивления
<i>Количество чувствительных элементов</i>		<i>Количество чувствительных элементов</i>	
1 2		1 2	
<i>Номинальная статическая характеристика (НСХ) *</i>		<i>Номинальная статическая характеристика (НСХ) *</i>	
К N	Pt100		К В N 50М 100М 50П
J	____ (другие НСХ)		L R S ____ 100П Pt100 ____ (другие НСХ) (другие НСХ)
Рабочий спай		Рабочий спай	
изолированный		изолированный	
неизолированный		неизолированный	
<i>Класс допуска</i>		<i>Класс допуска</i>	
1	А В		1 2 А В С
<i>Схема соединений</i>		<i>Схема соединений</i>	
2-хпроводная	2-хпроводная		2-хпроводная
	3-хпроводная		3-хпроводная

	4-хпроводная		4-хпроводная
<i>Диаметр оболочки ЧЭ</i>		<i>Диаметр защитной арматуры (без защитной гильзы)</i>	
6мм		20мм	10мм 8мм 6мм 5мм 3мм
<i>Глубина погружения (длина монтажной части)*</i>		<i>Глубина погружения (длина монтажной части)*</i>	
___ мм		___ мм	
<i>Материал оболочки кабеля</i>		<i>Материал защитной арматуры</i>	
321 SST (HCX J)	316/321 SST	12X18H10T 10X17H13M2T	
Inconell 600 (HCX K)		15X25T ХН78Т	
Nicrobell B (HCX N)		10X23H18 Латунь ХН45Ю ___ (другие мат-лы)	
<i>Способ крепления первичного преобразователя</i>		<i>Способ крепления первичного преобразователя*</i>	
1/2" NPT	___ (другая резьба)	Без резьбы	М20х1.5 ___ (другая резьба) Без резьбы
		Фланец ___ Вварной	
Rosemount (Emerson)		Метран	
Защитная гильза			
Требуется*:		Требуется*:	
Трубчатая (max D=9..12мм)		Сварная (до 25 МПа) Цельноточеная (до 50 МПа)	
Литая коническая (max D=17..26,5мм)	Литая вварная	Фланцевая (до 16 МПа) Вварная (до 50 МПа)	
Не требуется*		Не требуется*	
<i>Материал защитной гильзы</i> ___		<i>Материал защитной гильзы</i> ___	
<i>Способ установки на объекте*</i>		<i>Способ установки на объекте*</i>	
Резьба ___	Фланец ___	Вварной ___	Резьба ___ Фланец ___ Вварной
Соединительная головка			
Требуется*	Не требуется*	Требуется* Не требуется* (удлин. провода мм)	
<i>Материал соединительной головки</i>		<i>Материал соединительной головки</i>	
Алюминиевый сплав	Нержавеющая сталь	Полиамид Технамид® Пластик АБС Алюминиевый сплав	
<i>Резьба кабельного ввода</i>		<i>Резьба кабельного ввода</i>	
1/2" NPT	M20x1.5	M20x1.5	
<i>Степень защиты от воздействия пыли и воды</i>		<i>Степень защиты от воздействия пыли и воды</i>	
IP65	IP68	IP65 IP5X	
Измерительный преобразователь			
Требуется для монтажа*:		Требуется* (только встроенный в соединительную головку ПП)	
В соединительную головку ПП			
На DIN рейку	На кронштейн	Не требуется*	
<i>Входной сигнал</i>		<i>Входной сигнал</i>	
K	N Pt100 J ___ (другие HCX)	Определяется типом выбранного первичного преобразователя	
<i>Выходной сигнал*</i>		<i>Выходной сигнал*</i>	
4-20+HART	Foundation Fieldbus	HART Wireless	4-20мА 0-5мА 4-20+HART
<i>Наличие индикации</i>		Местная индикация отсутствует	

Требуется	Не требуется	
Взрывозащита		
Требуется*:		Требуется*:
Искробезопасная электрическая цепь Exia		Искробезопасная электрическая цепь Exia
Взрывонепроницаемая оболочка Exd (указать внешний диаметр к		Взрывонепроницаемая оболочка Exd: Кабельный ввод для бронированного кабеля – БК
Не требуется*		Кабельный ввод для трубного монтажа – ТБ
		Не требуется*
Предел допускаемой основной погрешности		
<i>Первичного преобразователя (ПП)</i>		±__
класс допуска указывается в разделе «Первичный преобразователь		(для датчиков серий Метран-270, -270МП, 2700, -280)
<i>Измерительного преобразователя (ИП)</i>		
±__°С		
<i>Сборки ПП+ИП</i>		
±__°С		
Дополнительные требования		
__		

Опросный лист для заказа расходомера

Общая информация			
Предприятие *:		Дата заполнения:	
Контактное лицо *:		Тел. / факс *:	
Адрес *:		E-mail:	
Опросный лист №	Позиция по проекту:	Количество *:	
Информация об измеряемой среде			
Изменяемая среда *:		Фазовое состояние *:	
Состав (если смесь):		Концентрация (если раствор): %	Наличие газа (если жидкость): %
<input type="checkbox"/> агрессивная	<input type="checkbox"/> склонность к налипаниям	<input type="checkbox"/> абразивная: до % твердых частиц; размер частиц до мм	
Информация о процессе			
Изменяемый расход *: Мин Ном Макс т/ч			Допустимая потеря давления на расходомере при: - ном. расходе - кгс/см2; - макс. расходе - кгс/см2
Давление среды *: Мин Ном Макс кгс/см2-изб			
Температура среды *: Мин Ном Макс °С			
Плотность *: Мин Ном Макс кг/м3			
Вязкость *: Мин Ном Макс сПз			
Соединение с трубопроводом на объекте			
Внутренний диаметр трубопровода *:		Толщина стенки:	Материал*:
Стандарт фланцев:		Форма уплотнительной поверхности фланцев расходомера:	
Требования к исполнению расходомера			
Погрешность измерения (не более):		Массового расхода * - %	Плотности - кг/м3
Температура окружающей среды: от до °С		Питание расходомера:	
Взрывозащита:		Типоразмер кабельных вводов:	
Желательный монтаж преобразователя и сенсора:		<input type="checkbox"/> интегральный; <input type="checkbox"/> удаленный кабелем метров (макс.300 м)	
Выходные сигналы: <input type="checkbox"/> 4-20 мА (кол-во); <input type="checkbox"/> част.-имп. (кол-во); <input type="checkbox"/> релейный (кол-во); <input type="checkbox"/> цифровой -			
Дополнительные функции:			
<input type="checkbox"/> ЖК-индикатор с кнопками			
<input type="checkbox"/> измерение плотности (<input type="checkbox"/> дополнительный выход 4-20 мА для плотности)			
<input type="checkbox"/> расширенный анализ плотности, вычисление концентрации			
<input type="checkbox"/> возможность физической очистки (прямотрубный)			
<input type="checkbox"/> функция дозирования (диапазон доз: от до кг)			
<input type="checkbox"/> самопроверка состояния измерительных трубок (Smart Meter Verification)			
<input type="checkbox"/> компьютер чистой нефти (NOC)			
Дополнительное оборудование, аксессуары, услуги			
Необходимые средства конфигурации: <input type="checkbox"/> Программное обеспечение ProLink III <input type="checkbox"/> переносной HART-коммуникатор			
<input type="checkbox"/> ответные фланцы <input type="checkbox"/> с коническими переходами (если будет предложен расходомер с сужением трубопровода)			
<input type="checkbox"/> кожух сенсора с возможностью подведения пара для обогрева сенсора		<input type="checkbox"/> шеф надзор, пуско-наладка	
Примечания			

Опросный лист для заказа датчика давления

Общая информация		
Предприятие *:		Дата заполнения:
Контактное лицо *:		Тел. / факс *:
Адрес *:		E-mail:
Опросный лист №	Позиция по проекту:	Количество *:
Параметр		
Измеряемый параметр *	Избыточное давление <input type="checkbox"/>	
	Абсолютное давление <input type="checkbox"/>	
	Перепад давления <input type="checkbox"/>	
	Разрежение <input type="checkbox"/>	
	Давление-Разрежение <input type="checkbox"/>	
Измеряемая среда		
Диапазон измерения(шкала прибора) *	от ____ до ____	
Требуемая основная приведенная погрешность измерения		
Температура окружающей среды	от ____ до ____ °С	
Температура измеряемой среды	от ____ до ____ °С	
Рабочее избыточное давление (для датчиков перепада давления) *		
Требования к датчику		
Класс безопасности по ОПБ 88/97	<input type="checkbox"/> Класс безопасности 2; <input type="checkbox"/> Класс безопасности 3; <input type="checkbox"/> Класс безопасности 4	
Выходной сигнал *	<input type="checkbox"/> 4-20 мА <input type="checkbox"/> 0-5 мА <input type="checkbox"/> 0-20 мА <input type="checkbox"/> обратный: <input type="checkbox"/> 20-4 мА <input type="checkbox"/> 5-0 мА <input type="checkbox"/> 20-0 мА <input type="checkbox"/> квадратный корень (только для датчиков перепада давления)	
Резьбовое соединение с технологическим процессом	<input type="checkbox"/> M20x1,5	<input type="checkbox"/> ниппель с накидной гайкой
	<input type="checkbox"/> K 1/2"	<input type="checkbox"/> наружная резьба
	<input type="checkbox"/> K 1/4"	<input type="checkbox"/> внутренняя резьба
Электрическое подключение	<input type="checkbox"/> электрический разъем (вилка 2РМГ14, розетка 2РМ14) <input type="checkbox"/> электрический разъем (вилка 2РМГ22, розетка 2РМ22)	
Дополнительные опции		
<input type="checkbox"/> встроенный ЖК-индикатор	<input type="checkbox"/> клапанный блок	Серия ____
<input type="checkbox"/> кронштейн для крепления датчика на трубе ø50 мм <input type="checkbox"/> кронштейн для установки датчика на плоской поверхности		Количество вентиляей ____
<input type="checkbox"/> поставка датчика в сборе с клапанным блоком		<input type="checkbox"/> кронштейн для крепления клапанного блока на трубе ø50 мм
Примечания:		