

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



Институт электронного обучения
 Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Кафедра систем управления и мехатроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы управления установки дозирования химреагента

УДК 681.268:66-92:681.586:004.384

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т22	Еремин Александр Львович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Берчук Д. Ю.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	к.и.н		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Губин Владимир Евгеньевич	к.т.н.		

Томск – 2017 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 использовать их 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»



Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой СУМ

_____ Губин Е 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
3–8Т22	Еремин Александр Львович

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы управления установки дозирования химреагента	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 18.04.2017 2751/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

03.06.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом исследования является установка дозирования химреагента

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	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 проводов 8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 9 Разработка экранных форм АС
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio 2 Схема соединения внешних проводов, выполненная в Visio 3 Схема информационных потоков 4 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма 5 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта 6 Обобщенная структура управления АС 7 Трехуровневая структура АС

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Берчук Д. Ю.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З–8Т22	Еремин Александр		

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра систем управления и мехатроники

Уровень образования – бакалавр

Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2017 г.	Основная часть	60
02.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
03.05.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры СУМ	Берчук Д. Ю.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин А. Е.	К.Т.Н.		

Реферат

Пояснительная записка содержит 80 страниц машинописного текста, 19 таблиц, 13 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований, 7 приложений.

Объектом исследования является установка дозирования химреагента УКПН.

Цель работы – модернизирование автоматизированной системы управления установкой дозирования химреагента УКПН с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA–системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленного контроллера Omron CJ2H, с применением SCADA–системы TRACE MODE.

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

Ключевые слова: дозирование химреагента, УДХ, плунжерный насос дозирования, автоматизированная система управления, ПИД-регулятор, программируемый логический контроллер, ПЛК, SCADA-система, Rosemount, Omron.

Содержание

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	10
Введение	12
1 Техническое задание	13
1.1 Назначение и цели создания АС УДХ	13
1.2 Характеристика объекта автоматизации	13
1.3 Требования к системе	14
1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени централизации	14
1.3.2 Требования к режимам функционирования	14
1.4 Требования к видам обеспечения	14
1.4.1 Требования к техническому обеспечению	14
1.4.2 Требования к программному обеспечению	15
1.4.3 Требования к метрологическому обеспечению	16
2 Основная часть	17
2.1 Описание технологического процесса	17
2.2 Разработка структурной схемы	18
2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации	19
2.4 Разработка схемы информационных потоков УДХ	20
2.5 Комплекс аппаратно-технических средств	21
2.5.1 Выбор устройств измерения	21
2.5.1.1 Датчики давления	22
2.5.1.2 Уровнемер	23
2.5.1.3 Сигнализаторы уровня	25
2.5.1.4 Расходомеры	26
2.5.1.5 Датчик температуры	28
2.5.2 Выбор контроллерного оборудования	29
2.5.3 Выбор исполнительного оборудования	30
2.5.4 Выбор частотных преобразователей	32
2.6 Разработка схемы внешних проводок	33
2.7 Разработка алгоритмов управления	34
2.7.1 Алгоритм автоматического регулирования расхода реагента	34

2.7.1.1	Разработка модели САУ	35
2.7.1.2	Моделирование функциональной схемы на ЭВМ.....	36
2.8	Экранные формы АСУ	39
2.8.1	Разработка дерева экранных форм	39
2.8.2	Разработка экранных форм АС УДХ	40
2.8.2.1	Область видеокadra	41
3.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	44
3.1	Потенциальные потребители результатов исследования	44
3.2	Анализ конкурентных технических решений	44
3.3	SWOT – анализ	46
	Планирование научно-исследовательских работ.....	48
3.4	Структура работ в рамках научного исследования	48
3.5	Разработка графика проведения научного исследования	49
3.6	Бюджет научно-технического исследования	52
3.4.1	Расчет материальных затрат	52
3.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование	52
3.4.1	Основная заработная плата исполнителей темы	53
3.4.2	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	53
3.4.3	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	54
3.4.6	Накладные расходы.....	54
3.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	55
4	Социальная ответственность	58
4.1	Анализ вредных факторов.....	59
4.1.1	Повышенный уровень шума	59
4.1.2	Повышенный уровень вибрации	60
4.1.3	Повышенный уровень электромагнитного излучения	62
4.2	Анализ опасных факторов.....	63
4.2.1	Электробезопасность	63
4.3	Экологическая безопасность.....	65
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	67

4.4.1	Пожарная безопасность	67
4.5	Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	69
	Заключение	71
	Список используемых источников.....	72

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Обозначения и сокращения

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;

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

IP (International Protection) – Степень защиты;

КИПиА– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

УКПН – установка комплексной подготовки нефти.

Введение

На сегодняшний день развитие нефтяной промышленности России можно охарактеризовать снижением качества сырьевой базы. Большая часть разрабатываемых месторождений относится к месторождениям, которые вступили в позднюю стадию разработки, в результате чего ухудшается структура данных месторождений, увеличивается доля трудноизвлекаемых запасов нефти, также происходит обводнение продукции скважин.

Так, при добыче парафинистых нефтей одной из основных проблем, вызывающей трудности работы скважин, нефтепромыслового оборудования и трубопроводных коммуникаций, является образование асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), формирование которых приводит к снижению производительности системы и эффективности работы насосных установок.

Одним из способов борьбы с запарафиниванием трубопроводов, является химический метод. Он заключается в добавлении в нефтяную эмульсию различных химических реагентов, которые предотвращают осадкообразование на стенках трубопроводов и нефтепромыслового оборудования. Для выполнения данной задачи используют установки дозирования химреагента (УДХ).

Целью данной выпускной квалификационной работы является модернизация АС установки дозирования химреагента установки комплексной подготовки нефти, что позволит улучшить технико-экономические показатели установки комплексной подготовки нефти, а также повысить безопасность технологического процесса (ТП) на производственном объекте и улучшить достоверность измерений в ходе ТП.

1 Техническое задание

1.1 Назначение и цели создания АС УДХ

Основной целью АС установки дозирования химреагента УКПН является повышение достоверности измерений в ТП подготовки нефти, а также повышение безопасности ТП и улучшение технико-экономических показателей работы УКПН.

Предназначение системы:

- автоматизированный контроль и управление в реальном масштабе времени технологическим процессом дозирования химического реагента в нефтепровод;
- автоматическое и дистанционное приведение ТП в безопасное состояние, в случае возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС);
- сбор и фиксация данных о ходе технологического процесса;
- выявление сбоев и отказов в работе оборудования.

1.2 Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации является установка дозирования химического реагента УКПН, целью работы которой является борьба с запарафиниванием трубопровода химическим методом, а также предотвращения отложения на его стенках иных веществ препятствующих режимной работе УКПН и сокращающих срок службы трубопровода.

В состав технологического оборудования УДХ входят:

- агрегаты электронасосные дозировочные, плунжерные или мембранные (2 шт.);
- насос шестеренный;
- емкость технологическая безнапорная сварная, прямоугольного сечения;
- сепаратор.

1.3 Требования к системе

1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени централизации

Структура системы должна быть трехуровневой:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), включает в себя:
 - датчики давления (2 шт.);
 - уровнемер;
 - сигнализаторы уровня (2 шт.);
 - расходомеры (2 шт.);
 - датчики температуры (2 шт.);
 - преобразователи частоты (2 шт.).
- средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи воздействий на устройства приема/передачи данных на верхний уровень, включает в себя локальный контроллер;
- верхний уровень – уровень, представляющий собой автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, включает в себя:
 - персональный компьютер (ПК);
 - источник бесперебойного питания (ИБП);
 - лицензионное программное обеспечение (ПО).

Функциональная схема комплекса технических средств приведена в приложении А.

1.3.2 Требования к режимам функционирования

Обеспечение системой непрерывной работы УДХ в круглосуточном, круглогодичном режиме.

1.4 Требования к видам обеспечения

1.4.1 Требования к техническому обеспечению

В зависимости от зоны расположения объекта технологическое оборудование, которое устанавливается на открытых площадках, должно выдерживать температуры в диапазоне от -40 °С до 40 °С и влажность не менее

80%, при температуре 28°C.

В проектируемой АС должны быть предусмотрены способы её последующей модернизации и развития, также на момент сдачи в эксплуатацию должен обеспечиваться резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

Система измерений должна основываться на электронных датчиках давления, уровня, расхода, перепада давления, температуры, анализаторах качества и состава, интегрирующих счетчиков.

Средства измерений давлений, уровней и расходов должны иметь стандартные сигналы диапазона 4-20 мА.

Для реализации сбора и обработки информации в подсистемах управления должны быть предусмотрены модули:

- ввода аналоговых сигналов диапазона 4-20 мА;
- ввода по протоколу RS-485 от периферийных микропроцессорных устройств.
- ввода дискретных сигналов;

Вывод аналоговых и дискретных управляющих воздействий, должен осуществляться соответственно через модули вывода аналоговых токовых сигналов и модули вывода дискретных сигналов.

Датчики, входящие в состав системы, должны соответствовать требованиям взрывобезопасности.

ПЛК должны иметь модульную архитектуру, которая позволяет свободно компоновать каналы ввода-вывода.

1.4.2 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) терминала УДХ должно быть совместимым с существующим на УКПН ПО.

Системное ПО должно выполнять все функции информационно-управляющей системы (ИУС).

На нижнем уровне должна быть установлена операционная система реального времени.

На среднем и верхнем уровнях должна быть установлена сетевая операционная система с развитыми средствами поддержки баз данных реального времени и графического интерфейса пользователя.

Инструментальное ПО должно предоставлять возможность настройки базового прикладного ПО и создания специального прикладного ПО.

Базовое прикладное ПО должно выполнять стандартные функции на каждом уровне ИУС (опрос датчиков, визуализация информации и другое).

Специальное прикладное ПО должно осуществлять нестандартные функции на каждом уровне ИУС (алгоритмы управления, расчеты и др.).

Объем памяти выделенной для хранения баз данных должен быть достаточным для размещения на нем информации собранной за 3-х летний период.

На ПК оператора АРМ должно обеспечиваться хранение архивов информации, в следующих временных диапазонах:

- протоколы событий – 1 месяц;
- отчеты за смену/сутки – 3 месяца;
- месячные отчеты – 1 год.

ПК оператора АРМ необходимо обеспечить источником бесперебойного питания (ИБП), поддерживающего его работоспособность в течение двух часов с момента отключения основной питающей сети.

1.4.3 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение должно охватывать все этапы создания системы, а также ее непосредственную эксплуатацию. На этапе введения системы в эксплуатацию должна быть произведена метрологическая аттестация измерительных каналов системы в соответствии с ГОСТ 8009-85. В процессе эксплуатации должна производиться периодическая поверка измерительных каналов системы.

2 Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

Установка дозирования химического реагента (УДХ) предполагает использование на установках комплексной подготовки нефти. Она предназначена для добавления в добываемую нефтяную продукцию химических соединений, предотвращающих запарафинивание трубопроводов, иначе говоря отложения на стенках трубопровода асфальтосмолопарафиновых веществ, а также иных веществ препятствующих режимной работе УКПН и сокращающих срок службы трубопровода.

Сначала, при помощи насоса закачки химический реагент закачивается в ёмкость для хранения запасов реагента. Уровень химреагента в ёмкости контролируется при помощи уровнемера LT-01 и сигнализаторов предельного верхнего и нижнего уровней, соответственно LA-02 и LA-03.

Подача реагента в нефтепровод осуществляется по двум линиям насосами НД-1 и НД-2, при этом они могут работать как одновременно, так и по отдельности, увеличивая или уменьшая пропускную способность УДХ.

Для учёта объёма реагента, подаваемого в нефтепровод на линии насоса НД-1 установлен расходомер FT-07, а на линии насоса НД-2 – FT-08. Измерив текущее значение расхода и сопоставив его с требуемым значением, которое задаёт оператор АРМ, в зависимости от полученного результата на преобразователи частоты (ПЧ) подаётся соответствующее управляющее воздействие.

В случае увеличения значения расхода по сравнению с заданным, ПЧ уменьшает частоту питающего напряжения на насосе.

Если же расход меньше заданного значения, ПЧ увеличивает частоту питающего напряжения на насосе.

В случае равенства заданного и текущего значений расхода реагента, подаётся управляющее воздействие на прекращение регулирования расхода.

2.2 Разработка структурной схемы

Структурная схема установки дозирования химреагента в соответствии с требованиями технического задания (ТЗ) построена по трехуровневому иерархическому принципу. Трехуровневая структура АС приведена в приложении Б.

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных средств автоматизации:

- датчики давления (2 шт.);
- уровнемер;
- сигнализаторы уровня (2 шт.);
- расходомеры (2 шт.);
- датчики температуры (2 шт.);
- преобразователи частоты (2 шт.).

Информация от датчиков полевого уровня переходит на средний уровень. Средний (контроллерный) уровень состоит из локального контроллера. Он осуществляет следующие функции:

- сбор, первичная обработка и хранения информации, поступившей с нижнего уровня;
- обмен информацией с верхним уровнем;
- автоматическое логическое управление и регулирование.

Информация с локального контроллера отправляется на верхний уровень. Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из АРМ оператора, при этом в состав АРМ оператора входят:

- персональный компьютер (ПК);
- источник бесперебойного питания (ИБП);
- лицензионное программное обеспечение (ПО).

Верхний уровень выполняет следующие функции:

- обмен информацией со средним уровнем;

- формирование и оперативное отображение информации о состоянии технологического процесса в реальном масштабе времени в виде мнемосхем с динамическими элементами и т.п.;
- формирование и ведение технологической базы данных;
- бесперебойное питание технических средств верхнего уровня.

2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации

Основным проектным документом, определяющим структуру и уровень автоматизации ТП проектируемой системы и оснащение её приборами и средствами автоматизации является функциональная схема автоматизации.

Функциональные схемы представляют собой чертежи, на которых при помощи условных изображений показывают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления, приборы и средства автоматизации, средства вычислительной техники и другие агрегатные комплексы с указанием связей между приборами и средствами автоматизации, таблицы условных обозначений и пояснения к схеме.

В ходе разработки функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В ходе выполнения данного проекта была разработана функциональная схема автоматизации в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов».

Функциональная схема автоматизации представлена в приложении В.

2.4 Разработка схемы информационных потоков УДХ

Схема информационных потоков, приведена в приложении Г.

Она содержит три уровня сбора и хранения информации:

- нижний уровень;
- средний уровень;
- верхний уровень.

На нижнем уровне представляются данные устройств ввода и вывода, включающие в себя данные сигналов о состоянии технологического процесса, а также данные о преобразовании сигналов.

На среднем уровне располагается буферная база обмена данными, выполняющая роль распределителя информационных потоков между системой автоматики и рабочей станцией. На данном уровне ПЛК формирует пакетные потоки информации из данных, полученных на нижнем уровне. Сигналы между ПЛК и рабочей станцией передаются по протоколу Ethernet.

Каждый сигнал контроля и управления имеет свой собственный идентификатор (ТЕГ), который представляет собой набор определенных символов.

Структура шифра выглядит следующим образом:

AAAA_BBB_CCC, где

1) AAAA – определитель сигнала (4 символа):

- DAVL – давление;
- TEMP – температура;
- UROV – уровень;
- RHOD – расход;
- NORM – состояние включенного оборудования;
- PUSK – запуск;
- STOP – остановка;
- FREN – частота.

2) BBB – уточнение определителя сигнала (3 символа):

- MAX – максимум;
- MIN – минимум;
- REA – химический реагент;
- VOZ – воздух;
- RAB – работа;
- REG – регулирование;
- BOL – больше;
- MEN – меньше.

3) CCC – код технологического аппарата (3 символа):

- ЕМК – технологическая емкость;
- HOL – технологическое помещение;
- ZK1 – насос заправки;
- DZ1 – насос дозирования 1;
- DZ2 – насос дозирования 2.

Знак «_» (подчеркивания) предназначен для отделения частей идентификатора между собой. Перечень вход/выходных сигналов, приведен в приложении Д.

На верхнем уровне расположена рабочая станция на базе АРМ-оператора и база данных АСУ ТП.

2.5 Комплекс аппаратно-технических средств

Комплекс аппаратно-технических средств (КАТС) АС установки дозирования химреагента УКПН имеет в своем составе устройства измерения и индикации, а также интерфейсные линии связи.

2.5.1 Выбор устройств измерения

В соответствии с ТЗ выбираемые устройства измерения должны быть предназначены для работы в условиях агрессивных сред, устройства измерения должны быть во взрывозащитном исполнении и с искробезопасными цепями.

Также при выборе устройств измерения следует отдавать предпочтение интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА.

2.5.1.1 Датчики давления

Для подачи реагента в нефтепровод в проектируемой системе используются насосы дозирования, на выкиде которых необходимо контролировать давление, с целью предотвращения ситуаций превышения расчётного давления трубопровода. Для реализации поставленной задачи будем использовать датчики давления Rosemount 2088 (Рис. 1)



Рис.1 – Датчик давления Rosemount 2088

Преобразователи давления штуцерного исполнения Rosemount 2088 имеют надежную конструкцию, продолжительный срок службы и высокую стабильность технических характеристик, что в совокупности с интеллектуальными способностями делает эти преобразователи исключительными по функциональным достоинствам.

Компактность и малый вес облегчают установку и техническое обслуживание устройства.

Основные технические характеристики датчика Rosemount 2088:

- избыточное, абсолютное давление (давление-разрежения):
- измерение среды: жидкость, газ, пар;

- пределы измерений от 4,137 до 27 579 кПа;
- основная приведенная погрешность: $\pm 0,065\%$ (исп.Р8), $\pm 0,075\%$ (базовое);
- выходные сигналы: 4-20 мА/HART, 1-5 В/HART, возможность переключения между 5-й и 7-й версиями HART;
- перенастройка диапазона измерений 50:1;
- дополнительно: ЖК индикатор, внешние и внутренние кнопки управления, внешняя кнопка нуля, кронштейны, клапанные блоки;
- наличие взрывозащищенных исполнений;
- диапазон температур:
 - окружающей среды от -40 до 85°C;
 - измеряемой среды от -40 до 121°C, от -75 до 350°C (в сборе с выносными разделительными мембранами 1199);
- внесены в Госреестр средств измерений.

2.5.1.2 Уровнемер

Для осуществления контроля уровня химреагента в ёмкости, будем использовать волноводный радарный уровнемер для измерения уровня и уровня границы раздела двух сред серии Rosemount 3300 (Рис. 2).



Рис. 2 – Радарный уровнемер Rosemount серии 3300

Радарный уровнемер для измерения уровня и уровня границы раздела двух сред Rosemount серии 3300 – это интеллектуальный прибор, построенный на основе волноводной технологии, питание которого поступает по двухпроводному сигнальному кабелю.

Усовершенствованная аналогово-цифровая обработка входного сигнала, обеспечивает высокое отношение сигнала к уровню помех, что гарантирует надежные измерения уровня жидкостей и взвесей даже в сложных технологических условиях.

Основные технические характеристики датчика Rosemount 3300:

- принцип действия: рефлектометрия во времени (TDR = Time Domain Reflectometry);
- погрешность измерений: ± 5 мм для зондов < 5 м
- зонд: жесткий двухстержневой: от 0,4 м (1,3 фута) до 3 м (9,8 футов);

- температура окружающей среды: от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$, для уровнемеров с ЖКИ от -20°C до $+85^{\circ}\text{C}$.;
- выходной сигнал: 4-20 мА/HART;
- температура рабочей среды: от -40°C до $+150^{\circ}\text{C}$;
- наличие взрывозащищенных исполнений;
- класс защиты корпуса: NEMA 4X, IP 66.

2.5.1.3 Сигнализаторы уровня

С целью осуществления контроля крайних значений уровня химреагента в ёмкости необходимо установить сигнализаторы верхнего и нижнего уровней, при срабатывании которых будет производиться автоматическое отключение насоса закачки и дозирующих насосов. С этой целью выберем вибрационный сигнализатор уровня Rosemount 2120 (Рис. 3).

Для контроля предельных уровней жидкостей в технологических емкостях и товарных резервуарах предназначены сигнализаторы уровня Rosemount 2120. Они имеют большой набор технологических присоединений, материалов корпуса и смачиваемых частей для обеспечения универсальности и высокой надежности, а также сменных модулей электроники различных исполнений.



Рис. 3 – Сигнализатор уровня Rosemount 2120

Проверенные критическими испытаниями и применениями в полевых условиях конструкционные материалы в совокупности с функциональной электроникой делают сигнализаторы Rosemount подходящими для ответственных процессов практически во всех отраслях промышленности. Сигнализаторы Rosemount 2120 имеют все необходимые сертификаты и разрешительные документы для их беспрепятственного использования на промышленных предприятиях.

Основные технические характеристики датчика Rosemount 2120:

- контролируемые среды: практически все жидкости с плотностью не ниже 600 кг/м³ и вязкостью от 0,2 до 10000 сП;
- гистерезис (данные для воды): ± 1 мм от номинала;
- температура окружающей среды: от -40 до 80°C;
- температура рабочей среды: от -40 до 150°C;
- давление рабочей среды: от -0,1 до 10 МПа;
- выходной сигнал: выбирается пользователем («сухой контакт» = «включено» или мокрый контакт = «включено»);
- наличие взрывозащищенного исполнения;
- степень защиты от внешних воздействий IP66, IP67.

2.5.1.4 Расходомеры

В ходе работы установки дозирования химреагента УКПН, существует необходимость в учёте объёмного расхода реагента, для реализации данной задачи выберем электромагнитные расходомеры Rosemount 8711 (Рис. 4).



Рис. 4 – Электромагнитные расходомеры Rosemount 8711

Бесфланцевые сенсоры 8711 представляют собой экономичную, компактную и легкую альтернативу фланцевым магнитным расходомерам. Все сенсоры серии 8711 оснащаются центровочными кольцами, которые упрощают монтаж датчиков на технологическом трубопроводе.

Основные технические характеристики датчика Rosemount 8711:

- верхний предел измерений: 12 м/с;
- основная погрешность: 0,25% вариант стандартной точности, 0,15% вариант повышенной точности;
- диаметр прохода: от 4 мм до 200 мм;
- диапазон температуры рабочей среды: от -29°C до 149°C ;
- диапазон температуры окружающей среды: от -34°C до 65°C ;
- максимальное безопасное рабочее давление, при 38°C : от полного вакуума до 5,1 МПа;
- предельное значение электропроводности: электропроводность технологической жидкости должна составлять не менее 5 микросименс/см (5 микроом/см);
- бесфланцевый монтаж;
- питание катушки возбуждения: импульсный постоянный ток;
- выходной сигнал: 4-20 мА/HART;
- наличие взрывозащищенного исполнения.

2.5.1.5 Датчик температуры

Чтобы обеспечить контроль температуры химреагента в ёмкости, а также воздуха в помещении УДХ, воспользуемся измерительным преобразователем температуры Rosemount 3144P Cu100 (Рис. 5).



Рис. 5 – Измерительный преобразователь температуры Rosemount 3144P

Измерительный преобразователь Rosemount 3144P, в исполнениях на базе протоколов HART или FOUNDATION Fieldbus, обладает лучшими в отрасли характеристиками по точности, стабильности и надежности. Прибор 3144P имеет корпус с двумя отсеками для более надежной защиты от попадания воды и агрессивных сред. Стабильность измерений в течение 5 лет и дополнительное встроенное устройство защиты от переходных процессов делают модель 3144P наиболее надежным средством измерения температуры среди имеющихся на рынке. Rosemount 3144P способен принимать входные сигналы как от одного, так и от двух чувствительных элементов. Чувствительные элементы могут находиться в одном первичном преобразователе или в двух независимых. Конфигурацию с двумя чувствительными элементами можно использовать для вычисления средней температуры, разности температур, а также в режиме горячего резервирования Hot Backup® и сигнализации дрейфа чувствительного элемента. Расширенные возможности диагностики позволяют обнаруживать ухудшение характеристик термопары, что дает более полное представление о состоянии средства измерения и повышает контроль над технологическим процессом.

Основные технические характеристики датчика Rosemount 3144P Cu100:

- диапазон измерений: от -50 до 200 °C;

- основная погрешность: $\pm 0,17^{\circ}\text{C}$ по цифровому сигналу и $\pm 0,02\%$ ЦАП (от интервала измерений);
- температура окружающей среды (общепромышл.исп.): от -20 до 85°C (со встроенным ЖКИ);
- выходной сигнал: 4-20 мА/HART;
- степень защиты от воздействия пыли и воды: IP66 и IP68;
- наличие взрывозащищенного исполнения.

2.5.2 Выбор контроллерного оборудования

В основе САУ установки дозирования химреагента УКПН будем использовать ПЛК CJ2H производителя Omron (Рис. 6).



Рис. 6 – ПЛК Omron CJ2H

Промышленные контроллеры Omron серии CJ2H обладают высокой точностью управления работой оборудования, что позволяет повысить качество выпускаемой продукции. Мгновенное обновление базовых входов/выходов обеспечивает обработку данных в реальном времени. Серия CJ2H идеально подходит для решения современных задач автоматизации промышленного оборудования.

Основные технические характеристики модуля CJ2H-CPU64:

- максимальное количество каналов ввода/вывода: 2560;
- объём памяти программ: 50К;

- объём памяти данных: 160К;
- скорость выполнения логических операций: 16 нс;
- максимальное количество модулей ввода/вывода: 40;
- ток потребления (5 В): 420 мА;
- встроенные функции: USB + RS-232C.

Помимо модуля CPU, необходимо также подобрать модули ввода/вывода и питания. Для этого согласно перечню сигналов, произведём выбор соответствующих модулей:

- Модули аналогового ввода

В проектируемой системе используется 7 каналов, при этом чтобы обеспечить резерв в 20%, необходимо выбрать модуль как минимум с 9 каналами ввода. В таком случае будем использовать 8-ми канальный модуль CJ1W-AD081-V1 (4-20 мА) и 4-х канальный модуль CJ1W-AD041-V1.

- Модули дискретного ввода

В проектируемой системе используется 5 дискретных каналов ввода, поэтому будем использовать 8-ми канальный модуль CJ1W-ID201 (24 VDC).

- Модули дискретного вывода

В проектируемой системе используется 14 дискретных каналов вывода, поэтому будем использовать 32-х канальный модуль CJ1W-OD232 (24 VDC).

- Источник питания

Будем использовать источник питания наименьшей мощности, в данном случае это модуль CJ1W-PD022 с максимальной мощностью потребления 35 Вт.

2.5.3 Выбор исполнительного оборудования

Для регулирования расхода химреагента будем использовать плунжерные дозирующие насосы HAUKE-MP GmbH PIM P (Рис. 7).



Рис. 7 – Плунжерный дозирующий насос HAUKE-MP GmbH

Одноплунжерный прецизионный блок насоса с плавным регулированием расхода, с фиксацией параметров регулирования в стационарных условиях или во время работы, смазывание рабочих частей привода в масле картера, оснащается плунжерами без уплотнений или сальниковой набивкой с возможностью промывки или без промывки в зависимости от химического состава среды. Регулирование длины хода поршня осуществляется электрическим или пневматическим сервоприводом. Частота пульсаций регулируется механическим вариатором или частотным преобразователем трехфазного двигателя. Может комплектоваться в блочные установки из нескольких насосов на одном приводе. Привод единичного блока: трехфазный двигатель, мощность 1,50 кВт. Все поршневые дозировочные насосы данной линейки могут быть выполнены во взрывобезопасном исполнении.

Основные технические характеристики насоса PIM P:

- расход: 100 л/час;
- мощность привода: 1,5 кВт;
- максимальное рабочее давление: 14,9 МПа;
- количество ходов: 150 ходов/мин;
- длина хода: 40 мм;
- взрывозащищенное исполнение есть.

2.5.4 Выбор частотных преобразователей

Для регулирования расхода химреагента необходимо управлять дозирующими насосами. С этой целью включим в электрическую цепь питания насосов, частотные преобразователи ВЕСПЕР серии E2-MINI IP65 (Рис. 8).



Рис. 8 – Преобразователи частоты ВЕСПЕР серии E2-MINI IP65

Исполнение преобразователей частоты в герметичном корпусе со степенью защиты IP65 с естественной воздушной системой охлаждения полностью защищает их от проникновения пыли и от струй воды, падающих на корпус под любым углом.

На лицевой панели корпуса, наряду со штатным пультом управления, расположены: выключатель питания преобразователя, переключатель "пуск-стоп" с функцией реверс, потенциометр для управления скоростью двигателя.

Основные технические характеристики частотного преобразователя ВЕСПЕР серии E2-MINI IP65:

- входное напряжение: 220 (1Ф) или 380 В (3Ф);
- максимальная мощность электродвигателя: от 0,2 до 2,2 кВт;
- рабочая температура: -10 ~ + 50 °С;
- выходной ток: 2,5-25 А;
- входная частота: 50~60 Гц;

- выходная частота: 1~200 Гц;
- аналоговые и цифровые входы/выходы;
- встроенный ЭМИ фильтр класса А
- исполнение: IP 65.

2.6 Разработка схемы внешних проводок

Схема соединений и подключений внешних проводок разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-2013.

Семь измерительных приборов подключены по 2-х проводной схеме имеют выходным сигналом унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Два сигнализатора уровня также подключены по 2-х проводной схеме и имеют выходным сигналом – «сухой контакт». Напряжение питания измерительных приборов и сигнализаторов уровня – 24 VDC.

В качестве кабеля выбран КВКЭ нг 1х2х1,0. Это – многожильный кабель с медными токопроводящими жилами с виниловой изоляцией. Жилы свитыми между собой и оплетены экраном из медной сетки в виниловой оболочке, с защитным покровом из металлической оплетки и внешней виниловой изоляцией из негорючего состава.

Кнопочные посты управления насосами дозирования подключены тремя проводами, при помощи клеммных соединителей ХТ-01...03 шкафа телемеханики, при этом для осуществления дистанционного управления, параллельно произведено соединение с электромагнитными пускателями при помощи клеммных соединителей ХТ-01 шкафа ШСР.

В качестве кабеля цепей управления насосами дозирования и частотными преобразователями, выбран КВВГ нг 4х1,0. Это – кабель с медными токопроводящими жилами и виниловой изоляцией, предназначенный для неподвижного присоединения к электрическим приборам и аппаратам.

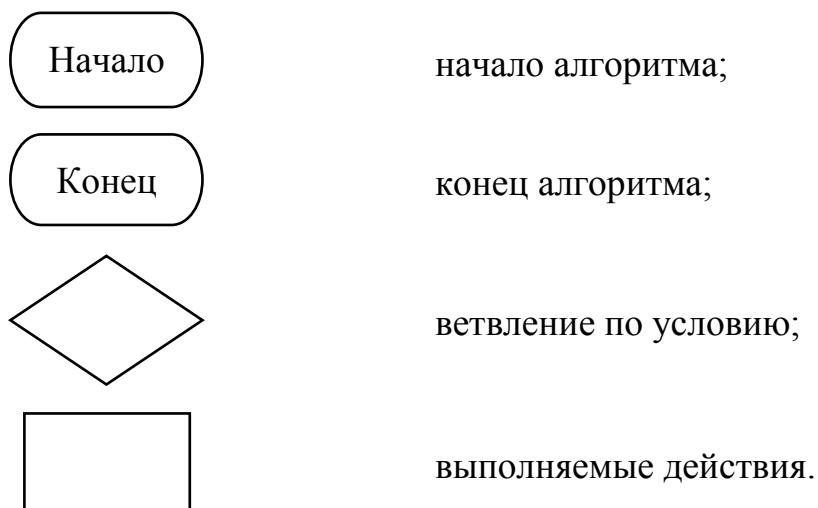
Питание шкафа телемеханики выполнено кабелем КВВГ нг 4х6,0.

Схема соединений и подключений внешних проводок приведена в приложении Е.

2.7 Разработка алгоритмов управления

В данной выпускной квалификационной работе описана разработка алгоритмов управления электроприводами насосов дозирования.

При представлении алгоритмов в виде блок-схем, согласно ГОСТ 19.701-90, использованы следующие элементы:



2.7.1 Алгоритм автоматического регулирования расхода реагента

В процессе дозирования химического реагента необходимо регулировать его расход, а именно поддерживать его постоянное значение в ходе технологического процесса. Реализация данной задачи в проектируемой системе производится путём изменения частоты напряжения питания насосов дозирования, что в свою очередь приводит к изменению скорости вращения ротора двигателя насоса и изменению объема дозируемого реагента.

Алгоритм регулирования расхода химреагента приведён на рисунке 9.

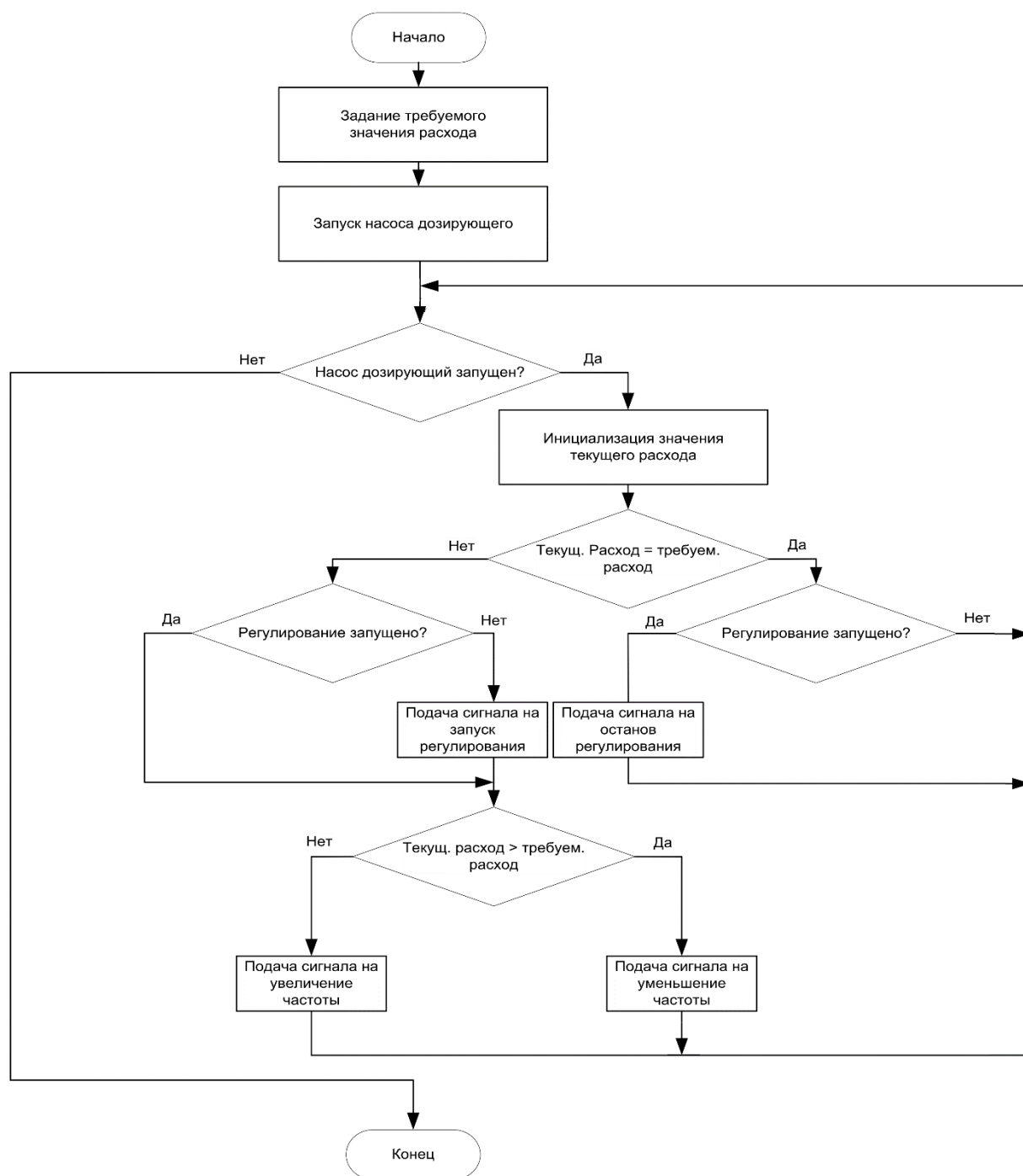


Рис. 9 – Алгоритм регулирования расхода реагента

2.7.1.1 Разработка модели САУ

В этом разделе рассматривается разработка системы автоматического регулирования расхода химического реагента. Функциональная схема автоматического регулирования расхода приведена на рисунке 10.

Система включает в себя ПИД - регулятор, блок каналов связи (БКС), регулирующий орган (РО), объект управления (ОУ). Определим передаточные функции основных элементов структурной схемы регулирования.

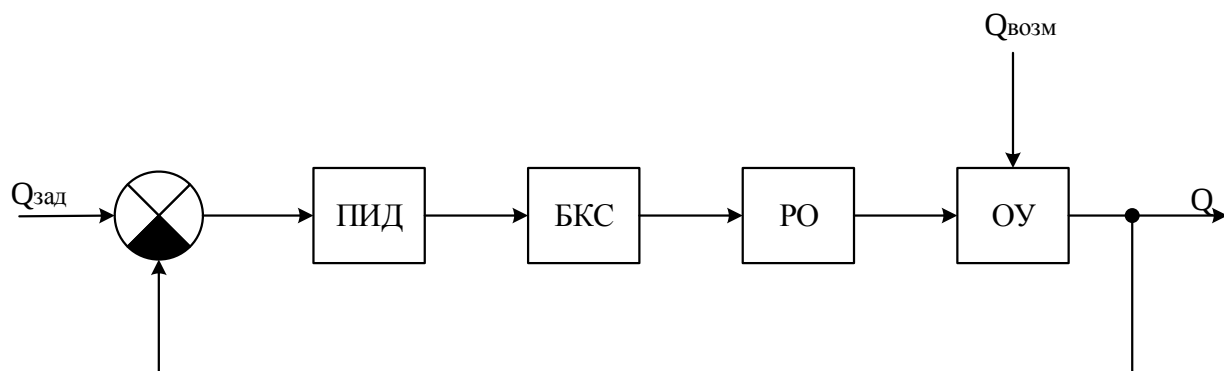


Рис. 10 – Функциональная схема автоматического регулирования расхода

Объект управления представляет собой участок трубопровода, между точкой измерения расхода и регулирующим органом, длиной – 4 метра (в соответствии с правилами установки датчика расхода и регулирующих органов).

Опишем процесс регулирования расхода.

На объект управления в ходе его работы влияют различные внешние факторы, в этой связи выход объекта управления необходимо суммировать с возмущающим воздействием. Результирующее значение расхода на выходе объекта управления измеряется расходомером. После чего полученный сигнал по ветви обратной связи поступает на вход системы, где происходит его сравнение с требуемым (заданным) значением расхода. Это позволяет вычислить ошибку регулирования. Вычисленная ошибка регулирования поступает на вход ПИД-регулятора, где в зависимости от значения ошибки формируется соответствующее управляющее воздействие на регулирующий орган, который в свою очередь, в зависимости от значения поступившего управляющего воздействия, оказывает воздействие на объект управления с целью уменьшения ошибки.

2.7.1.2 Моделирование функциональной схемы на ЭВМ

Динамика объекта управления $W(p)$, выраженная как отношение «расход жидкости через насос дозирования» к «расходу жидкости через расходомер» приближенно описывается апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием.

Воспользуемся типовой передаточной функцией трубопровода и получим передаточную функцию (ПФ) объекта управления в следующем виде:

$$W(p) = \frac{Q_k(p)}{Q(d)} = \frac{1}{Tp + 1} e^{-\tau_0 p},$$

$$T = \frac{2Lf c^2}{Q}, \quad \tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}}, \quad f = \frac{\pi d^2}{4},$$

где $Q_k(p)$ – расход жидкости через насос дозирования;

$Q(p)$ – расход жидкости через расходомер;

ρ – плотность жидкости;

L – длина участка трубопровода между;

d – диаметр трубы;

f – площадь сечения трубы;

Δp – перепад давления;

τ_0 – запаздывание;

T – постоянная времени.

Необходимые характеристики объекта управления представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики объекта управления

Характеристика	Значение
Плотность нефти, кг/м ³	820
Требуемый объёмный расход, м ³ /ч	0,8
Длина участка, м	4
Диаметр трубы, мм	20
Перепад давления, кгс/см ²	0,1

После необходимых расчётов передаточная функция объекта управления примет следующий вид:

$$W(p) = \frac{1}{Tp + 1} e^{-\tau_0 p} = \frac{1}{0,255p + 1} e^{-5,76p}$$

Линии связи описываются апериодическим звеном первого порядка, с постоянного времени 0,5 секунд.

Исполнительное устройство так же описывается апериодическим звеном первого порядка, с постоянного времени 1 секунда.

Составив функциональную схему автоматического регулирования расхода и получив передаточные функции элементов системы, составим структурную схему системы (рис. 11).

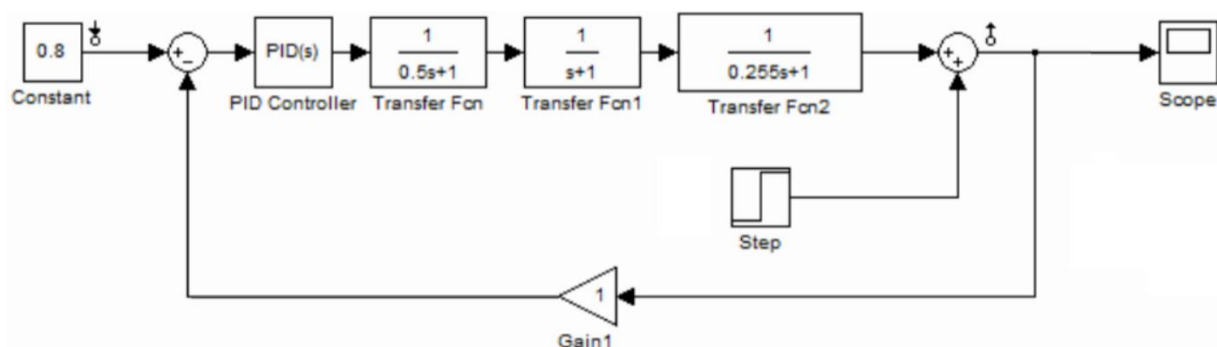


Рис. 11 – Структурная схема системы автоматического регулирования расхода

Объектом автоматизации является динамическая система, характеристики которой изменяются под влиянием управляющих воздействий. Компьютерное моделирование проводим с помощью математического пакета программ Matlab в среде Simulink.

В результате моделирования системы в среде Simulink получили график переходного процесса (ПП) представленный на рисунке 12.

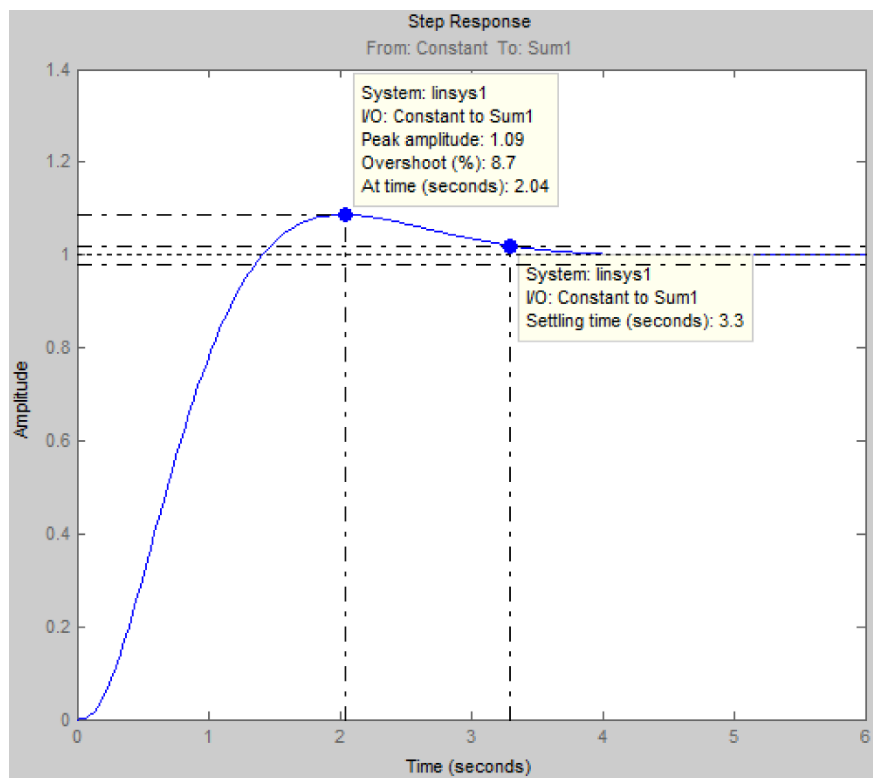


Рис. 12 – График переходного процесса

Из графика видно, что время ПП составляет 3,3 секунды, перерегулирование составляет 8,7%.

2.8 Экранные формы АСУ

Управление в АСУ реализовано с использованием SCADA-системы TRACE MODE. Компоненты проекта, такие как – SQL-запросы, экраны, программы, шаблоны документов, источники данных и каналы TRACE MODE связаны через аргументы. При создании связей между отдельными компонентами аргументы позволяют достичь максимальной гибкости.

В состав поставки инструментальной системы входит набор бесплатных драйверов к более чем 2557 платам ввода/вывода и контроллерам.

Автоматическое создание и конфигурирование источников данных (сигналов с УСО и контроллеров) с помощью авто построения позволяет избежать ошибок ручных привязок и ощутимо сократить время разработки проекта.

Интегрированная среда разработки позволяет постепенно увеличивать функциональность автоматизированной системы управления, начиная с простого мониторинга и визуализации технологического процесса на одном ПК SCADA/HMI и заканчивая внедрением сложных контуров управления, организацией распределенных вычислений, подключением дополнительных рабочих мест и экономических модулей: учет и техническое обслуживание оборудования (EAM), учет и управление персоналом (HRM) и управление исполнением производства (MES). Поскольку редакторы, средство отладки и языки программирования используются одни и те же разработчик не будет испытывать никакого дискомфорта при переходе от программирования операторского интерфейса SCADA/HMI к SOFTLOGIC контроллерам или EAM.

2.8.1 Разработка дерева экранных форм

У оператора АРМ существует возможность производить навигацию экранных форм. В качестве основной мнемосхемы представлена мнемосхема общего вида технологической установки. При помощи данной мнемосхемы

пользователь может выполнять переходы на дополнительные мнемосхемы технологического оборудования, в свою очередь с их помощью возможно вести более тщательный контроль протекания технологического процесса УДХ, и выполнять операции по управлению им. Для того чтобы открыть дополнительную мнемосхему необходимо сначала навести курсор «мыши» на значок соответствующего технологического оборудования, после следует произвести двойной щелчок «мыши» по данному значку.

2.8.2 Разработка экранных форм АС УДХ

Интерфейс оператора АРМ содержит рабочее окно (рис. 13), которое состоит из следующих областей:

- строка даты.
- строка времени;
- строка пользователя;
- окно оперативных сообщений;
- область видеокadra;

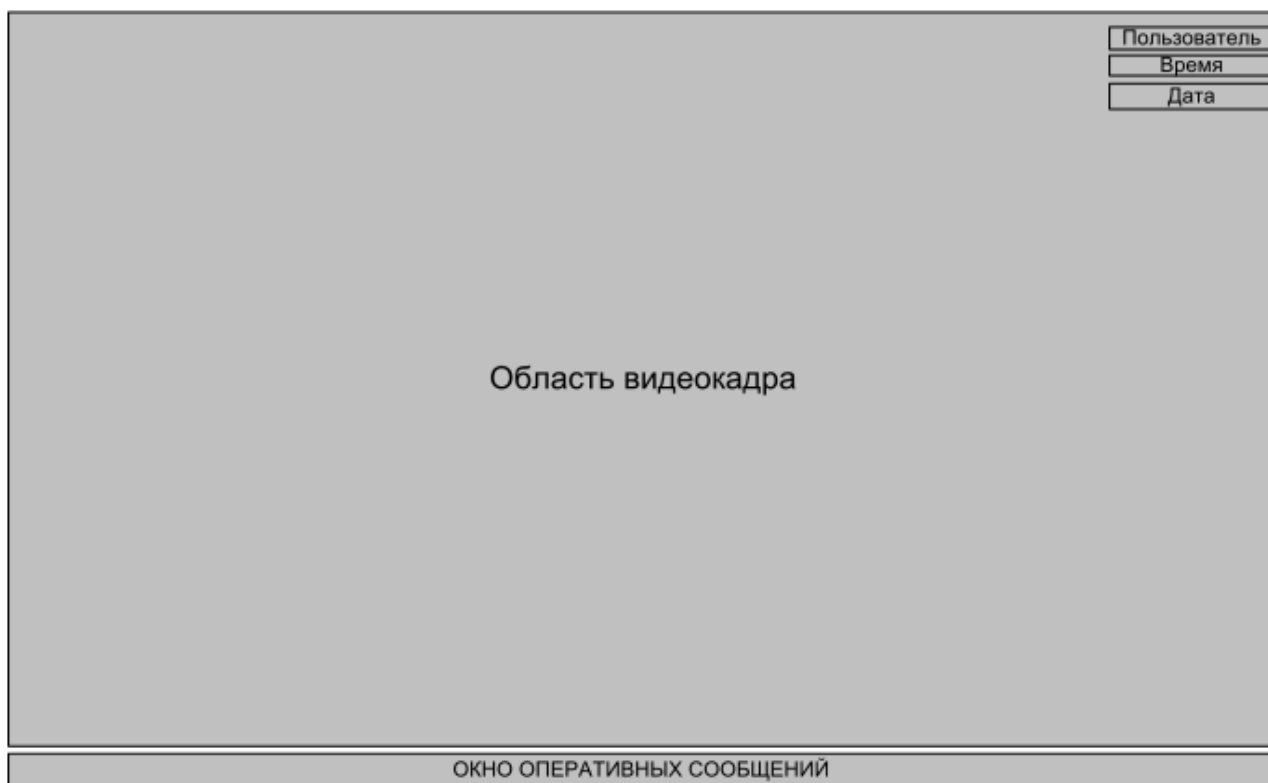


Рис. 13 – Интерфейс оператора АРМ

2.8.2.1 Область видеокadra

При помощи видеокadra осуществляется контроль состояния технологического оборудования и управление этим оборудованием. В состав видеокadra входят:

- мнемосхема УДХ, которая приведена в приложении Ж.
- вспомогательные мнемосхемы установки параметров технологического и контрольно-измерительного оборудования.

Для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием предназначены видеокadры. В состав видеокadров входят:

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- дополнительные мнемосхемы установки параметров технологического и контрольно-измерительного оборудования.

В области видеокadra АРМ-оператора доступны следующие мнемосхемы:

- Мнемосхема УДПХ;
- Мнемосхема насоса заправки, как пример мнемосхемы технологического оборудования;
- Мнемосхема датчика температуры, как пример мнемосхемы контрольно-измерительного оборудования.

На мнемосхеме «УДПХ» отображается работа следующего оборудования и значения параметров:

- измеряемые параметры УДПХ;
- контролируемые параметры УДПХ;
- состояние и работы насосов НД-1, НД-2 и НЗ.

При помощи данной мнемосхемы может быть осуществлен переход к мнемосхемам технологического оборудования и контрольно-измерительных приборов.

На мнемосхеме «насоса закачки» отображаются следующие параметры:

- состояние работы;
- предел времени запуска;
- время истекло после команды запуска.

С помощью данной мнемосхемы может осуществляться управление насосом.

На мнемосхеме «датчика температуры» отображаются следующие параметры:

- текущая температура;
- текущий уровень уставки.

При помощи данной мнемосхемы может осуществляться изменение значения уставок.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Еремин Александр Львович

Институт	ИнЭО	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационно-технологических и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
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	Разработка НИР на этапы, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка технико-экономической эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Данков Артем Георгиевич	К.И.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Еремин Александр Львович		

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 – нефтедобывающих компаний. Для данных предприятий разрабатывается модернизация АС установки дозирования химреагента установки комплексной подготовки нефти (УКПН).

В таблице 2 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 2 – 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 3.

Таблица 3 – 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	0,3	5	4	3	1,5	1,2	0,9
Удобство в эксплуатации	0,05	3	2	5	0,15	0,1	0,25
Помехоустойчивость	0,04	4	5	2	0,16	0,2	0,08
Энергоэкономичность	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
Надежность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Безопасность	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
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
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	4	1	3	0,12	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	2	3	3	0,06	0,09	0,09
Цена	0,06	3	4	3	0,18	0,24	0,18
Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	5	3	5	0,3	0,18	0,3
Послепродажное обслуживание	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Итого:	1	50	45	47	4,23	3,64	3,63

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая модернизация АС установки дозирования химреагента установки комплексной подготовки нефти (УКПН) 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 4

Таблица 4 – SWOT-анализ.

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

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данные соответствия или

несоответствия помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта.

Таблица 5 – Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей.

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	-	+	+
	B2	-	-	+	+
	B3	+	-	+	+

Таблица 6 – Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей.

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	-
	B3	-	-	-

Таблица 7 – Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз.

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-

Таблица 8 – Интерактивная матрица для слабых сторон и угроз.

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	+	-	+
	У3	+	-	+

Планирование научно-исследовательских работ

3.4 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 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, инженер
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер
	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
	12	Составление схемы информационных потоков	Инженер
	13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер
	16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер
	17	Проектирование SCADA-системы	Инженер
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Инженер

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:

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

В таблице 10 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 10– Временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t min	t max	t ож			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	1	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	1	3,2	5
Изучение существующих объектов проектирования	2	5	3,2	1	3,2	5
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	1	3	1,8	1	1,8	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	4	2,8	1	2,8	4
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Оценка эффективности полученных результатов	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Определение целесообразности проведения ОКР	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	2	1,4	1	1,4	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Составление схемы информационных потоков	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов сбора данных	1	3	1,8	1	1,8	3

Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	4	2,8	1	2,8	4
Проектирование SCADA-системы	2	5	3,2	1	3,2	5
Составление пояснительной записки	1	3	1,8	1	1,8	3

На основе таблицы 10 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 11– Диаграмма Ганта

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ										
			Февраль	Март			Апрель			Май			Июнь
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер											
3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер											
4	Календарное планирование работ	Руководитель											
		Инженер											
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер											
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер											
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер											
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель											
		Инженер											
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель											
		Инженер											
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер											
11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер											
12	Составление схемы информационных потоков	Инженер											
13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер											
14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер											
15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер											
16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер											
17	Проектирование SCADA-системы	Инженер											
18	Составление пояснительной записки	Инженер											

3.6 Бюджет научно-технического исследования

3.4.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{\text{расх}i} ,$$

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

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

$Ц_i$ – 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 12.

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер "Omron серии CJ2H"	шт.	1	135 500	169375
Датчики давления Rosemount 2088	шт.	3	142 400	491280
Уровнемер Rosemount 3300	шт.	2	86 900	199870
Сигнализатор уровня Rosemount 2120	шт.	2	32 500	74750
Датчик расхода Rosemount 8711	шт.	2	284 000	653200
Датчик температуры Rosemount 3144P Cu100	шт.	1	47 400	54510
Насос HAUKE-MP GmbH	шт.	1	396 000	475200
Преобразователь частоты ВЕСПЕР серии E2-MINI	шт.	1	164 000	205000
Итого:				2323185

3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включается затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования Omron. В таблице 13 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
Trace Mode 6.09	1	78 800	78800
итого:			78800

3.4.1 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премияльный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Заработная плата основная
Руководитель	23264,86	0,3	0,2	1,3	45366,5	2278,50	4	9113,98
Инженер	7800	0,3	0,5	1,3	18252	916,69	39	35751,00
Итого:								44864,99

3.4.2 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 9113,98 = 1367,09$$

$$З_{\text{допИ}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 35751 = 5362,65$$

3.4.3 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 15.

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	9113,98	1367,09
Инженер	35751	5362,65
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30	30
Итого:	13459,49	2018,92

3.4.6 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:

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

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

$$З_{накл} = (2323185 + 78800 + 44864,99 + 6729,74 + 15478,42) \cdot 0,15 = 370358,72 \text{ руб}$$

Где 0,15 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	2323185
2. Затраты на специальное оборудование	78800
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44864,99
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6729,74
5. Отчисления во внебюджетные фонды	15478,42
6. Накладные расходы	370358,72
7. Бюджет затрат НТИ	2839416,87

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Еремин Александр Львович

Институт	ИнЭО	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Рабочей зоной технологический блок УПДХ. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров УДПХ. 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.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	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:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	В ходе анализа производственной среды на предмет вредных факторов было выявлено следующее: 1. Повышенный уровень шумов на рабочем месте. 2. Повышенный уровень вибрации. 3. Электромагнитные излучения.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);	Электрический ток (источником является датчики, исполнительные механизмы и другое электрооборудование автоматики) Пожар (На площадке подготавливается нефть, является легковоспламеняющейся жидкостью)

– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	
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 незначительное. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом Воздействие 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, возгорание, взрыв. Наиболее распространённым типом ЧС является пожар.
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 кафедры ЭБЖ	Невский Егор Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т22	Еремин Александр Львович		

4 Социальная ответственность

Введение

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

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом установки дозирования химреагента на установке комплексной подготовки нефти. 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 дозирования химреагента, непосредственно куда проектировалась автоматизированная система управления. Проанализированы опасные и вредные факторы.

4.1 Анализ вредных факторов

4.1.1 Повышенный уровень шума

Шум представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Он может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, преобразователями напряжения, работающими осветительным приборами дневного света, а также проникает извне.

Сильный шум вызывает трудности в распознавании цветовых сигналов, снижает быстроту восприятия цвета, остроту зрения, зрительную адаптацию, нарушает восприятие визуальной информации, снижает способность быстро и точно выполнять координированные движения, уменьшает на 5-12% производительность труда. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах. Длительное воздействие шума с уровнем звукового давления 90дБ снижает производительность труда на 30-60%. Неблагоприятное действие шума на человека зависит не только от уровня звукового давления, но и от частотного диапазона шума (наиболее важный для слухового восприятия интервал от 45 до 10000 Гц), а также от равномерности воздействия в течение рабочего времени.

При выполнении работ на рабочих местах в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещениях предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА [2].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с СП 51.13330.2011 [3].

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 17 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

При разработке проектируемой системы добавилось электрооборудование, которое является источником шума, такое как плунжерный дозирующий насос. При этом основным источником шума является работа плунжерного насоса. До разработки автоматизированной системы управления шум на площадке составлял порядка 50 дБ, после внедрения автоматизированной установки уровень шума повысился до уровня 60 дБ. Это обусловлено тем, что добавлено новое оборудование, которое создает дополнительный шум. Дополнительных мер защиты, таких как наушники, не требуется.

4.1.2 Повышенный уровень вибрации

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека [4].

Вибрация определяется следующими основными параметрами:

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

Таблица 18 – 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 установки дозирования химреагента являются работающие задвижки, электроприводы, насосные агрегаты.

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 не значительная.

4.1.3 Повышенный уровень электромагнитного излучения

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 [5].

Таблица 19 – Допустимые уровни магнитного поля

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 200 А/м, а время пребывания обслуживающего персонала не более 2 часов в смену. Трансформаторы (активная часть) – помещены в металлических маслонаполненный 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

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). С целью предупреждения поражений электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности.

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.

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 наладивания 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 на 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 ПОЭ.

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 установлено защитное отключение, защитное заземление и зануление [6].

4.3 Экологическая безопасность

При нормальной работе технологического оборудования возможны постоянные небольшие утечки загрязняющих веществ в атмосферу. Выброс вредных веществ происходит:

- на открытых технологических площадках через запорно-регулирующую арматуру;
- от оборудования, расположенного в блоках, через воздухопроводы и дефлекторы;
- при сжигании газа на факелах через трубы;
- при заполнении емкостей через воздушников и свечи рассеивания;
- при заполнении резервуаров через дыхательные клапаны;
- при сжигании газа на факеле;

При работе технологического оборудования возможны периодические непродолжительные по времени (залповые) выбросы, превышающие по

мощности постоянные. Это технически неизбежные выбросы, обусловленные технологическим регламентом производства.

На основе статистических данных об аварийных ситуациях на объектах транспортировки нефти целесообразно рассматривать аварию в виде отказа энергосистемы или порыва трубопроводов.

Максимальный выброс загрязняющих веществ в атмосферу возможен на площадке при отключении электроэнергии. При этом вся нефть направляется в резервуары, и отсепарированная газовая фракция сжигается на факеле.

Основными источниками вредных газовыделений на УДПХ являются емкости, сепараторы. Основными загрязнителями атмосферы при транспортировке нефти являются углеводороды, оксиды азота, оксид углерода, химреагенты и т.д.

Вредные вещества, выделяющиеся в атмосферу, отличаются по своим свойствам и оказывают различное воздействие на окружающую среду.

Электрическая часть данного проекта не влияет на окружающую среду, то есть является экологически чистой, однако при возникновении пожара в целях предотвращения вредных последствий принимаются следующие меры:

- 1) производится механическая очистка загрязненного участка;
- 2) засыпается рекультивируемый участок адсорбирующими материалами, а при попадании фракций в водоем - используют крошку мелкопористого пенопласта, устанавливаются заградительные боны;
- 3) собирается адсорбирующий материал и вывозится на свалку;

Для ликвидации водяных и порошковых разливов применяется, прежде всего, сбор и откачка жидкости с водой с поверхности.

На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению удельных показателей выбросов, в частности установка фильтров на дыхательные клапаны 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 [15].

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.

К основным причинам пожаров на нефтегазодобывающих заводах можно отнести следующие:

- переполнение при наливке резервуара, что приводит к предельной концентрации взрывоопасной смеси под верхней крышей резервуара;
- короткие замыкания в цепях систем автоматики;
- нагрев резервуаров в летний период, особенно в районах с жарким климатом;
- несоблюдение правил пожарной безопасности на территории нефтебаз (курение и т. п.).

Пожарная безопасность резервуаров и резервуарных парков в соответствии с требованиями [7] должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения разлива и растекания нефти;
- предотвращения образования на территории резервуарных парков горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход нефти из резервуаров, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего резервуарный парк, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и загораний.

В качестве основного средства тушения пожара нефти и нефтепродуктов принят 6% раствор пенообразователя. Инертность систем АПТ (с момента возникновения пожара до поступления пены) должна быть не более 3 мин.

Расчётное время тушения пожара пенным раствором принято в соответствии с ВНПБ 01-01-01 и составляет 15 минут. Продолжительность водотушения (охлаждение горящих резервуаров) составляет 4 часа по СНиП 2.11.03-93 [7].

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 Особенности законодательного регулирования проектных решений

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 выполненной работы была модернизирована автоматизированная система управления установкой дозирования химреагента УКПН, удовлетворяющая требованиям технического задания.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были изучены особенности технологического дозирования химического реагента в нефтяные трубопроводы, разработаны структурная, функциональная схемы автоматизации, схемы соединений внешних проводок. Был произведён выбор комплекса аппаратно-технических средств, а именно были подобраны локальный контроллер (Omron CJ2H), датчики давления (Rosemount 2088), датчики температуры (Rosemount 3144P), уровнемер (Rosemount 3300), сигнализаторы предельного уровня (Rosemount 2120), расходомеры (Rosemount 8711), насосы дозирования (HAUKE-MP GmbH PIM P) и частотные преобразователи (ВЕСПЕР E2-MINI IP65). Помимо этого, был разработан и программно-реализован алгоритм регулирования расхода дозируемого реагента.

Также была разработана схема внешних проводок, благодаря которой в случае отказа системы существует возможность оперативно найти неисправности и легко их устранить. Для контроля технологического оборудования и сбора данных были разработаны алгоритмы запуска/остановки технологического оборудования и управления сбором данных.

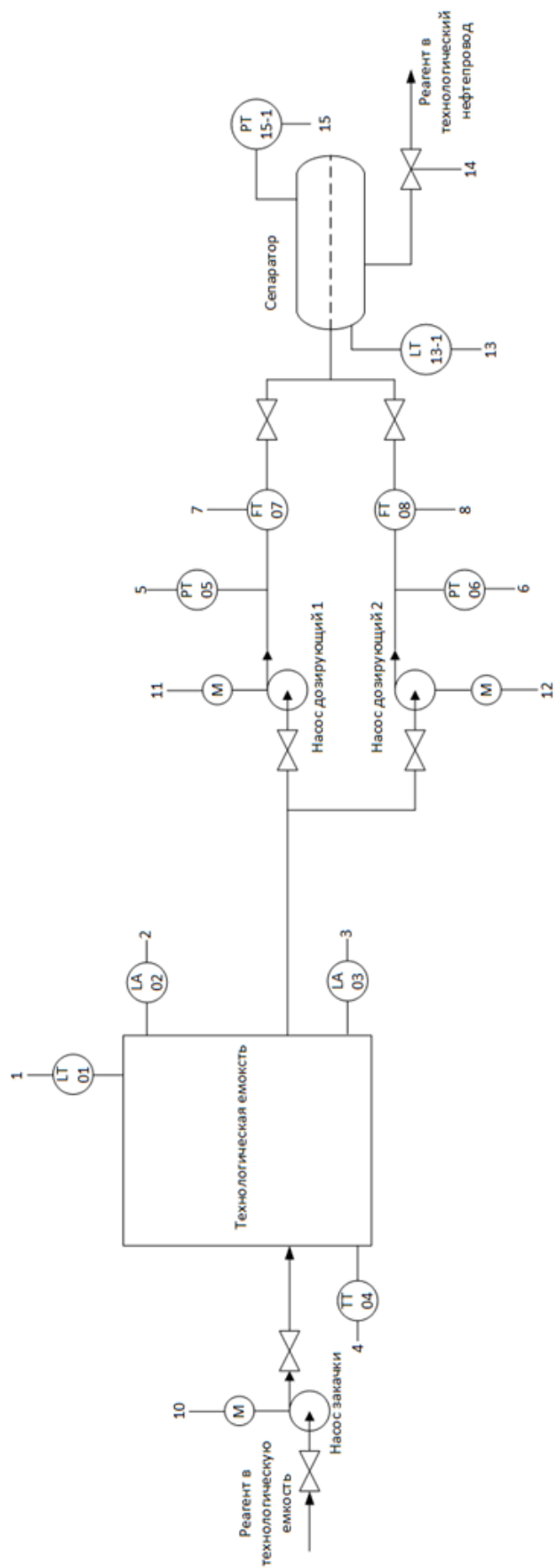
Таким образом, модернизированная САУ блока с блока подготовки газа не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую улучшать данную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями.

Список используемых источников

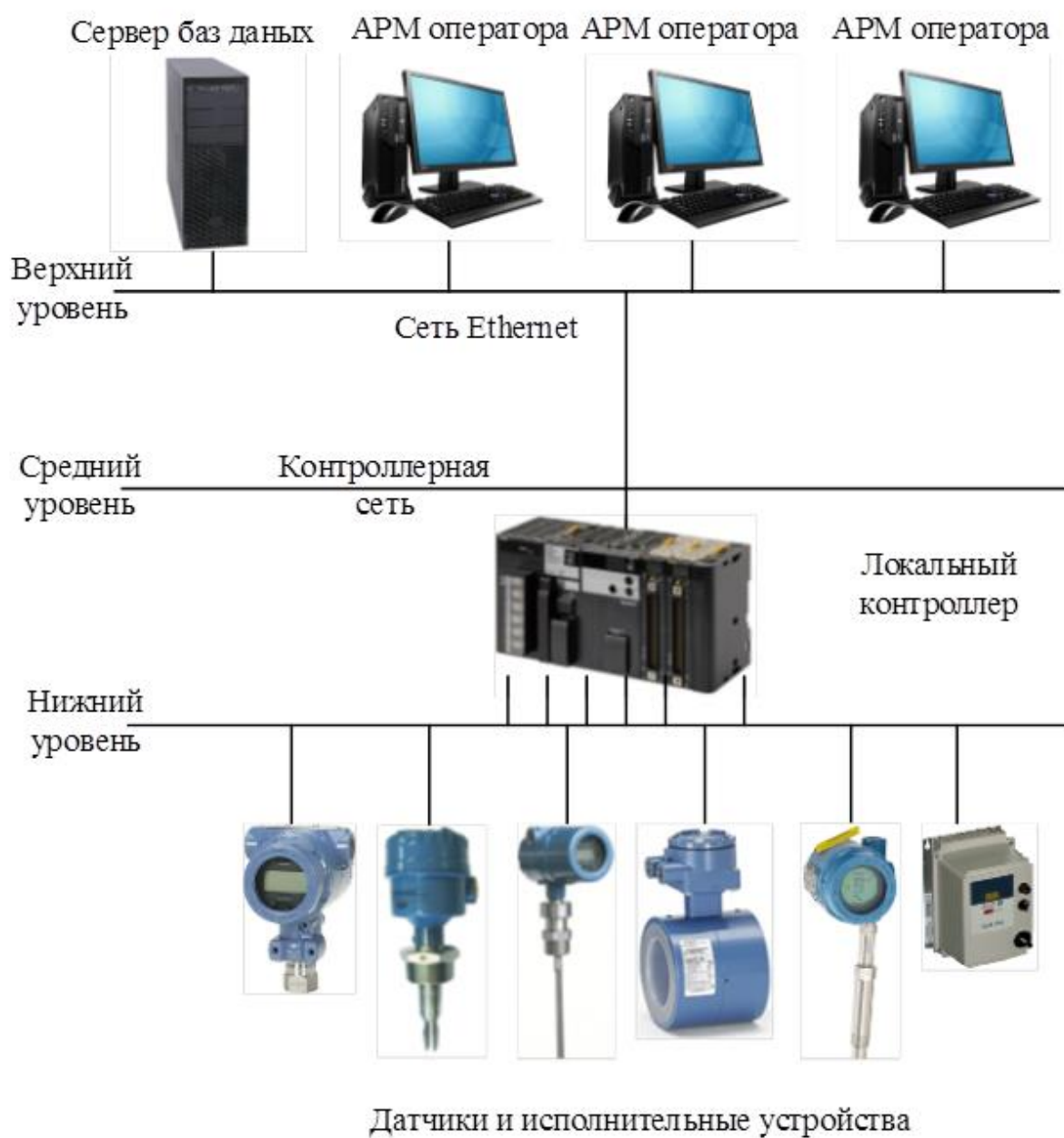
1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических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

12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
14. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
15. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
16. ВППБ 01-04-98. Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций газовой промышленности.
17. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ.

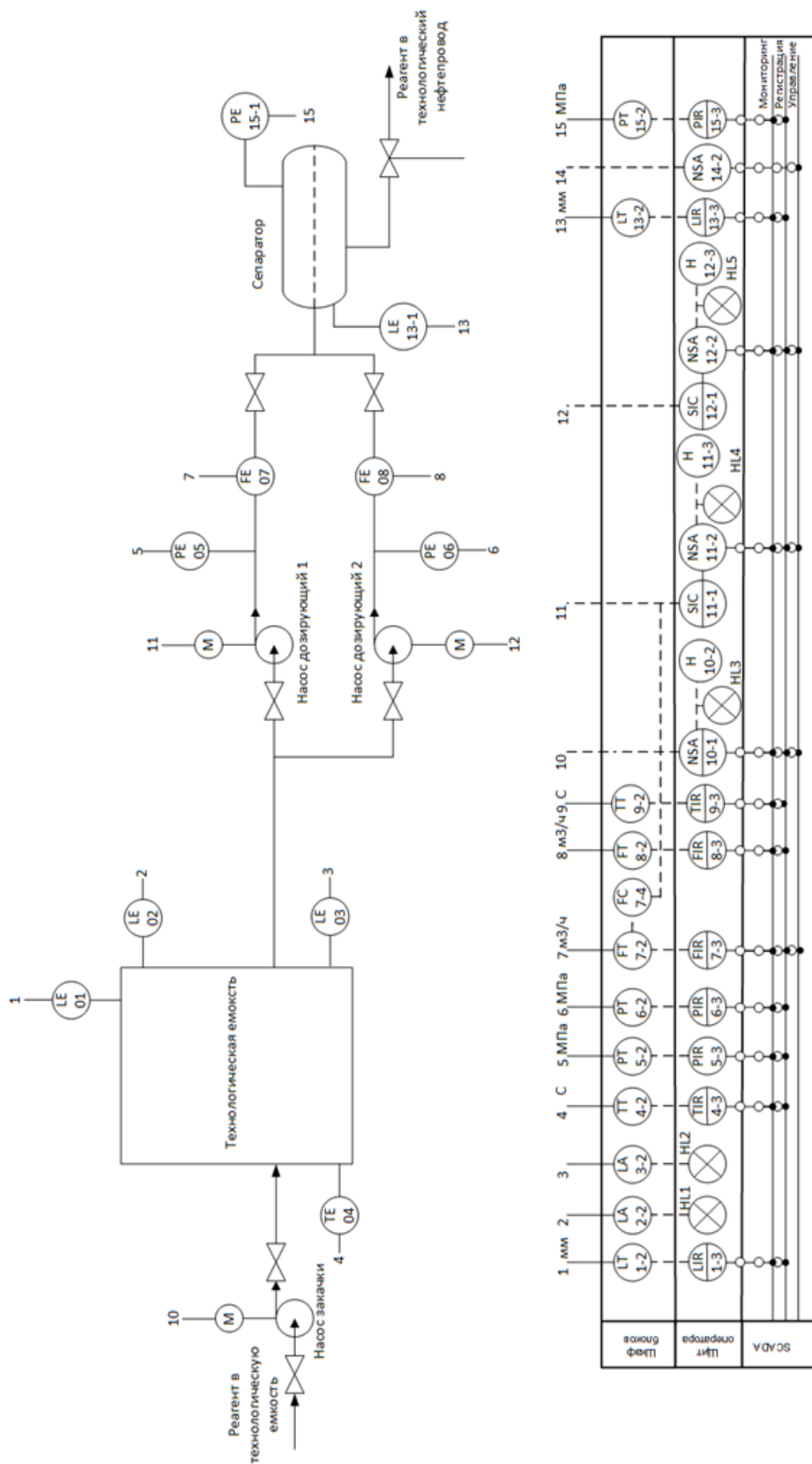
Приложение А



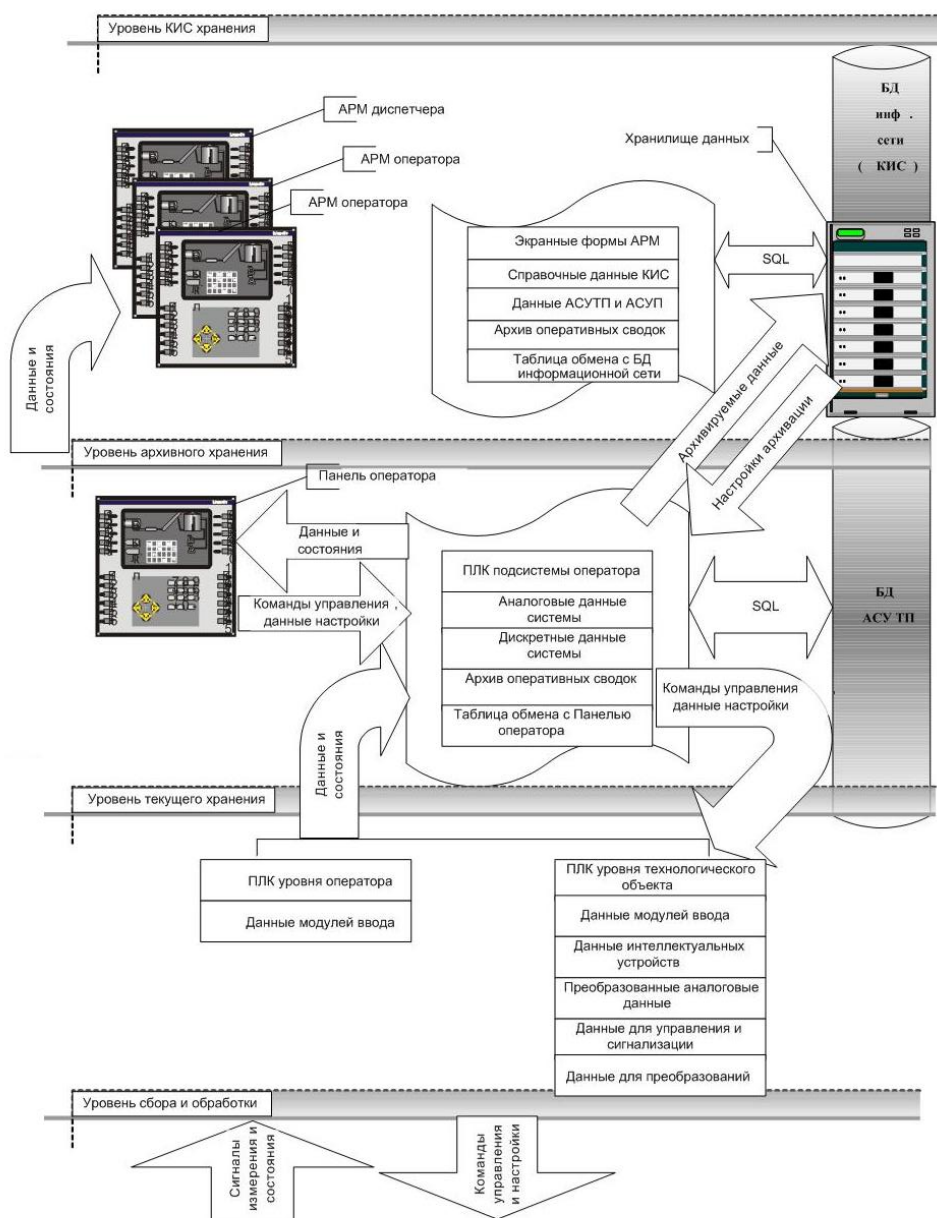
Приложение Б



Приложение В



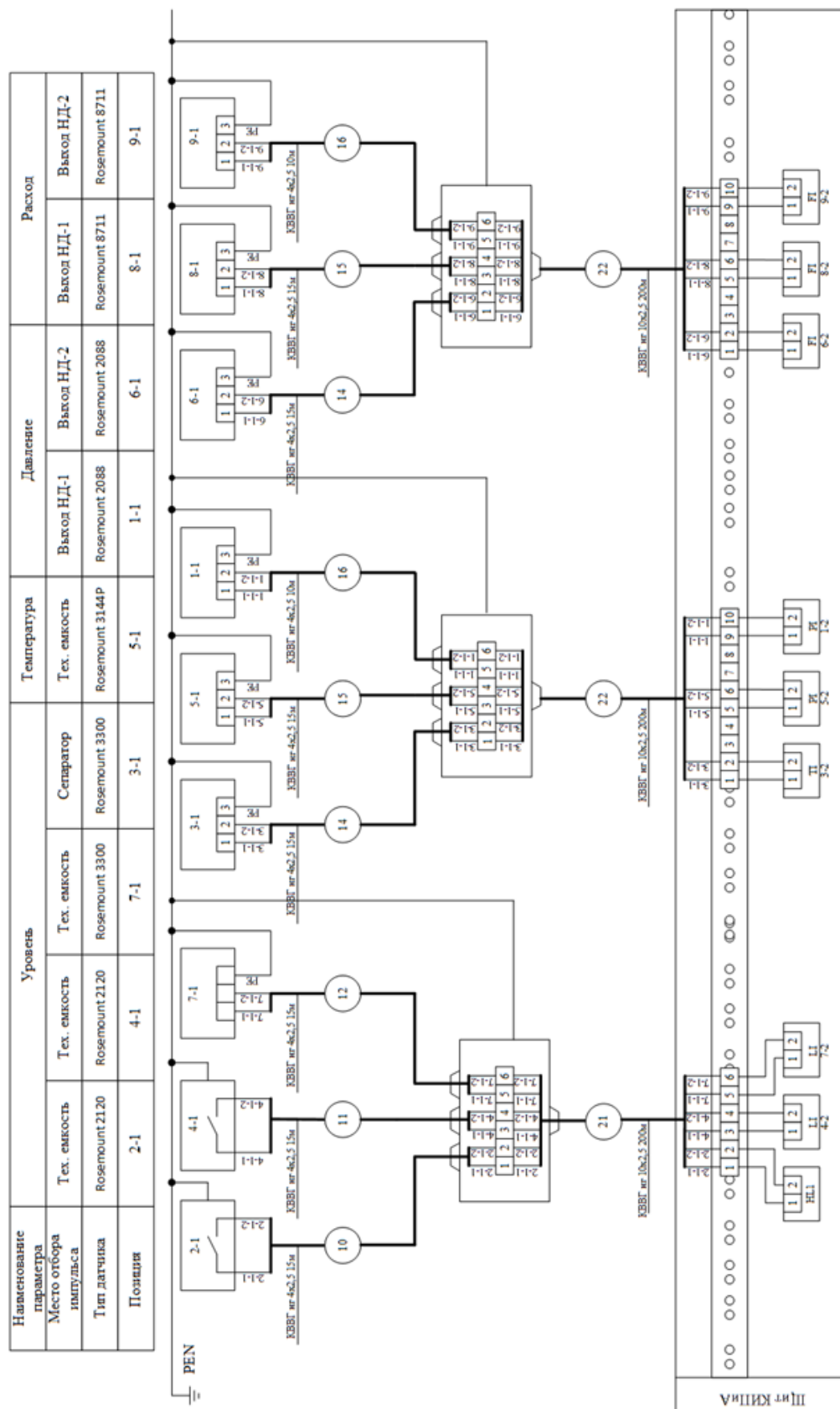
Приложение Г



Приложение Д

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон измерения	Единица измерения	Тип сигнала	Технологические уставки			
					Предупредительные		Аварийные	
					min	max	min	max
Верхний уровень в емкости	UROV_MAX_EMK	-	-	DI	-	-	-	+
Нижний уровень в емкости	UROV_MIN_EMK	-	-	DI	-	-	+	-
Температура реагента в емкости	TEMP_REA_EMK	0...50	°C	4-20 мА	+	+	+	+
Уровень реагента в емкости	UROV_REA_EMK	0...1600	мм	4-20 мА	+	+	-	-
Температура воздуха в помещении УДХ	TEMP_VOZ_HOL	0...50	°C	4-20 мА	+	+	+	+
Расход реагента по линии НД-1	RHOD_REA_DZ1	0...1	м³/ч	4-20 мА	+	-	+	-
Расход реагента по линии НД-2	RHOD_REA_DZ2	0...1	м³/ч	4-20 мА	+	-	+	-
Давление реагента на выходе НД-1	DAVL_REA_DZ1	0...10	МПа	4-20 мА	+	+	+	+
Давление реагента на выходе НД-2	DAVL_REA_DZ2	0...10	МПа	4-20 мА	+	+	+	+
Запуск насоса закачки	PUSK_RAB_ZK1	-	-	DO	-	-	-	-
Останов насоса закачки	STOP_RAB_ZK1	-	-	DO	-	-	-	-
Запуск НД-1	PUSK_RAB_DZ1	-	-	DO	-	-	-	-
Останов НД-1	STOP_RAB_DZ1	-	-	DO	-	-	-	-
Запуск НД-2	PUSK_RAB_DZ2	-	-	DO	-	-	-	-
Останов НД-2	STOP_RAB_DZ2	-	-	DO	-	-	-	-
Насос закачки запущен	NORM_RAB_ZK1	-	-	DI	-	-	-	-
НД-1 запущен	NORM_RAB_DZ1	-	-	DI	-	-	-	-
НД-2 запущен	NORM_RAB_DZ2	-	-	DI	-	-	-	-
Пуск регулирования НД-1	PUSK_REG_DZ1	-	-	DO	-	-	-	-
Стоп регулирования НД-1	STOP_REG_DZ1	-	-	DO	-	-	-	-
Частота больше НД-1	FREN_BOL_DZ1	-	-	DO	-	-	-	-
Частота меньше НД-1	FREN_MEN_DZ1	-	-	DO	-	-	-	-
Пуск регулирования НД-2	PUSK_REG_DZ2	-	-	DO	-	-	-	-
Стоп регулирования НД-2	STOP_REG_DZ2	-	-	DO	-	-	-	-
Частота больше НД-2	FREN_BOL_DZ2	-	-	DO	-	-	-	-
Частота меньше НД-2	FREN_MEN_DZ2	-	-	DO	-	-	-	-

Приложение Е



Приложение Ж

