

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



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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы дозирования химреагента установки комплексной подготовки нефти

УДК 681.586:543-4:66.028.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т31	Любтеев Артём Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОАР ИШИТР ТПУ	Мамонова Татьяна Егоровна	доцент, к.т.н.		
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	доцент, к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



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

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

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т31	Любтееву Артёму Владимировичу

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы дозирования химреагента установки комплексной подготовки нефти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Описание технологического процесса 2 Выбор архитектуры АС 3 Разработка структурной схемы АС 4 Функциональная схема автоматизации 5 Разработка схемы информационных потоков АС 6 Выбор средств реализации АС 7 Разработка схемы соединения внешних проводов 8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 9 Разработка экранных форм АС
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio 2 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
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Старший преподаватель ШИП Шаповалова Наталья Владимировна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент ИШХБМТ Невский Егор Сергеевич</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОАР ИШИТР ТПУ	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Любтеев Артём Владимирович		

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Уровень образования – бакалавр
Отделение автоматизации и робототехники
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОАР ИШИТР ТПУ	Мамонова Татьяна Егоровна	К.Т.Н		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Воронин Александр Васильевич	К.Т.Н		

Реферат

Пояснительная записка содержит 83 страниц машинописного текста, 23 таблицы, 22 рисунка, 1 список использованных источников из 18 наименований, 7 приложений.

Объектом исследования является установка дозирования химреагента УКПН.

Цель работы – модернизация 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, установка дозирования химреагента, плунжерный насос дозирования, автоматизированная система управления, ПИД-регулятор, программируемый логический контроллер, SCADA, Rosemount, Omron.

Содержание

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	9
Введение	11
1 Техническое задание	12
1.1 Назначение и цели создания АС УДХ	12
1.2 Характеристика объекта автоматизации	12
1.3 Требования к системе	13
1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени централизации	13
1.3.2 Требования к режимам функционирования	13
1.4 Требования к видам обеспечения	13
1.4.1 Требования к техническому обеспечению	13
1.4.2 Требования к программному обеспечению	14
1.4.3 Требования к метрологическому обеспечению	15
2 Основная часть	16
2.1 Описание технологического процесса	16
2.2 Разработка структурной схемы	17
2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации	18
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	24
2.5.1.4 Расходомеры	26
2.5.1.5 Датчик температуры	27
2.5.2 Выбор контроллерного оборудования	28
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	40
2.8.1	Разработка дерева экранных форм	40
2.8.2	Разработка экранных форм АС УДХ	41
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
3.1.1	Анализ конкурентных технических решений	44
	Планирование научно-исследовательских работ	46
3.2	Структура работ в рамках научного исследования	46
3.3	Разработка графика проведения научного исследования	47
3.4	Бюджет научно-технического исследования	50
3.4.1	Расчет материальных затрат	50
3.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование	50
3.4.3.	Основная заработная плата исполнителей темы	51
3.4.4.	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	51
3.4.5.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	52
3.4.6	Накладные расходы	52
3.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	53
4	Социальная ответственность	56
4.1	Описание надежности и безопасности оборудования	57
4.2	Описание датчиков и повышение надежности системы	59
4.3	Обеспечение информационной безопасности	68
4.4	Удобство и защита использования мнемосхемы	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 komponуется 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 установок на скважинах, нефтедобывающего оборудования и трубопроводных коммуникаций, является образование парафиновых отложений, формирование которых приводит к снижению производительности системы и эффективности работы насосных установок.

Одним из методов борьбы с этой проблемой, 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 работы является модернизация автоматизированной системы (далее АС) установки дозирования химреагента УКПН, что позволит улучшить технико-экономические показатели УКПН, а также повысить безопасность технологического процесса (далее 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.

Система предназначена для:

- постоянного автоматизированного контроля и управления технологическим процессом дозирования химического реагента в режиме реального времени;
- автоматического и дистанционного приведения 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;

1.3 Требования к системе

1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени централизации

Для системы требуется трехуровневая структура:

– нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), включает в себя:

- датчики давления(2 шт.);
- уровнемер;
- сигнализаторы уровня (2 шт.);
- расходомеры химреагента (2 шт.);
- расходомер ВНЭ (1 шт.);
- датчики температуры (2 шт.);
- преобразователи частоты (2 шт.).

– средний уровень – передает информацию от нижнего уровня выдачи воздействий на устройства приема/передачи данных на верхний уровень, состоит из локального контроллера;

– верхний уровень – автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, которое состоит из:

- персонального компьютера (ПК) и необходимой компьютерной периферии (мышь, клавиатура, принтер и т.п.);
- источника бесперебойного питания (ИБП);
- лицензионного программного обеспечения (ПО).

Функциональная схема технических средств приведена в приложении А.

1.3.2 Требования к режимам функционирования

Система должна обеспечивать непрерывную работу УДХ в круглосуточном, круглогодичном режиме.

1.4 Требования к видам обеспечения

1.4.1 Требования к техническому обеспечению

Технологическое оборудование, устанавливаемое на открытых участках, 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 %.

Для системы измерений требуются электронные датчики расхода, давления, уровня, температуры, перепада давления, интегрирующих счетчиков, анализаторов качества и состава.

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

Для получения, передачи и обработки информации в составе подсистем управления предусмотрены модули:

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

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, позволяющую свободную компоновку каналов 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 современными 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 др.).

Специальное прикладное ПО должно выполнять конкретные функции на каждом уровне ИУС в зависимости от назначения (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 ПР 50.2.009-94. 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, отложение 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, и а на линии насоса НД-2 – FT-08, а также расходомер FT-14 для учета расхода ВНЭ. 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 (т.н. «полевой») уровень состоит из первичных средств автоматизации:

- датчики давления(2 шт.);
- уровнемер;
- сигнализаторы уровня (2 шт.);
- расходомеры химреагента (2 шт.);
- расходомер ВНЭ (1 шт.);
- датчики температуры (2 шт.);
- преобразователи частоты (2 шт.).

Информация с датчиков полевого уровня поступает 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 функционирование технических средств верхнего уровня.

2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема автоматизации является основным проектным документом, определяющим структуру и уровень автоматизации ТП проектируемой системы и оснащение её приборами и средствами 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 были решены следующие необходимые 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 по ГОСТ представлена в приложении В.

2.4 Разработка схемы информационных потоков УДХ

Схема информационных потоков, приведена в приложении Г. Она включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

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

На нижнем уровне передаются данные устройств типа ввод/вывод, 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 автоматизации 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 идентификатор (ТЕГ), представляющий из себя набор определенных символов.

Структура шифра имеет следующий вид:

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):

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

Знак подчеркивания «_» служит для отделения частей идентификатора между собой. Перечень вход/выходных сигналов приведен в Приложении Г.

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 включает в себя измерительные устройства и устройства 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)

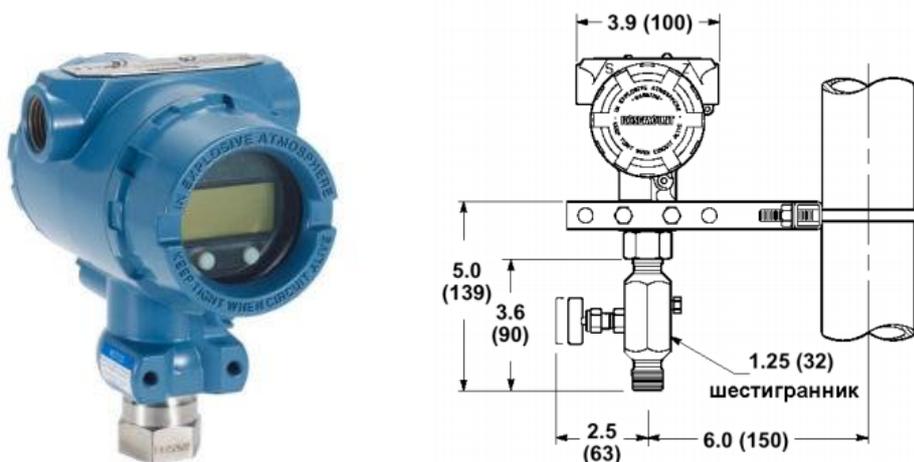


Рис. 1 – Датчик давления Rosemount 2088

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

Компактность и малая масса упрощают установку и техническое обслуживание прибора.

Основные технические характеристики датчика Rosemount 2088:

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

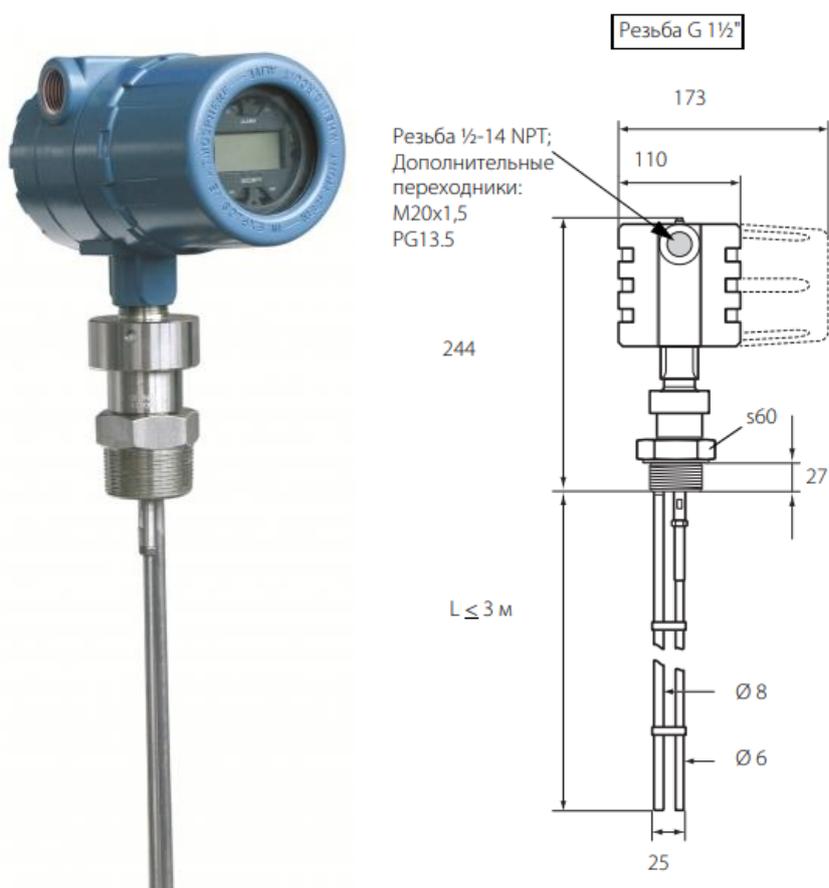


Рис. 2 – Радарный уровнемер Rosemount серии 3300

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).

Сигнализаторы уровня Rosemount 2120 предназначены для контроля предельных уровней жидкостей в технологических емкостях и товарных резервуарах. Они имеют широкий выбор технологических присоединений, материалов корпуса и смачиваемых частей для обеспечения универсальности и

превосходной надежности, а также сменных модулей электроники различных исполнений.

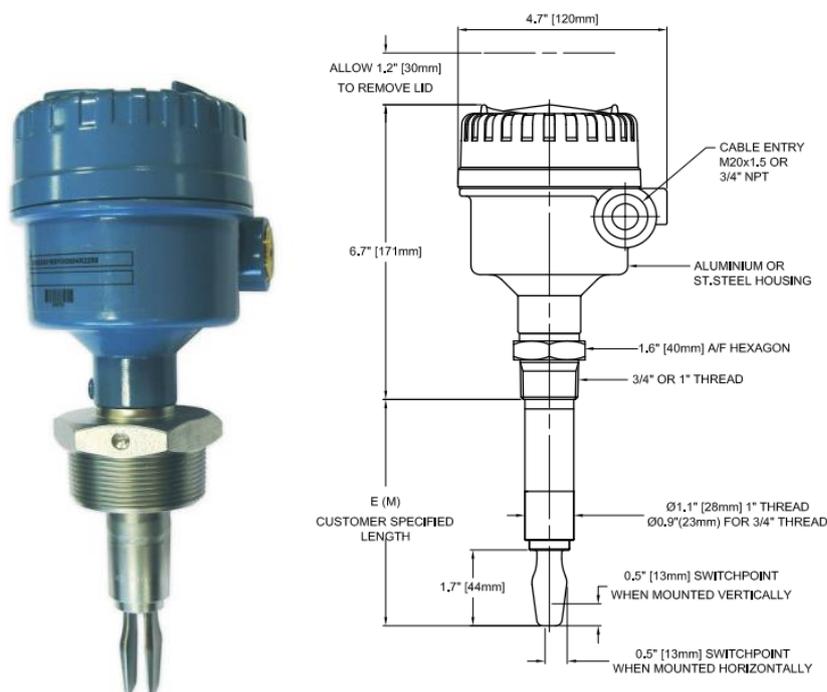


Рис. 3 – Сигнализатор уровня Rosemount 2120

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): ±1мм 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 8732E (Рис. 4).

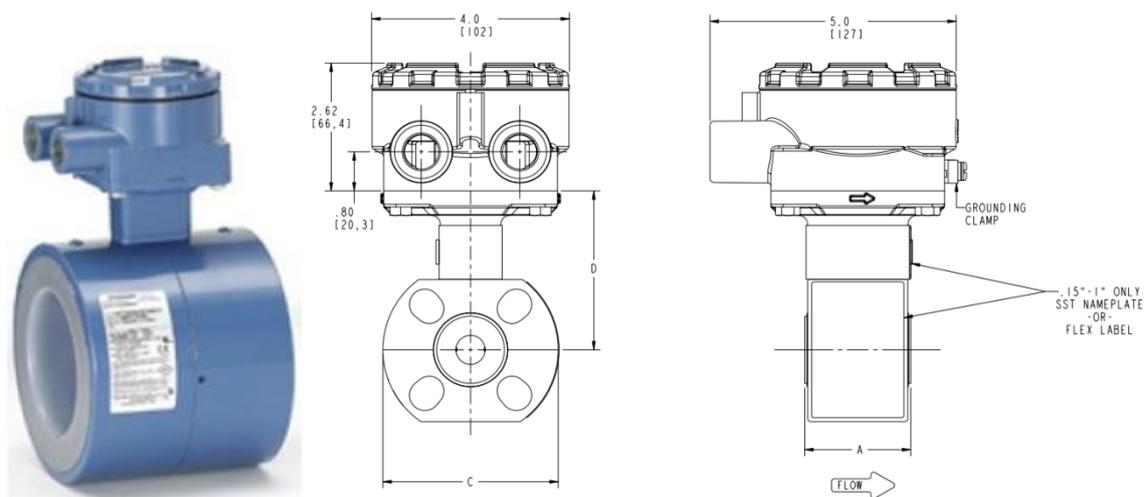


Рис. 4 – Электромагнитные расходомеры Rosemount 8732E

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

Основные технические характеристики датчика Rosemount Rosemount 8732E:

- верхний предел измерений: 160 л/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 $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $149\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- диапазон температуры окружающей среды: от $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $65\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- максимальное безопасное рабочее давление, при 38 °С: 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.

Для поддержания заданного соотношения «реагент/эмульсия» необходимо значение расхода ВНЭ. Для это цели возьмем ультразвуковой датчик потока SU9004

Технические характеристики SU9004:

- Применение: нефтегазовая отрасль;
- Мониторинг скорости потока: 0...12 м³/ч
- Контроль температуры: -10...80°С
- Давление измеряемой среды: до 16 бар
- Рабочее напряжение: 19...30В DC
- OUT1: 4...20 мА аналоговый сигнал температуры
- OUT2: 4...20 мА аналоговый сигнал потока
- Точность измерений: ±3%
- Степень защиты: IP67
- Материал корпуса в контакте с измер.средой: нерж. сталь V4A (1.4404); витон; PPS; Centellen 200
- Индикация: дисплей
- Электрическое подключение: разъём M12
- Подключение к процессу: плоский уплотнитель G 1¼
- Вес: 1,893 кг

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).

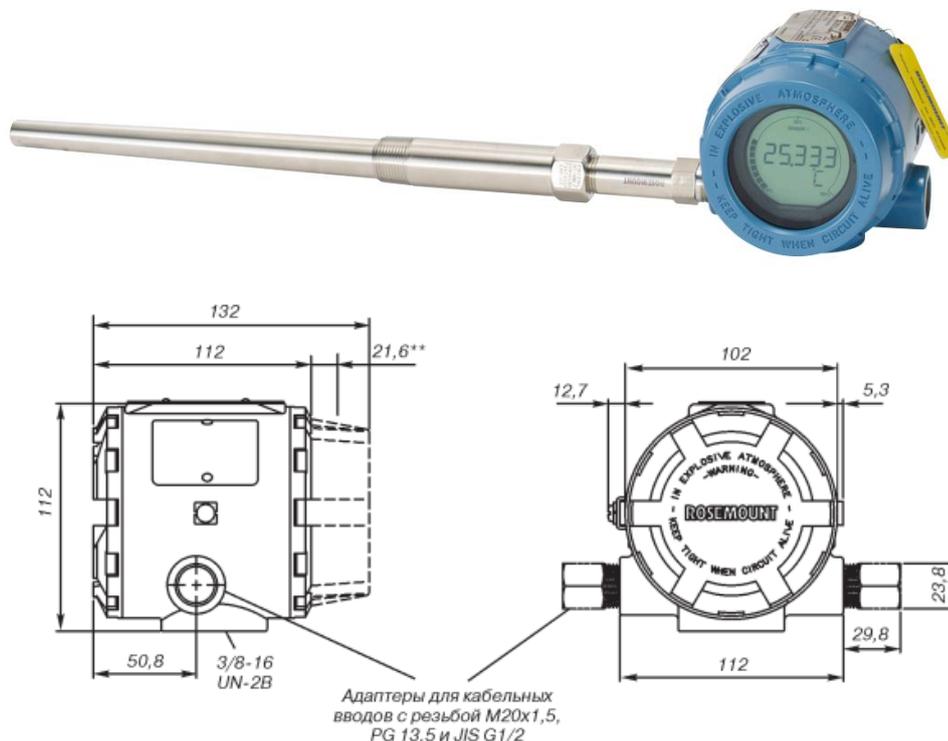


Рис. 5 – Измерительный преобразователь температуры Rosemount 3144P

Измерительный преобразователь температуры Rosemount 3144P обеспечивает лучшие в своей области точность, стабильность и надежность измерений температуры. Его двухсекционный корпус обеспечивает надежность, а возможности расширенной диагностики помогают избежать простоев. Вместе с технологией Rosemount X-well™ и термопреобразователем Rosemount 0085 с креплением при помощи хомута этот преобразователь позволяет точно измерять температуру процесса, не нуждаясь в наличии защитной гильзы или отверстия в трубопроводе. 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 °С;
- 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°С (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 ЭЛСИ-ТМК (Рис. 6).



Рис. 6 – ПЛК ЭЛСИ-ТМК/

Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-ТМК является эффективной модульной платформой для построения систем автоматизации малого и среднего масштаба во всех секторах промышленного производства. Его современный функционал, надежный форм-фактор, стандартные коммуникации и открытая программная среда предоставляют мощный

инструментарий для решения широкого спектра задач промышленной автоматизации.

Основные технические характеристики процессорного модуля ТС 711 А8-600 2ЕТН:

- Тактовая частота: 600 Гц;
- объём ОЗУ: 512 Мб;
- объём памяти данных: 160К;
- скорость выполнения логических операций: 16 нс;

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 16-ми канальный модуль ТА 716 16I DC.

- Модули дискретного ввода

В проектируемой системе используется 5 дискретных каналов ввода, поэтому будем использовать 32-х канальный модуль TD 711 32I 024DC.

- Модули дискретного вывода

В проектируемой системе используется 14 дискретных каналов вывода, поэтому будем использовать 32-х канальный модуль TD 712 32O 024DC.

- Источник питания

Будем использовать источник питания наименьшей мощности, в данном случае это TP 711 220 AC с максимальной мощностью потребления 100 Вт.

2.5.3 Выбор исполнительного оборудования

Для регулирования расхода химреагента будем использовать мембранные дозирующие насосы mROY® ХА. (Рис. 7).



Рис. 7 –Дозирующий насос mROY® XA.

Насосы серии mROY® считаются одними из самых популярных дозирующих насосов в мире. Высокие эксплуатационные характеристики, надёжность и долговечность (регулярно встречаются насосы, имеющие срок службы более 30 лет) сделали данную серию промышленным стандартом.

Со своими рабочими характеристиками подачи/давлением и очень компактным установочным размером, насосы серии mROY® соответствуют требованиям многочисленных процессов и применений.

Преимущества:

- Экономичность. Высокое соотношение цена / качество
- Широкий диапазон подачи / давления
- Идеально подходит для непрерывной работы (24 часа в день, 7 дней в неделю)
- Небольшое число деталей: небольшие эксплуатационные затраты и лёгкое обслуживание

- Компактность
- Встроенный в гидравлический привод предохранительный клапан защищает насос от избыточного давления.

Технические характеристики

- • Расход: до 66 л/час для ХА
- • Максимальная температура дозируемой жидкости: + 90 °С для проточной части из металла + 50 °С для проточной части из пластика
- • Возможность регулировки подачи как при работающем, так и при остановленном двигателе: в диапазоне от 0 до 100%
- • Точность дозирования: $\pm 1\%$ от номинальной величины подачи в диапазоне от 10% до 100% длины хода плунжера
- • Система смазки: масляная ванна
- • Корпус: из литого чугуна
- • Встроенный предохранительный клапан
- • Возможно взрывозащитное исполнение с соблюдением требований АТЕХ СЕ II 2 G/D с Т5.

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 IDS Drive серии Z- Z401T2B (Рис. 8).



Рис. 8 – Частотный преобразователь IDS Drive серии Z- Z401T2B

Это компактная универсальная модель, предназначенная для работы в технологическом (насосы и вентиляторы, транспортирующие механизмы, экструдеры, миксеры и т.п.) и энергосберегающем оборудовании (станции управления насосами, системы климата и кондиционирования и т.п.).

- - Диапазон регулировки выходной частоты - 0,1...400 Гц.
- - Последовательный интерфейс RS-485.
- - Встроенный пульт управления
- - 4 цифровых многофункциональных программируемых входов.
- - 2 аналоговых входа (4-20мА, -10/+10В).
- - 1 релейный и 1 цифровой (с открытым коллектором).
- - 1 аналоговый выход для подключения стрелочного прибора.
- - Возможность крепления на ДИН-рейку

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 В.

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.

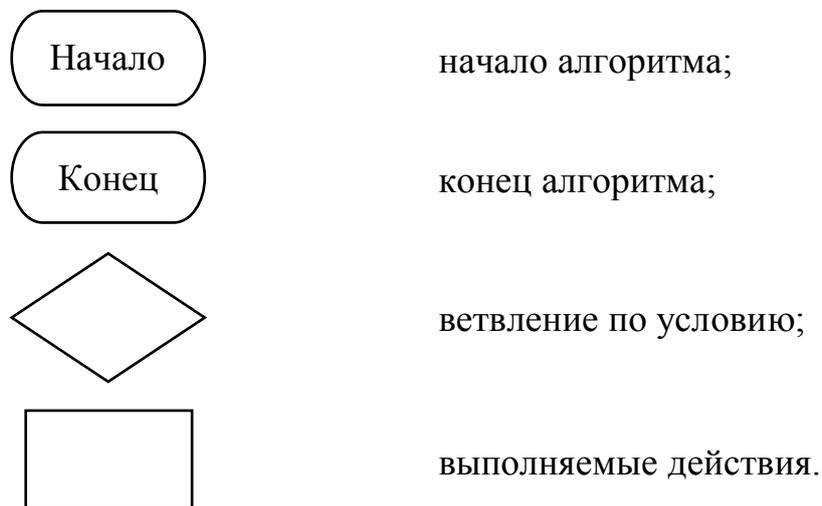
Питание шкафа телемеханики выполнено кабелем КВВГ нг 4х6,0.

Схема соединений и подключений внешних проводок приведена в Приложении Д.

2.7 Разработка алгоритмов управления

В данном проекте 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.

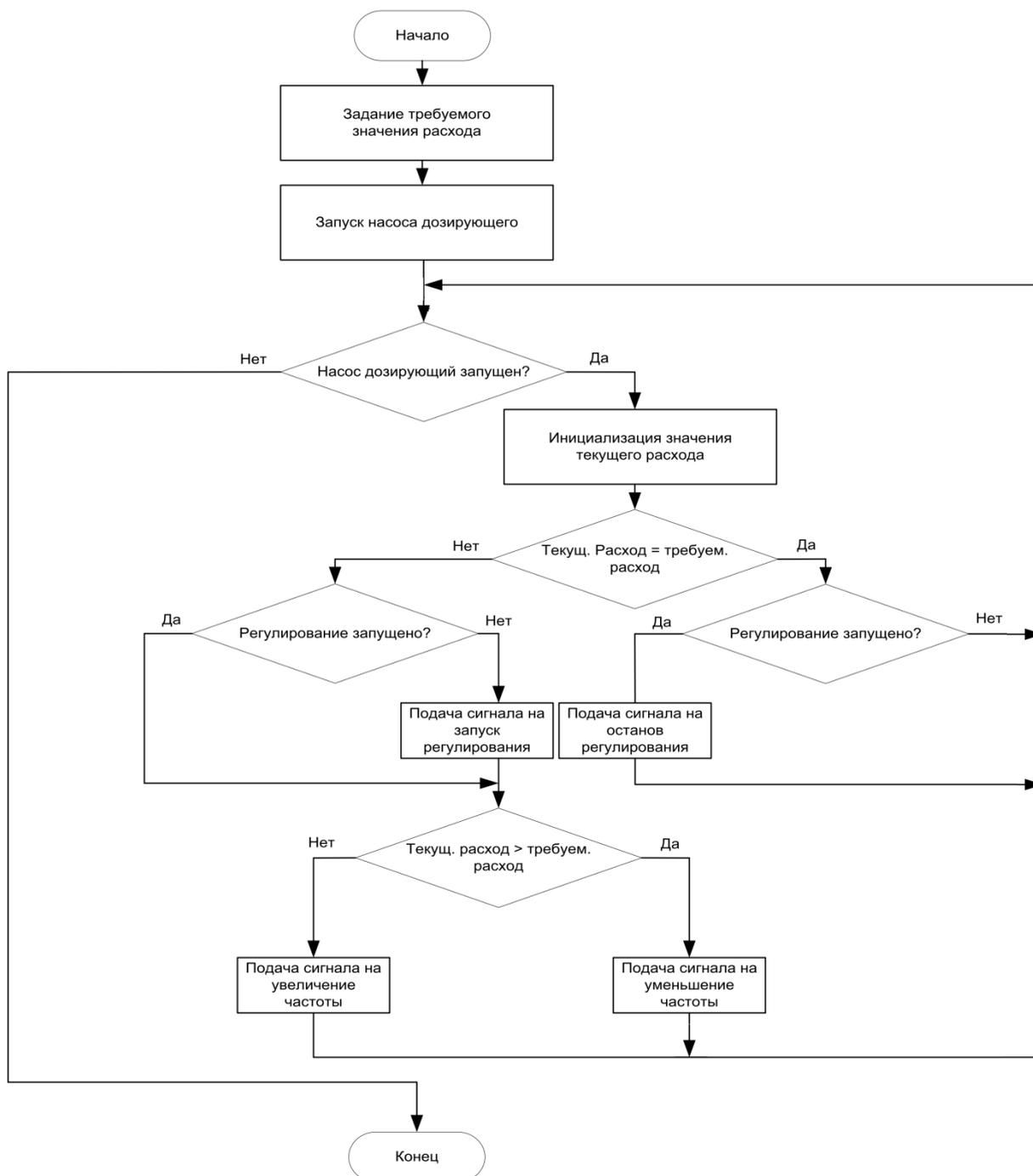


Рис. 9 – Алгоритм регулирования расхода реагента

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, частотный преобразователь (ЧП), регулирующий орган (РО), объект управления (ОУ). Определим

передаточные функции основных элементов структурной схемы регулирования.

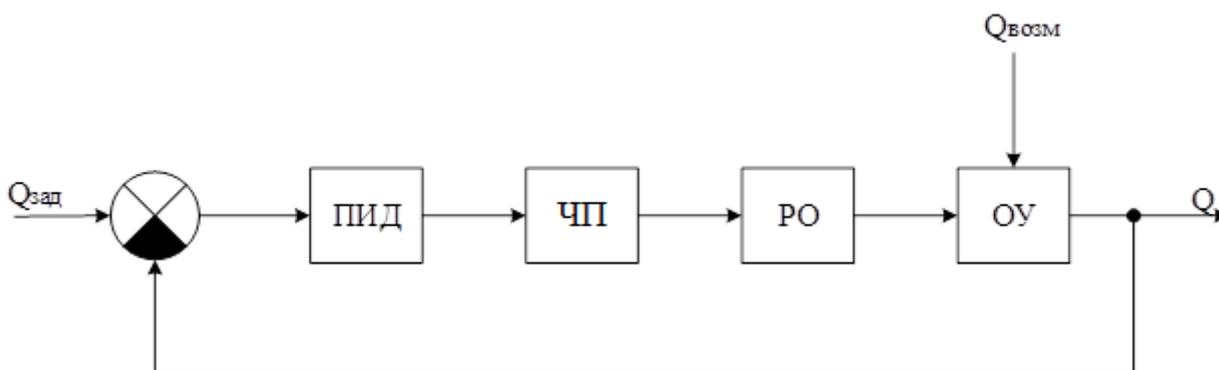


Рис. 10 – Функциональная схема автоматического регулирования расхода

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 аperiodическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием.

Частотный преобразователь описывается аperiodическим звеном первого порядка с постоянной времени равной 0,0063 секунд.

Исполнительное устройство так же описывается аperiodическим звеном первого порядка с постоянной времени равной 0,87 секунда.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать соотношение расходов равное 1/100 л/ч. Передаточная функция ПИД-регулятора имеет вид:

$$W_{PID}(p) = K + 1/T_i p + T_d p$$

Процесс регулирования расхода химреагента реализуется следующим образом. На объект управления в процессе его работы действуют возмущающие факторы, отсюда следует, что выход объекта управления должен суммироваться с возмущающим воздействием. Конечное значение расхода на выходе объекта управления измеряется расходомером. Сигнал с расходомера поступает на вход системы и сравнивается с заданной величиной. В результате вычисляется ошибка регулирования. Результат вычислений поступает на ПИД-регулятор, который в зависимости от значения ошибки формирует соответствующее управляющее воздействие на регулирующий орган, а тот в свою очередь, оказывает необходимое воздействие на объект управления для уменьшения значения ошибки.

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

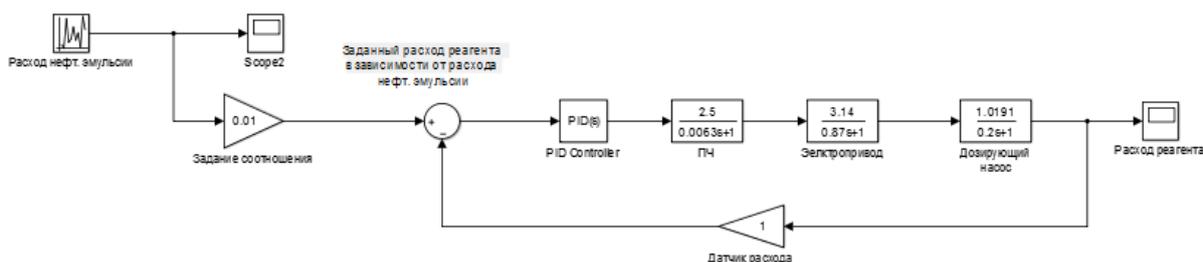


Рис. 11 – Структурная схема системы автоматического регулирования расхода
Объектом автоматизации является динамическая система, характеристики которой изменяются под влиянием управляющих воздействий. Компьютерное моделирование проводим с помощью математического пакета программ Matlab в среде Simulink.

С помощью встроенного тюнера (настройщика) в Simulink выбираем наиболее подходящую форму переходного процесса – с отсутствием перерегулирования и небольшим временем переходного процесса. Запишем рекомендуемые параметры ПИД-регулятора:

$$K_P = 0.226;$$

$$T_I = 0.273;$$

$$T_D = 0.0132;$$

График переходного процесса САР после настройки ПИД-регулятора можно наблюдать на рисунке 12.

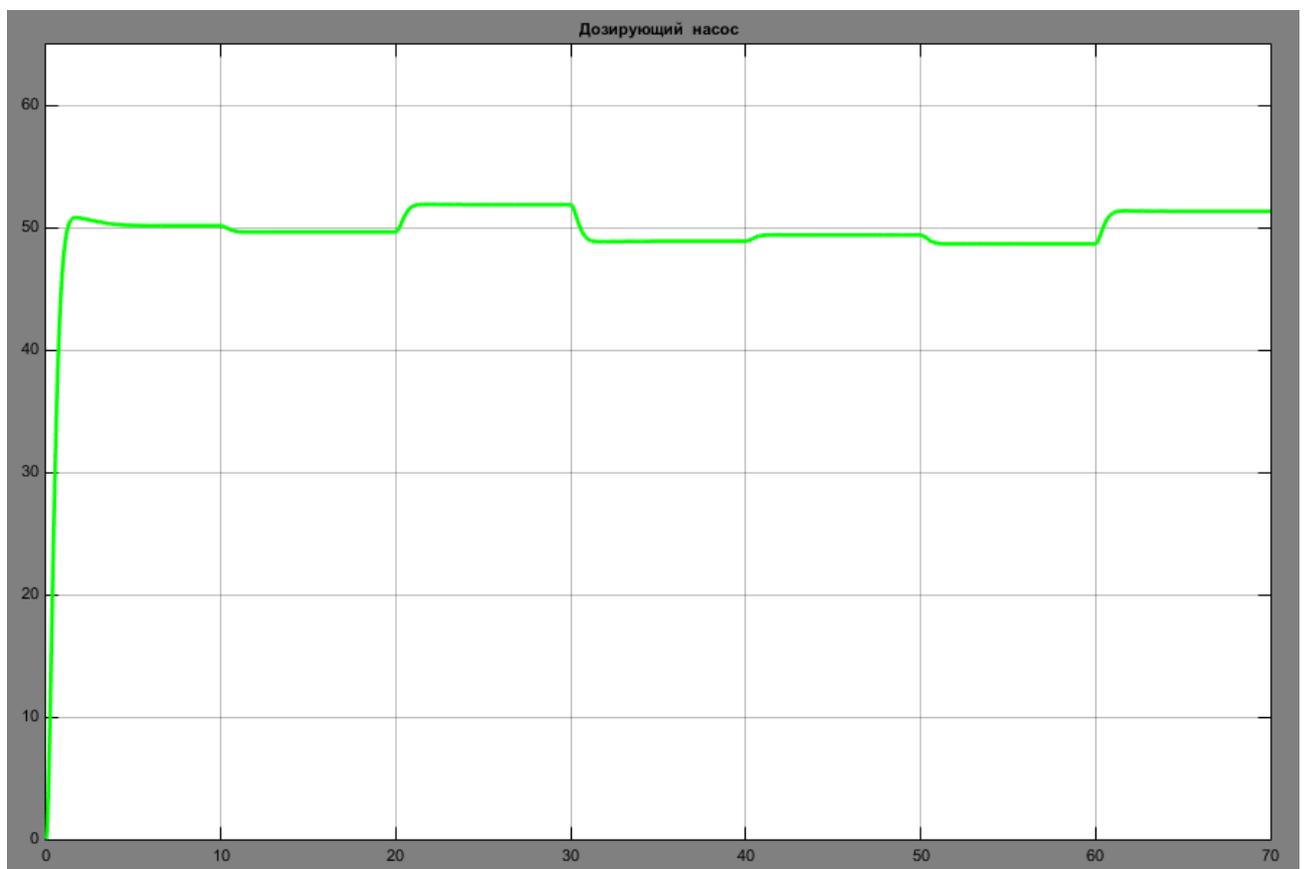


Рисунок 14 – Переходная характеристика САР после настройки ПИД-регулятора

Из рисунка видно, что время переходного процесса составляет порядка 15 секунд. А отсутствие перерегулирования положительно влияет на износ исполнительных механизмов.

2.8 Экранные формы АСУ

Управление в АСУ реализовано с использованием SCADA-системы TRACE MODE. Отдельные элементы системы связаны между собой через аргументы. Использование аргументов позволяет достичь необходимой гибкости при создании связей между этими компонентами.

Все оборудование поставщик снабжает необходимым набором драйверов более чем к 3000 контроллерам и платам ввода/вывода, а также специальным программным обеспечением, позволяющим использовать и настраивать оборудование в разных системах. Сигналы с УСО и контроллеров создаются и конфигурируются автоматически. Это позволяет избежать негативного влияния человеческого фактора и значительно сократить время разработки проекта.

Встроенная среда разработки обеспечивает повышать функциональность АСУ при необходимости: от простого мониторинга и визуализации ТП на одном ПК SCADA/HMI до сложных контуров управления организацией распределенных вычислений, привязки рабочих мест и других модулей, к примеру: учет и техническое обслуживание оборудования (EAM), учет и управление персоналом (HRM) и управление исполнением производства (MES). И даже в этом случае разработчику не потребуются дополнительных инструментов и квалификации, чтобы настроить или перестроить систему, т.к. используются одни и те же средства, инструменты и язык программирования.

2.8.1 Разработка дерева экранных форм

У оператора АРМ существует возможность производить навигацию экранных форм. В качестве базовой 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.

Дерево экранных форм приведено в Приложении Ж.

2.8.2 Разработка экранных форм АС УДХ

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

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

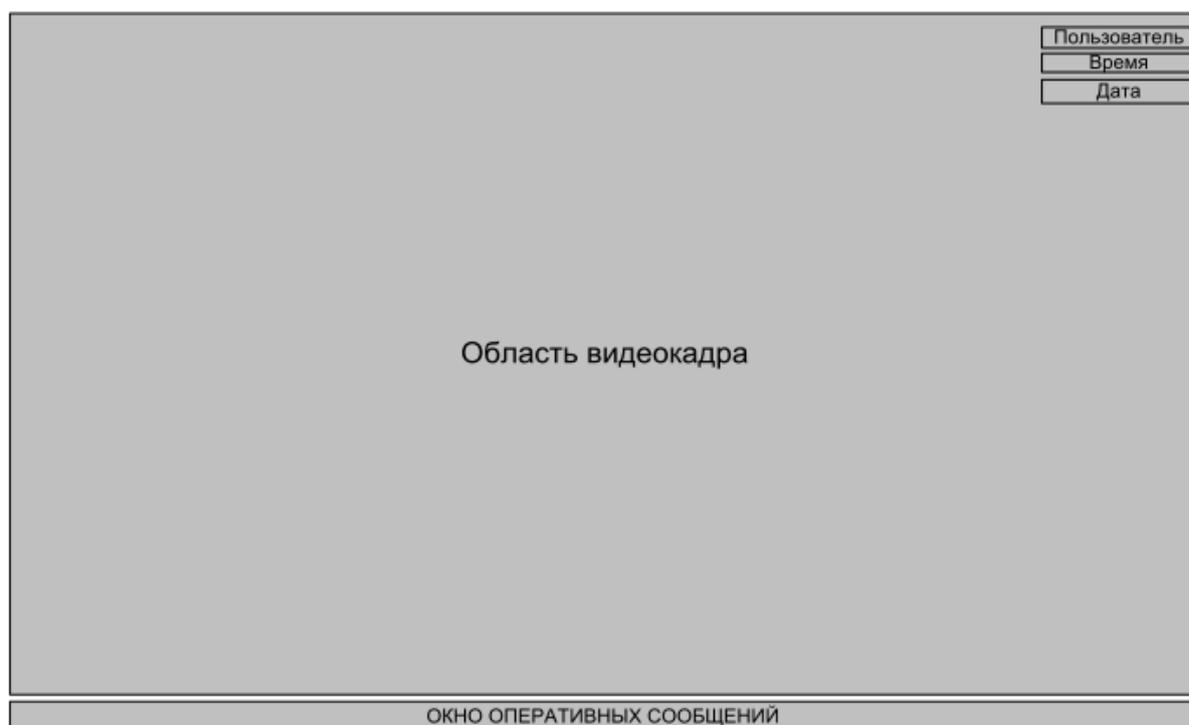


Рис. 13 – Рабочее окно интерфейса оператора АРМ

2.8.2.1 Область видеокadra

При помощи видеокадра осуществляется контроль состояния и управление технологическим оборудованием. В состав видеокадра входят:

- мнемосхема УДХ, которая приведена в Приложении 3.
- дополнительные мнемосхемы установки параметров технологического и контрольно-измерительного оборудования.

Параметры распределены на панели по разным кнопкам и индикаторам. Чтобы оператору было удобно ориентироваться стоит цветовое обозначение.

Цвет	Значение
Фиолетовый	Подача химреагента
Желтый	Индикация значений датчиков
Зеленый	Насос в состоянии «Работает»
Серый	Насос в состоянии «Остановлен»
Красный	Критическое значение величины с датчиков

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т31	Любтееву Артёму Владимировичу

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</p>	<p><i>Определение назначения объекта и определение целевого рынка, анализ конкурентных технических решений</i></p>
<p>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</p>	<p><i>Определение этапов работ, составление графика работ, расчет бюджета</i></p>
<p>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</p>	<p><i>Оценка эффективности исследования</i></p>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<p>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</p> <p>2. График проведения и бюджет НИ</p>	
--	--

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Любтеев Артём Владимирович		

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

Таблица 3.1 – 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.

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 3.2.

Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления ЦПСН, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

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

– наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 3.2 – 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.

Планирование научно-исследовательских работ

3.2 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. Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках научного исследования;
- 2) определение участников каждой работы;
- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р), студент-дипломник (СД). Разделим выполнение дипломной работы на этапе, представленные в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

3.3 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 3.9 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения работ

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		Tmin, чел- дн.	Tmax, чел-дн.	Тож, чел- дн.	Тр, раб.дн		Ткд, кал.дн	
					Р	СД	Р	СД
1	Р	1	2	1,4	1,4	-	2	-
2	Р, СД	1	2	2	1	2	1	2
3	Р, СД	2	3	2,4	2,4	2,4	3	3
4	Р, СД	1	2	1	0,5	1	1	1
5	СД	2	3	2,4	-	2,4	-	3
6	СД	5	10	8	-	8	-	10
7	Р, СД	2	3	2,4	1,2	2,4	2	3
8	Р, СД	3	6	4,2	2,1	4,2	3	6
9	Р, СД	3	6	4,2	-	4,2	-	6
10	СД	1	2	1,4	-	1,4	-	2
Итого					8,6	28	12	36

На основе таблицы 3.9 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 3.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работы	Исп-ли	Ткд	Май			Июнь		
1	Составление и утверждение задания НИР	Р	2	[Hatched bar]					
2	Изучение исходных данных и материалов по тематике	Р	1	[Hatched bar]					
		СД	2	[Hatched bar]					
3	Разработка и утверждение ТЗ	Р	3	[Hatched bar]					
		СД	3	[Hatched bar]					
4	Календарное планирование работ	Р	1	[Hatched bar]					
		СД	1	[Hatched bar]					
5	Разработка структурных схем	СД	3	[Hatched bar]					
6	Разработка функциональных схем	СД	10	[Hatched bar]					
7	Выбор технических средств автоматизации	Р	2	[Hatched bar]					
		СД	3	[Hatched bar]					
8	Выбор алгоритмов управления	Р	3	[Hatched bar]					
		СД	6	[Hatched bar]					
9	Разработка экранной формы	СД	6	[Hatched bar]					
10	Составление пояснительной записки	СД	2	[Hatched bar]					

3.4 Бюджет научно-технического исследования

3.4.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

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

Π_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 3.11.

Таблица 3.11 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
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 3.12 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 3.12 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

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

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Расчёт зарплат на оплату труда производится на основе отраслевой системы оплаты труда в ТПУ в соответствии с занимаемыми должностями, где руководитель – доцент, к.т.н, а студент – учебно-вспомогательный персонал (УВП).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата, руб.	Районный коэффициент, %	Месячный должностной оклад работника, руб	Среднедневная заработная плата руб/день	Продолжительность работ, дней	Заработная плата основная, руб
Р	33664	30	43763,2	1990	8,6	17114
СД	9489	30	12335,7	560,7	28	15700
Итого:						32814

3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 17114 = 2567,19 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{допСД}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 15700 = 2355 \text{ руб.}$$

3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений определяется по формуле:

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

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

На 2018 г. взнос в социальные фонды установлен в размере 30% от заработной платы.

Все расчеты сведены в таблицу 3.14

Таблица 3.14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб
Руководитель	17114	2567,19
Студент-дипломник	15700	2355
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30	30
Итого:	9844,2	1476,7

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:

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

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

$$Z_{накл} = (2323185 + 78800 + 32814 + 4922,19 + 11320,9) \cdot 0,015 = 36765,63 \text{ руб}$$

Где 0,015 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 3.15:

Таблица 3.15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	2323185
2. Затраты на специальное оборудование	78800
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	32814
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4922,19
5. Отчисления во внебюджетные фонды	11320,9
6. Накладные расходы	36765,63
7. Бюджет затрат НИИ	2451042,09

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

Внедрение автоматизированной системы позволило увеличить объем производства за счет оснащения современным оборудованием и модернизации системы нефтеперекачивающей станции. Новая автоматизированная система позволяет сократить количество операторов, обслуживающих систему. Увеличилась надежность системы за счет внедрения современного оборудования. А соответственно повысить экономическую эффективность работы предприятия.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т31	Любтееву Артёму Владимировичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Анализ оборудования автоматизированной системы</i>	1. <i>Описание надежности и безопасности оборудования</i> 2. <i>Описание датчиков и повышение надежности системы</i>
<i>Связь контроллера и оператора</i>	3. <i>Обеспечение информационной безопасности</i>
<i>Интерфейсы оператора</i>	4. <i>Удобство и защита использования мнемосхемы</i>

Перечень графического материала:

<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	Мнемосхема УДХ
---	----------------

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Любтеев Артём Владимирович		

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 надежности и безопасности используемого оборудования и датчиков, а также рассмотрены меры по обеспечению информационной безопасности и удобства работы оператора с интерфейсами.

4.1 Описание надежности и безопасности оборудования

Для регулирования расхода химреагента будем использовать мембранные дозирующие насосы mROY® ХА. (Рис. 7).



Рис. 14 – Плунжерный дозирующий насос mROY® ХА.

Насосы серии mROY® считаются одними из самых популярных дозирующих насосов в мире. Высокие эксплуатационные характеристики, надёжность и долговечность (регулярно встречаются насосы, имеющие срок службы более 30 лет) сделали данную серию промышленным стандартом.

Со своими рабочими характеристиками подачи/давлением и очень компактным установочным размером, насосы серии mROY® соответствуют требованиям многочисленных процессов и применений.

Технические характеристики

- • Расход: до 66 л/час для ХА
- • Максимальная температура дозируемой жидкости: + 90 °С для проточной части из металла + 50 °С для проточной части из пластика
- • Возможность регулировки подачи как при работающем, так и при остановленном двигателе: в диапазоне от 0 до 100%

- Точность дозировки: $\pm 1\%$ от номинальной величины подачи в диапазоне от 10% до 100% длины хода плунжера
- Система смазки: масляная ванна
- Корпус: из литого чугуна
- Встроенный предохранительный клапан

Для регулирования расхода химреагента необходимо управлять дозирующими насосами. С этой целью включим в электрическую цепь питания насосов, частотные преобразователи IDS Drive серии Z- Z401T2B (Рис. 8).



Рис. 15 – Частотный преобразователь IDS Drive серии Z- Z401T2B

Это компактная универсальная модель, предназначенная для работы в технологическом (насосы и вентиляторы, транспортирующие механизмы, экструдеры, миксеры и т.п.) и энергосберегающем оборудовании (станции управления насосами, системы климата и кондиционирования и т.п.).

- - Диапазон регулировки выходной частоты - 0,1...400 Гц.
- - Последовательный интерфейс RS-485.
- - Встроенный пульт управления
- - 4 цифровых многофункциональных программируемых входов.
- - 2 аналоговых входа (4-20мА, -10/+10В).
- - 1 релейный и 1 цифровой (с открытым коллектором).
- - 1 аналоговый выход для подключения стрелочного прибора.
- - Возможность крепления на ДИН-рейку

4.2 Описание датчиков и повышение надежности системы

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)

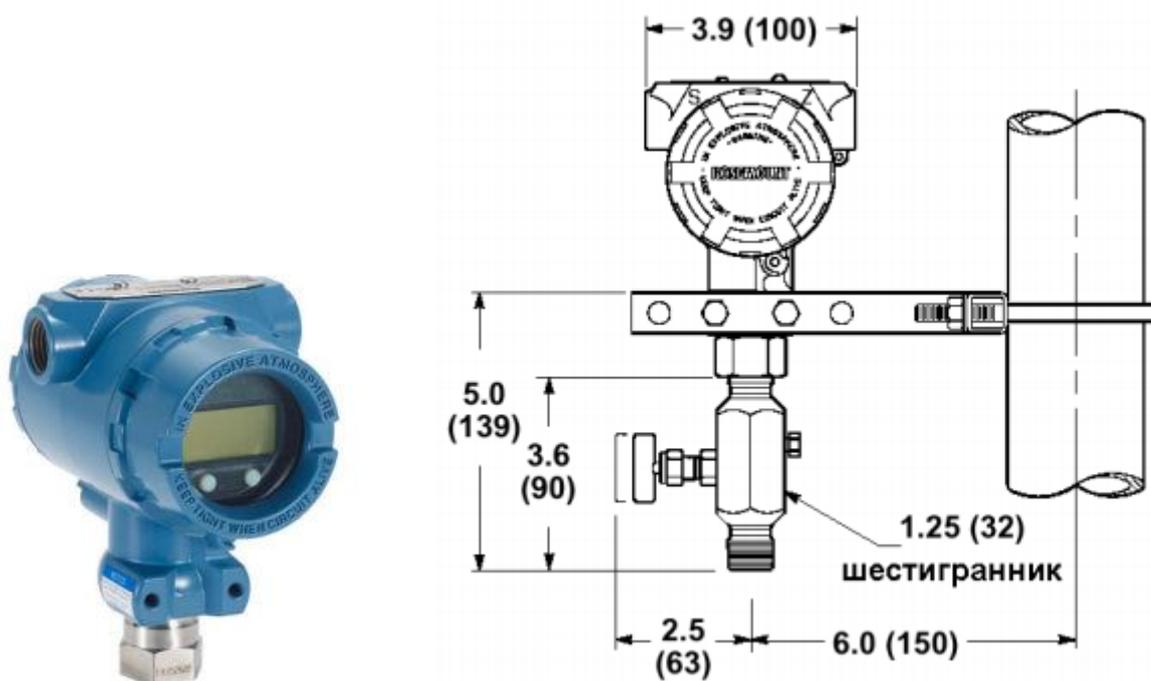


Рис. 16 – Датчик давления Rosemount 2088

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

Компактность и малая масса упрощают установку и техническое обслуживание прибора.

Основные технические характеристики датчика Rosemount 2088:

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

- верхние 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.

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).

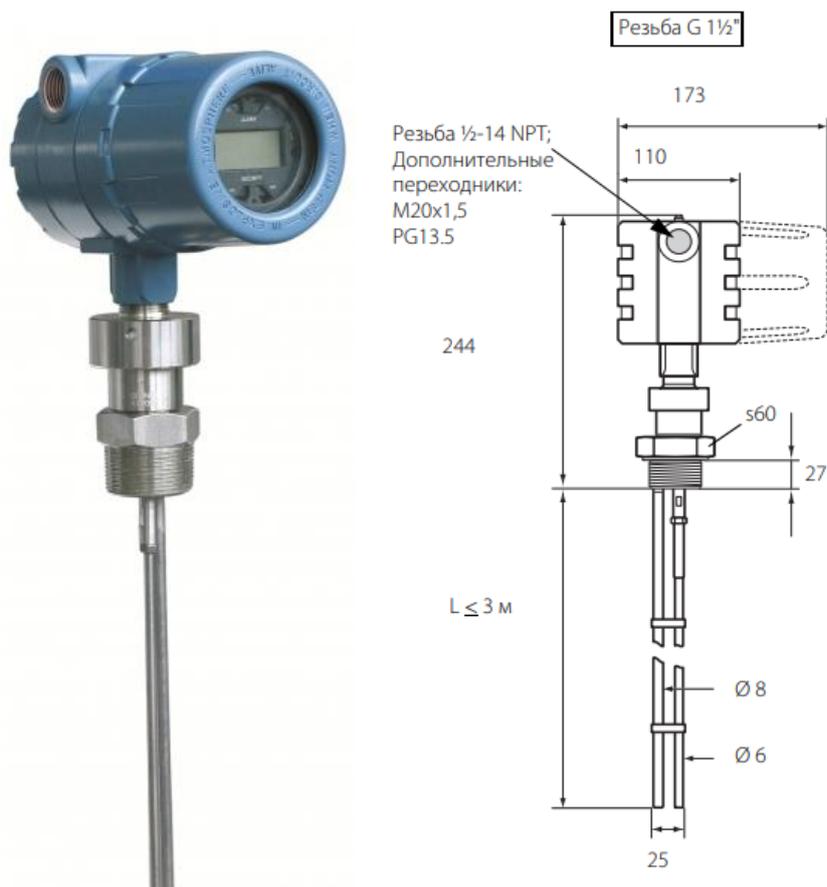


Рис. 17 – Радарный уровнемер Rosemount серии 3300

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°C.;

- выходной сигнал: 4-20 мА/HART;
- температура рабочей среды: от - 40°C до +150°C;
- наличие взрывозащищенных исполнений;
- класс защиты корпуса: NEMA 4X, IP 66.

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).

Сигнализаторы уровня Rosemount 2120 предназначены для контроля предельных уровней жидкостей в технологических емкостях и товарных резервуарах. Они имеют широкий выбор технологических присоединений, материалов корпуса и смачиваемых частей для обеспечения универсальности и превосходной надежности, а также сменных модулей электроники различных исполнений.

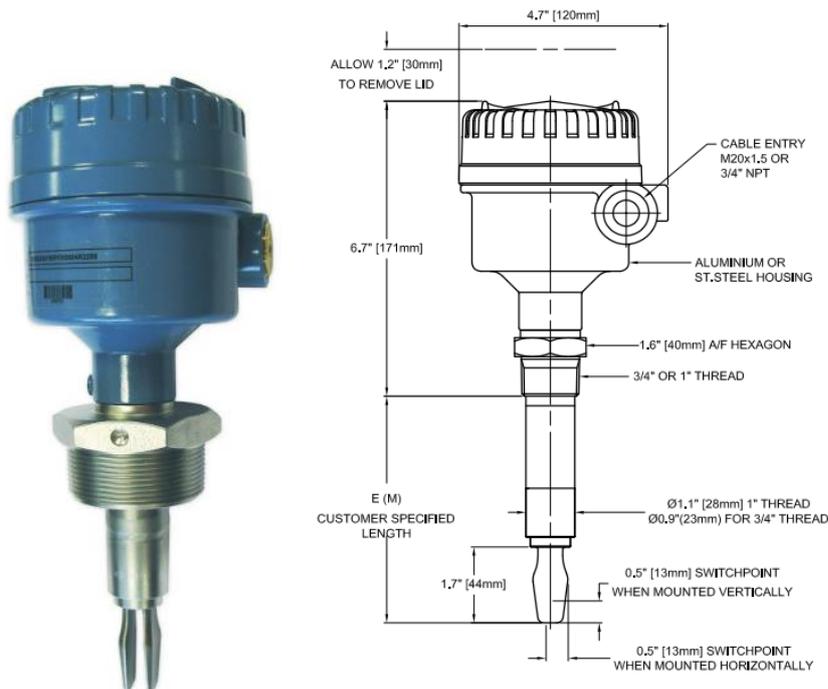


Рис. 12 – Сигнализатор уровня Rosemount 2120

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): ±1мм 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.

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).

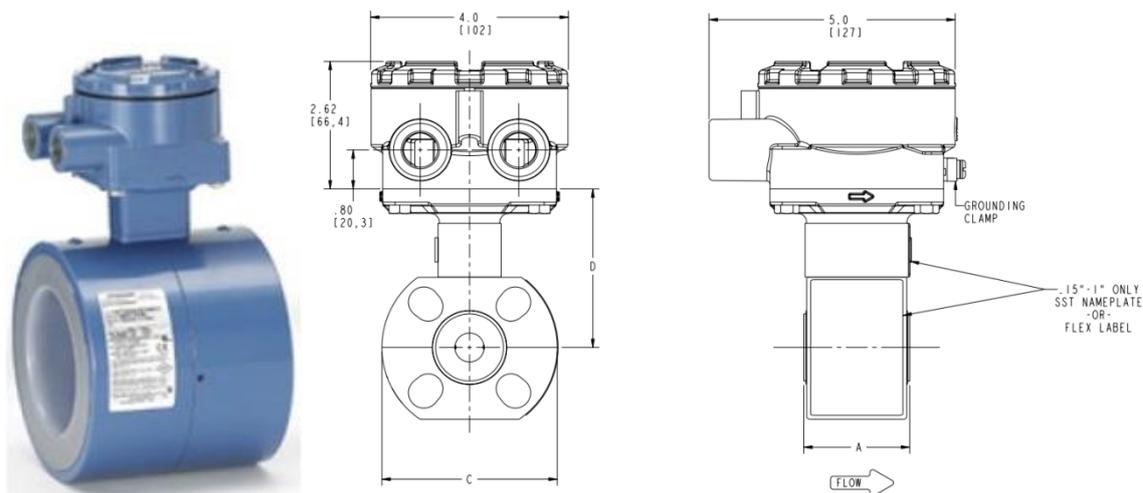


Рис. 18 – Электромагнитные расходомеры Rosemount 8711

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 $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $149\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- диапазон температуры окружающей среды: от $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $65\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- максимальное безопасное рабочее давление, при $38\text{ }^{\circ}\text{C}$: 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.

Датчики температуры

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

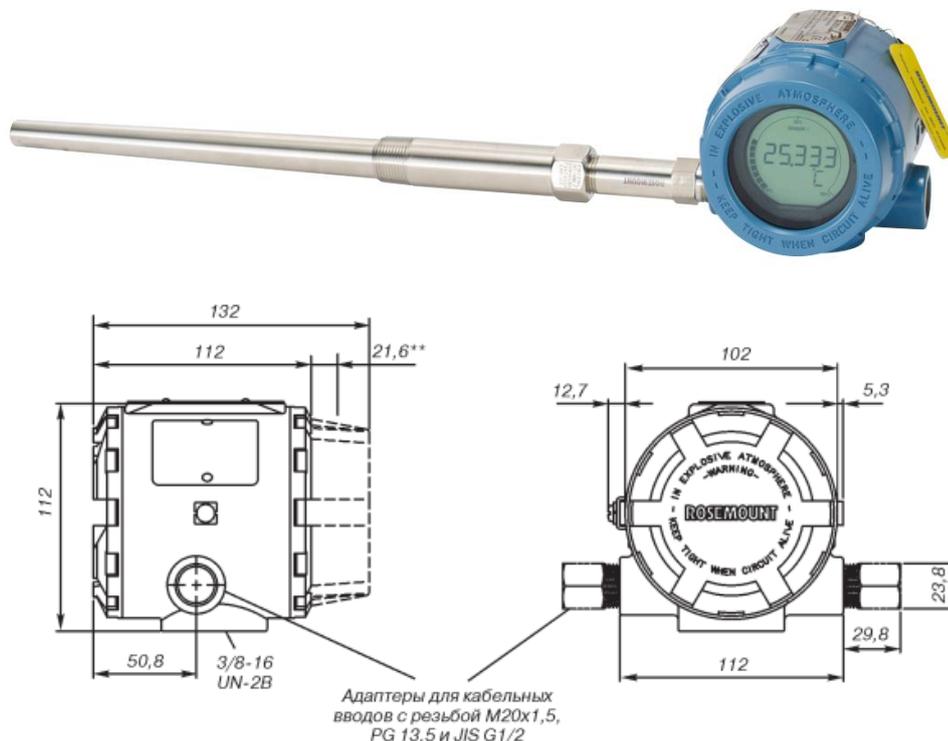


Рис. 19 – Измерительный преобразователь температуры Rosemount 3144P

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 °С;
- 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°С (со встроенным ЖКИ);
- выходной сигнал: 4-20 мА/HART;
- степень защиты от воздействия пыли и воды: IP66 и IP68;
- наличие взрывозащищенного исполнения.

Программируемые контроллеры

В основе САУ установки дозирования химреагента УКПН будем использовать ПЛК ЭЛСИ-ТМК (Рис. 6).



Рис. 13 – ПЛК ЭЛСИ-ТМК/

Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-ТМК является эффективной модульной платформой для построения систем автоматизации малого и среднего масштаба во всех секторах промышленного производства.

Его современный функционал, надежный форм-фактор, стандартные коммуникации и открытая программная среда предоставляют мощный инструментарий для решения широкого спектра задач промышленной автоматизации.

Основные технические характеристики процессорного модуля ТС 711 А8-600 2ЕТН:

- Тактовая частота: 600 Гц;
- объём ОЗУ: 512 Мб;
- объём памяти данных: 160К;
- скорость выполнения логических операций: 16 нс;

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 16-ми канальный модуль ТА 716 16I DC.

- Модули дискретного ввода

В проектируемой системе используется 5 дискретных каналов ввода, поэтому будем использовать 32-х канальный модуль TD 711 32I 024DC.

- Модули дискретного вывода

В проектируемой системе используется 14 дискретных каналов вывода, поэтому будем использовать 32-х канальный модуль TD 712 32O 024DC.

- Источник питания

Будем использовать источник питания наименьшей мощности, в данном случае это TP 711 220 AC с максимальной мощностью потребления 100 Вт.

4.3 Обеспечение информационной безопасности

Информационная безопасность системы обеспечивается следующими

средствами:

- разделением внутренней технологической сети и внешних информационных сетей;
- подключение дополнительных рабочих станций осуществляется через коммуникационное и серверное устройства с ограничением права доступа;
- передача информации с/на верхний уровень управления осуществляется через специализированный сервер;
- наличием контрольной информации в пакетах, передаваемых по сети Ethernet, затрудняющих случайное/намеренное искажение передаваемой информации;
- присвоением уникальных адресов сети Ethernet управляющим контроллерам;
- парольной системой доступа к возможностям изменения управляющего программного обеспечения;
- парольной системой доступа к настройкам системы управления с рабочей станции.

Связь контроллера и оператора

Контрольная сумма (хеш) — определенное значение рассчитанное для данных с помощью известных алгоритмов. Предназначается для проверки целостности данных при передаче.

В ВКР используется алгоритм MD5. MD5 — используется не только для проверки целостности данных, но и позволяет получить довольно надежный идентификатор файла. Последний часто используется при поиске одинаковых файлов на компьютере, чтобы не сравнивать все содержимое, а сравнить только хеш.

4.4 Удобство и защита использования мнемосхемы

Интерфейс оператора АРМ содержит рабочее окно (рис. 1), которое состоит из следующих областей:

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

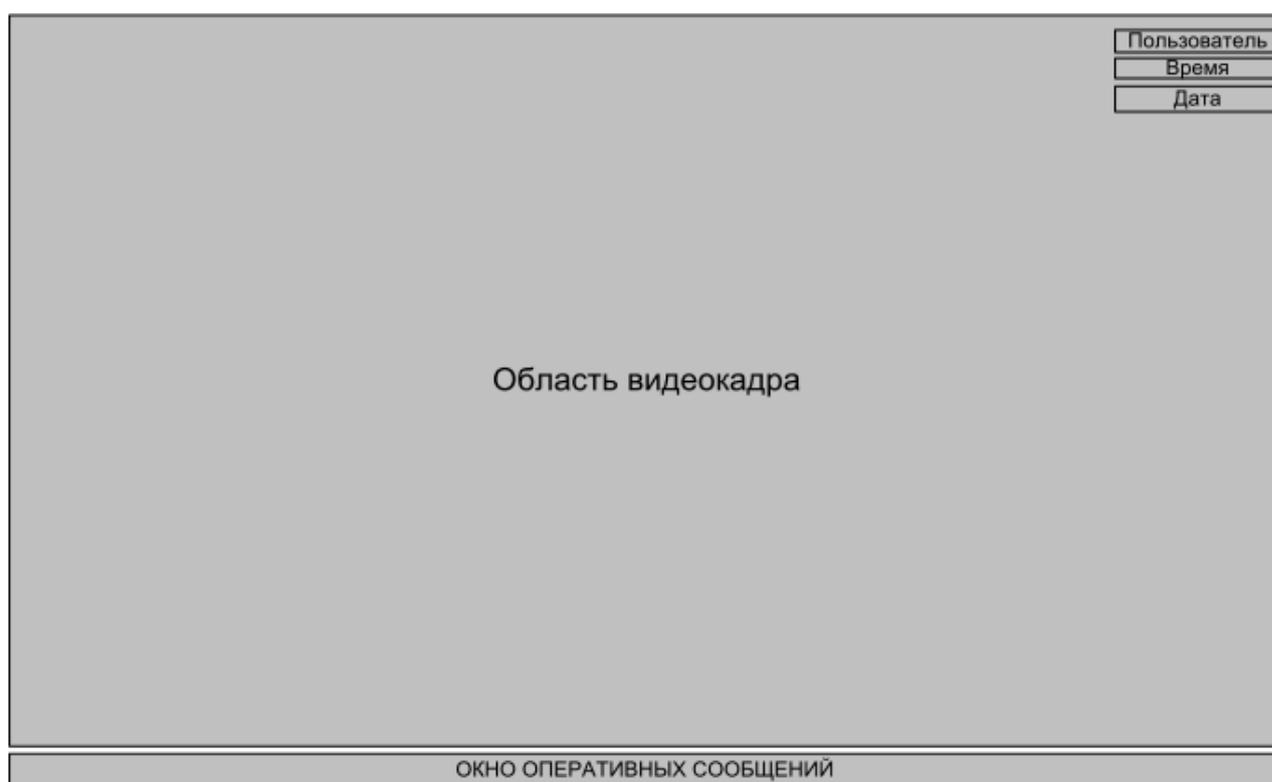
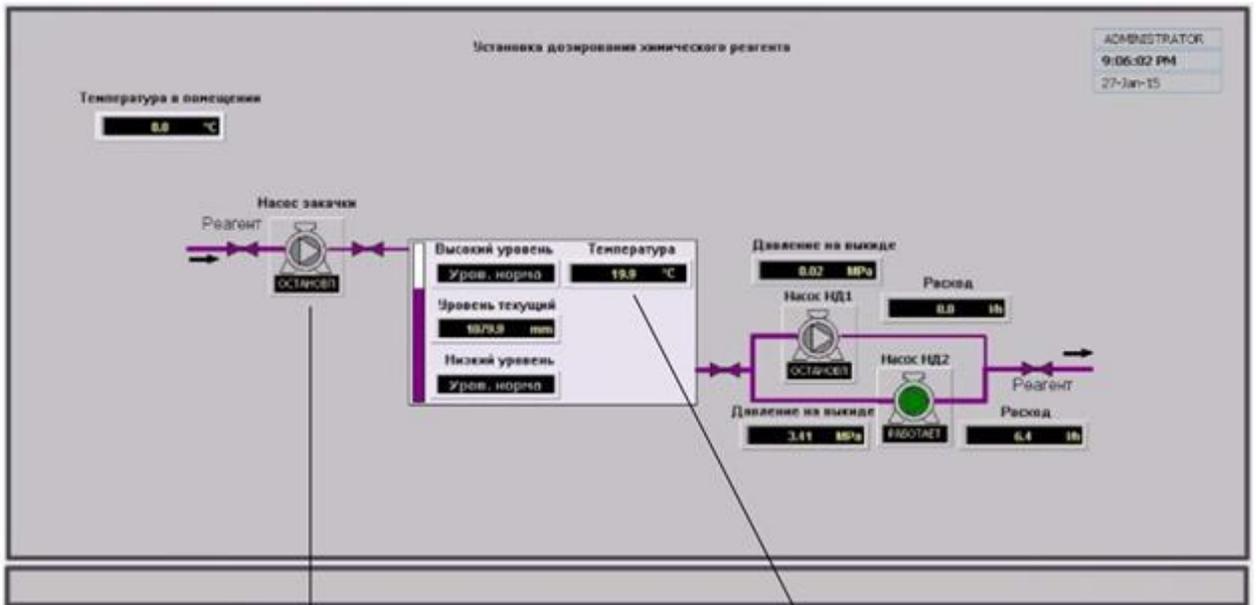


Рис. 214 – Рабочее окно интерфейса оператора АРМ

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

- мнемосхема УДХ (рис. 2)
- дополнительные мнемосхемы установки параметров технологического и контрольно-измерительного оборудования.



.....



Рис. 22 – Мнемосхема УДХ

Как видно параметры распределены на панели по разным кнопкам и индикаторам. Чтобы оператору было удобно ориентироваться стоит цветовое обозначение.

Цвет	Значение
Фиолетовый	Подача химреагента
Желтый	Индикация значений датчиков
Зеленый	Насос в состоянии «Работает»
Серый	Насос в состоянии «Остановлен»
Красный	Критическое значение величины с датчиков

Заключение

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

В ходе выполнения проекта были изучены особенности технологического процесса подачи и 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. В заключительной части проекта были разработаны дерево экранных форм и мнемосхема УДХ.

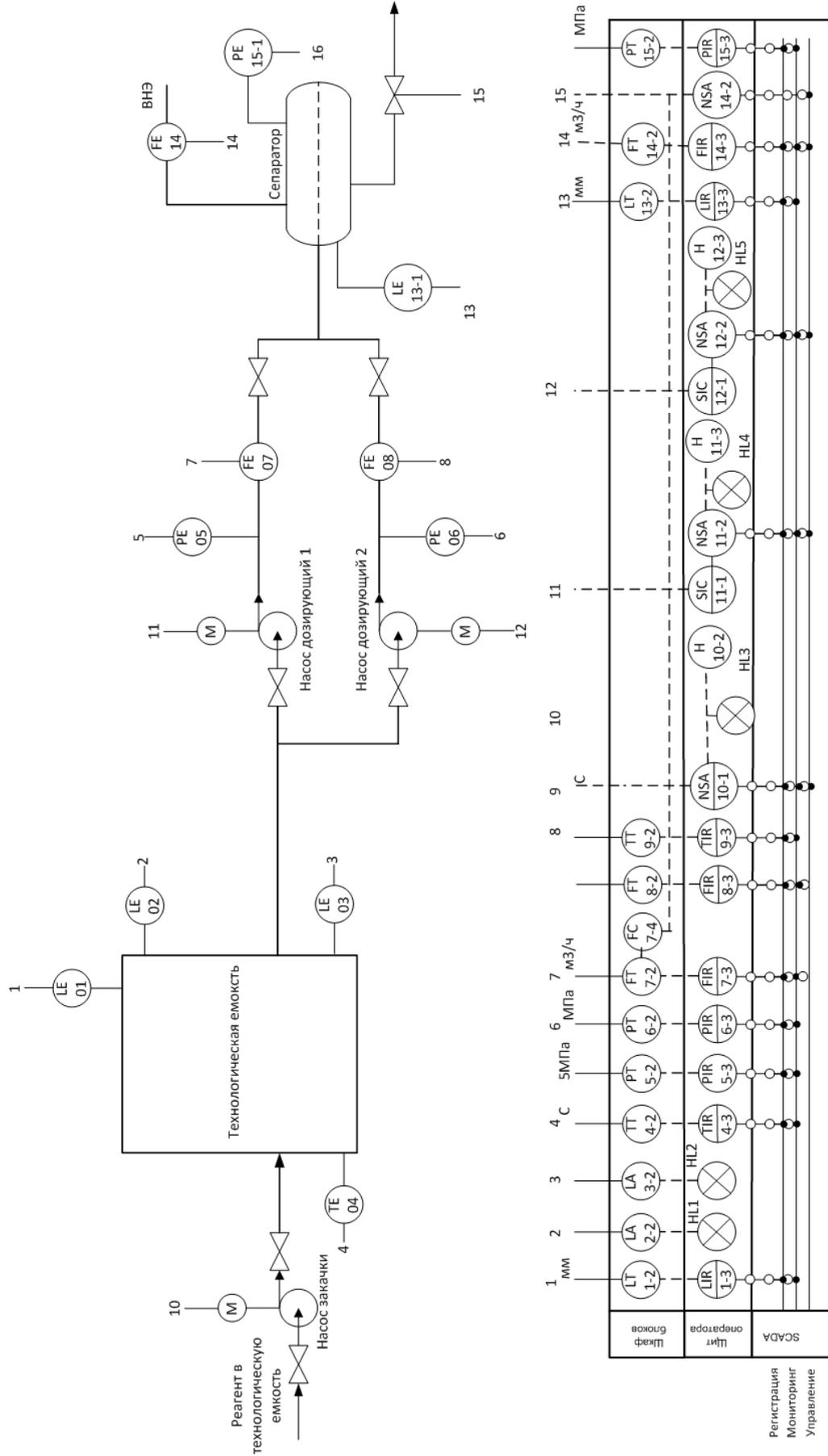
Таким образом, модернизированная САУ блока подготовки газа полностью удовлетворяет заданным требованиям к системе автоматизации, а также имеет универсальный функционал, позволяющий в дальнейшем модернизировать САУ в соответствии с новыми требованиями к технологическому процессу в будущем. Ведь нефтегазовая отрасль, равно как и оборудование и методы автоматизации, развиваются большими темпами не только у нас в стране, но и во всем мире.

Список используемых источников

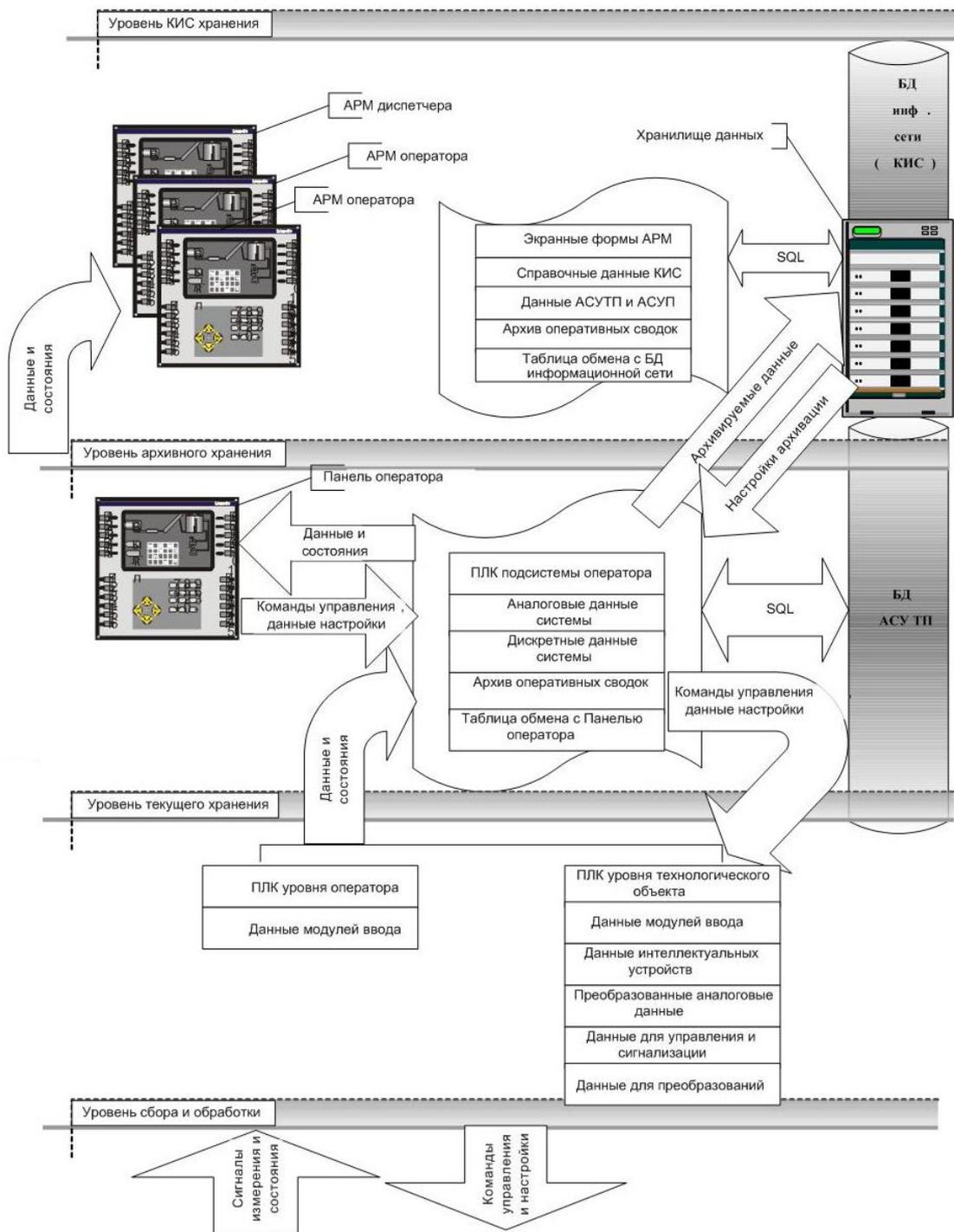
1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических 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



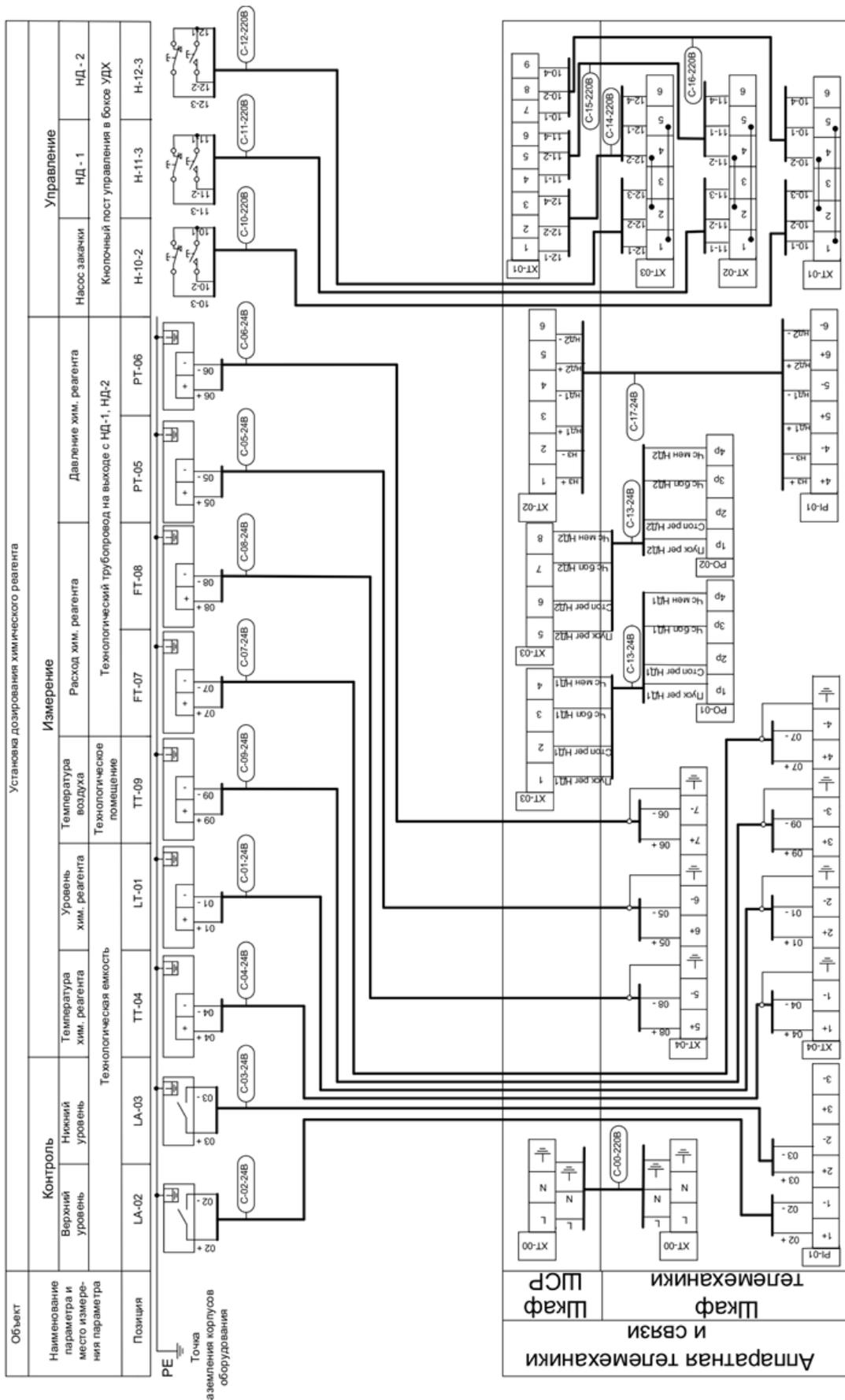
Приложение Г



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	м ³ /ч	4-20 мА	+	-	+	-
Расход реагента по линии НД-2	RHOD_REA_DZ2	0...1	м ³ /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 заправки	PUSK_RAB_ZK1	-	-	DO	-	-	-	-
Останов насоса заправки	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 заправки 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

