

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



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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование автоматизированной системы управления блочно-кустовой насосной станции

УДК 622.276.53.05-52:681.586:004.384

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Барамыков Илья Ильясovich		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Рудницкий В. А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Губин Владимир Евгеньевич	К.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой СУМ

_____ Губин Е В
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Барамыков Илья Ильясович

Тема работы:

Проектирование автоматизированной системы управления блочно-кустовой насосной станции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 18.04.2017 г., № 2751/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

09.06.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Описание технологического процесса 2 Выбор архитектуры АС 3 Разработка структурной схемы АС 4 Функциональная схема автоматизации 5 Разработка схемы информационных потоков АС 6 Выбор средств реализации АС 7 Разработка схемы соединения внешних проводок 8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 9 Разработка экранных форм АС
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio 2 Перечень входных/выходных сигналов ТП 3 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio 4 Схема информационных потоков 5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab 6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма 7 Дерево экранных форм 8 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта 9 Обобщенная структура управления АС 10 Трехуровневая структура АС

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

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

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СУМ	Рудницкий В. А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З–8Т22	Барамыков Илья Ильясович		

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов
и производств

Кафедра систем управления и мехатроники

Уровень образования – бакалавр

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

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
02.06.2017 г.	Основная часть	60
05.06.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
07.05.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата

Доцент кафедры СУМ	Рудницкий В. А.			
-----------------------	-----------------	--	--	--

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Пояснительная записка содержит 91 страниц машинописного текста, 26 таблиц, 16 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований, 8 приложений.

Объектом исследования является блочно-кустовая насосная станция.

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

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Mitsubishi Electric, с применением SCADA-системы Trace Mode 6.09.

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.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

БЛОЧНО-КУСТОВАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ,
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-РЕГУЛЯТОР,
ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР,
КОММУТАЦИОННЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ
КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

Содержание

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	9
Введение.....	11
1 Техническое задание.....	12
1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП.....	12
1.2 Требования к системе.....	13
1.3 Требования к техническому обеспечению.....	14
1.4 Требования к метрологическому обеспечению.....	17
1.5 Требования к надежности.....	18
1.6 Требования к электропитанию и электрозащите.....	18
1.7 Требования к программному обеспечению.....	18
1.8 Требования к информационному обеспечению.....	19
1.9 Требования к математическому обеспечению.....	19
2. Основная часть.....	20
2.1. Описание технологического процесса.....	20
2.2 Выбор архитектуры АС.....	20
2.3. Разработка структурной схемы АС.....	22
2.4 Функциональная схема автоматизации.....	23
2.5 Разработка схемы информационных потоков БКНС.....	24
2.6 Выбор средств реализации БКНС.....	26
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования БКНС.....	27
2.6.2 Выбор датчиков.....	29
2.6.3 Выбор исполнительных механизмов.....	38
2.6.4 Разработка схемы внешних проводок.....	43
2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС БКНС.....	44
2.6.6 Экранные формы АС БКНС.....	50
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	54
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	54

3.2 Анализ конкурентных технических решений.....	54
3.3 Технология QuaD.....	56
3.4 SWOT – анализ.....	58
3.5 Планирование научно-исследовательских работ.....	59
3.5.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	59
3.6 Разработка графика проведения научного исследования.....	60
3.7 Бюджет научно-технического исследования.....	63
3.7.1 Расчет материальных затрат.....	63
3.7.2 Расчет затрат на специальное оборудование.....	63
3.7.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	64
3.7.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	64
3.7.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	64
3.7.6 Накладные расходы.....	65
3.7.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	65
4 Профессиональная социальная безопасность.....	68
4.1 Анализ вредных и опасных факторов.....	68
4.2 Анализ выявленных вредных факторов.....	69
4.2.1 Повышенный уровень шума.....	69
4.2.3 Электромагнитное излучение.....	71
4.3 Анализ опасных факторов.....	72
4.3.1 Электробезопасность.....	72
4.4 Экологическая безопасность.....	74
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	76
4.5.1 Пожарная безопасность.....	76
4.6 Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	78
Заключение.....	80
Список используемых источников.....	81

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Обозначения и сокращения

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

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

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

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

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КИПиА– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

Введение

Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли является одним из прогрессирующих направлений в области автоматизации. Под автоматизацией понимается применение комплекса аппаратно-технических средств, экономико-математических средств, систем управления, которые частично освобождают человека от участия в повторяющихся или циклических процессах, или от иного труда. В выпускной квалификационной работе будет рассмотрена автоматизация системы управления блочно-кустовой насосной станции (БКНС). Для этого в первую очередь составляется техническое задание, согласно, которому рассматривается технологический процесс работы БКНС, структура автоматизированной системы, идет подбор комплекса аппаратно-технических средств, реализация алгоритмов, подбор и реализация программного обеспечения, а также моделирование самого технологического процесса.

Целями выпускной квалификационной работы являются умение выполнять проекты автоматизированной компьютерной системы управления, выбирать и использовать технические и программные средства, математический аппарат и программное обеспечение при проектировании автоматизированных систем управления SCADA. Знание физических основ работы устройств АС, протоколов и интерфейсов систем автоматизации технологических процессов, требований ГОСТ по разработки технической документации проектов АС. Получение профессиональных навыков при разработке конструкторско-технической документации в электронной форме и использовании интернет ресурсов для поиска проектных решений.

1 Техническое задание

Настоящее техническое задание описывает задачу создания автоматизированной системы управления технологическими процессами блочно-кустовой насосной станции (БКНС).

Основанием для выполнения работ по теме является задание на выполнение по созданию АСУ ТП БКНС.

1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП

АСУ ТП БКНС предназначена для:

- Для стабилизации [заданных режимов технологического процесса](#) путем контроля технологических [параметров](#), визуального [представления](#), и выдачи управляющих [воздействий](#) на [исполнительные](#) механизмы, как в [автоматическом](#) режиме, так и в [результате действий](#) технолога - [оператора](#);
- Для определения [аварийных ситуаций](#) на технологических узлах путем опроса подключенных к системе [датчиков](#) в автоматическом режиме, [анализа](#) измеренных [значений](#), и переключения технологических узлов в [безопасное состояние](#) путем выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы в автоматическом режиме, или по инициативе [оперативного](#) персонала.
- Для поддержания пластового давления в продуктивных пластах нефтяных месторождений методом закачивания пресной, пластовой и сточной воды (полимеров) в пласт;
- Для перекачивания нефтепродуктов (после газовой сепарации);
- Для перекачивания жидкостей (загрязненной воды, нефтяных эмульсий и др.)
- Для автоматизированного контроля и управления в реальном масштабе.

Основные цели системы:

- Стабилизация [эксплуатационных показателей](#) технологического [обору](#)

- дования и режимных параметров технологического процесса;
- Увеличение выхода товарной продукции;
- Уменьшение материальных и энергетических затрат;
- Выбор рациональных технологических режимов с учетом показаний промышленных анализаторов, установленных на потоках, и оперативной корректировки режима по данным лабораторных анализов;
- Улучшение качественных показателей конечной продукции;
- Предотвращение аварийных ситуаций.

1.2 Требования к системе

Информационно-управляющая система БКНС должна проектироваться как открытая иерархическая распределенная система с использованием стандартных протоколов межуровневого обмена.

Для осуществления выбора структуры информационно-управляющей системы, аппаратно-технического комплекса, а именно контроллеров, датчиков и исполнительных механизмов должен быть реализован на основе альтернатив, с технико-экономическим обоснованием.

Комплекс аппаратно-технических средств должен иметь сертификаты Госстандарта РФ. Должна быть предусмотрена автономная работа всей системы на всех уровнях иерархии. Всевозможные сбои, отключения каналов контроля и измерения параметров, определяющих взрывоопасность объекта, а также любые изменения системы защиты должны фиксироваться системой. Обязателен учет и ведение статистики всех тревог и аварий.

Предусмотреть возможность аварийной остановки технологического процесса по физическим каналам.

На всех уровнях системы должна быть обеспечена защита от несанкционированного доступа к ее функциям и информации с помощью паролей, определяющих права доступа, ключей или других способов.

1.3 Требования к техническому обеспечению

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от минус 40°C до плюс 60°C и влажности не менее 60% при температуре 35°C.

Система должна иметь возможность наращивания, модернизации и развития системы, должен быть предусмотрен резерв по каналам ввода/вывода не менее 20%.

В ходе технологического процесса необходим контроль следующих параметров:

Давление, МПа:

- избыточное давление на входе и выходе насосов;
- дифференциальное давление на фильтрах входа насосов и маслосистемы;
- избыточное давление газа в сепараторе;
- избыточное давление масла в маслосистеме насосов и электродвигателей;

Расходы воды, м³/ч:

- на выходе и входе КНС;
- на выходе из насосов;

Уровень, мм:

- уровень воды в сепараторе;
- уровень масла в маслобаках;
- уровень конденсат в дренажной емкости;

Температура, °С:

- температура подшипников насоса;
- температура подшипников электропривода насоса;
- температура масла в маслосистеме.

И прочие:

- нагрузка на электродвигатель;

Опрос показаний датчиков, а также состояние контролируемых параметров не должно превышать 2 секунд, при этом учесть, что время реагирования на события, должно соответствовать времени опроса датчика, т.е. не более 2 секунд.

Все средства измерений должны иметь унифицированный токовый сигнал 4-20 мА.

Для реализации [сбора](#) и обработки информации в составе подсистем управления должны быть предусмотрены модули:

- Ввода сигналов 4-20 мА;
- Ввода сигналов 4-20 мА со встроенными барьерами искрозащиты;
- Входа милливольтовых сигналов со встроенными барьерами искрозащиты;
- Ввода дискретных сигналов;
- Ввода по [протоколу](#) RS-422/RS-485 от периферийных микропроцессорных устройств.

[Вывод](#) управляющих [воздействий](#), рассчитанных по [законам регулирования](#), должен осуществляться через модули вывода аналоговых токовых сигналов на электропневмопозиционеры, установленные на пневматических исполнительных механизмах.

Вывод дискретных управляющих воздействий и блокировок для управления электрооборудованием выполняется через модули вывода дискретных сигналов.

Все измерительные средства системы, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. Все датчики должны быть оснащены искробезопасными цепями. Предусмотреть работу датчиков в агрессивных средах, использовать коррозионностойкие материалы для чувствительных элементов.

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

модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

Исполнительные механизмы (ИМ) дополнительно должны иметь ручной привод и указатели крайних положений, устанавливаемые непосредственно на самих ИМ, а также устройства для ввода этой информации в систему с целью сигнализации состояния ИМ.

Системное ПО должно обеспечивать выполнение всех функций ИУС. На первом уровне это должна быть операционная система реального времени, временные характеристики и коммуникационные (сетевые) возможности которой удовлетворяют требованиям конкретного применения.

На втором и третьем уровнях это должна быть сетевая операционная система с развитыми средствами поддержки баз данных реального времени и графического интерфейса пользователя. Операционные системы всех уровней ИУС должны иметь стандартные открытые сетевые протоколы обмена данными.

Инструментальное ПО должно обеспечивать выполнение функций конфигурирования (настройки) базового прикладного ПО и создание специального прикладного ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

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

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня ИУС (опрос, измерение, фильтрация,

визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

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

1.4 Требования к метрологическому обеспечению

На стадии внедрения должна производиться метрологическая аттестация измерительных каналов системы и метрологических характеристик в целом в соответствии с ГОСТ 8009-85.

В измерительные каналы системы входят следующие компоненты: датчики, преобразователи, устройства связи с объектом (контроллеры), линии связи, программное обеспечение.

Датчики должны иметь следующие метрологические характеристики:

Погрешность средства измерения:

- Датчик избыточного давления не более $\sigma=0,25\%$;
- Датчик дифференциального давления не более $\sigma=0,25\%$;
- Датчик уровня не более $\sigma=0,5\%$;
- Датчик температуры не более $\sigma=0,3\%$;
- Датчик расхода не более $\sigma=0,5\%$;

Межповерочный интервал:

- Датчик избыточного давления не менее 3 лет;
- Датчик дифференциального давления не менее 3 лет;
- Датчик уровня не менее 3 лет;
- Датчик температуры не менее 3 лет;
- Датчик расхода не менее 3 лет;

Диапазон измерений:

- Датчик избыточного давления от 1 до 25 МПа;
- Датчик дифференциального давления от 1 до 25 МПа;
- Датчик уровня от 0 до 1000 мм;
- Датчик температуры от минус 100 до 300 °С;
- Датчик расхода от 0 до 50 м³/ч;

1.5 Требования к надежности

Надежность выполнения основных функций системы должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) средняя наработка на отказ: не менее 5000 часов;
- 2) средний срок службы: не менее 8 лет;
- 3) возможность теплого и горячего резервирования;

1.6 Требования к электропитанию и электрозащите

Питание ПТК ИУС на всех уровнях должно соответствовать требованиям правил устройств электроустановок ПУЭ и использовать подключение к сети электропитания по схеме "звезда" и к общей сети заземления.

Элементы ПТК должны сохранять работоспособность при следующих параметрах питающей сети: напряжение: 220 В + 10% – 15%; частота: 50 Гц + 1% – 1 %.

Переход с основного источника питания на резервный и обратно должен осуществляться автоматически без потери работоспособности системы.

ПТК ИУС должны отвечать требованиям безопасности. Внешние элементы приборов, находящихся под напряжением, должны иметь защитное заземление [1].

1.7 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение должно быть совместимым с существующими на объектах эксплуатации ПО.

Программное обеспечение должно быть на русском языке, иметь простой интерфейс, обладать защитными функциями в виде паролей. Программное обеспечение должно иметь возможность создавать и вести базу данных по технологическим параметрам системы, создание мнемосхем и визуализация состояния всего технологического процесса, так и отдельных объектов системы.

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики).

Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту ИЕС 61131-3.

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

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

1.8 Требования к информационному обеспечению

По результатам проектирования должны быть представлены:

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

В состав информационного обеспечения должны входить:

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

1.9 Требования к математическому обеспечению

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

2. Основная часть

2.1. Описание технологического процесса

Автоматизированная блочная кустовая насосная станция (АБКНС) предназначена для закачки воды в продуктивные пласты нефтяных месторождений. БКНС обычно поставляется в виде отдельных блок-боксов, изготовленных в заводских условиях и поставляемых к месту строительства. Работа БКНС осуществляется следующим образом: вода по приёмному коллектору через задвижки и фильтры, на которых задерживаются механические примеси, поступает на вход насосных агрегатов. Пройдя насосные агрегаты, жидкость под давлением 21 МПа по напорному трубопроводу, через счётчики воды, обратные клапаны и задвижки, поступает в напорный коллектор. Через обратные клапаны и задвижки отводящих водоводов блока коллекторов жидкость направляется к нагнетательным скважинам. БКНС обычно включает в себя группу однотипных насосов. Для обеспечения смазки и охлаждения подшипников основных насосных агрегатов предусмотрены индивидуальные системы смазки для каждого насоса. Подача масла к подшипникам электродвигателей осуществляется следующим образом: масло из маслобака, по приёмному трубопроводу, поступает на вход насосного агрегата. Пройдя насосный агрегат, масло под давлением по напорному трубопроводу, через маслоохладители поступает к подшипникам электродвигателей. От подшипников электродвигателей масло самотёком, через вентили, сливается в маслобак. Охлаждение масла – воздушное.

Функциональная схема приведена в приложении А.

2.2 Выбор архитектуры АС

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Под профилем понимается набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи. Основными целями применения профилей являются:

– снижение трудоемкости проектов АС;

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

Профили АС включают в себя следующие группы:

- профиль прикладного программного обеспечения;
- профиль среды АС;
- профиль защиты информации АС;
- профиль инструментальных средств АС.

В роли профиля будет выступать прикладное ПО, а именно SCADA-система Trase Mode 6.09. Профиль среды автоматизированной системы будет базироваться на операционной системе Windows 10.

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

- внешняя среда;
- платформа сервисов;
- прикладное ПО.

Уровни связываются (взаимодействуют) между собой через интерфейсы.

Внешней средой АС является полевой уровень АС.

Платформа сервисов предоставляет сервисы классов API и EEI через соответствующие интерфейсы.

Верхний уровень (прикладное ПО) включает в себя SCADA-системы, СУБД и НМИ.

Наиболее актуальными прикладными программными системами АС являются открытые распределенные АС с архитектурой клиент-сервер. Для решения задач взаимодействия клиента с сервером используются стандарты OPC. Суть OPC сводится к следующему: предоставить разработчикам промышленных программ универсальный интерфейс (набор функций обмена данными с любыми устройствами АС).

В качестве связи SCADA с датчиками и исполнительными устройствами используется унифицированный токовый сигнал 4–20 мА. Для передачи данных будем использовать RS-485, RS-232, Ethernet, TCP/IP.

2.3. Разработка структурной схемы АС

Структурная схема автоматизированной системы будет основана на трехуровневой иерархической системе. Трехуровневая структурная схема АС приведена в приложении Б.

Нижний уровень системы представляет собой первичные средства измерений. Полевой уровень разрабатываемой системы будет состоять из следующих датчиков:

- датчики избыточного давления;
- датчики дифференциального давления;
- датчики температуры;
- датчики уровня;
- датчики расхода;
- датчик положения;

Средний (контроллерный) уровень представляет собой контроллерное оборудование. Программируемые логические контроллеры, выполняющие функцию сбора информации, ее обработки, выдачу воздействий на исполнительные механизмы, хранение и отправку информации на верхний уровень. Контроллеры устанавливаются в пылевлагозащищенный шкаф, датчики и исполнительные механизмы подключаются при помощи модулей ввода/вывода через защищенный кабельный ввод и барьер искрозащиты.

К верхнему уровню относятся компьютеры и сервера базы данных, которые объединены в локальную сеть Ethernet. Верхний уровень выполняет функции. В нашей системе использована SCADA-система Trace Mode 6.09.

Верхний уровень представлен АРМ оператора:

Персональный компьютер:

- монитор 21 дюйм;

- клавиатура;
- мышь;
- видеосервер;
- ИБП;

Программное обеспечение:

- Excel;
- Trace Mode 6.09;
- OPC сервер;
- Драйвер RS-485;
- Драйвер АС4;
- Modbus RTU;

Обобщенная структура управления АС приведена в приложении В.

2.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов [1].

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме автоматизации изображаются системы автоматического контроля, регулирование, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок [1]. Функциональная схема представлена в приложении Г.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

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

В данной работе функциональная схема автоматизации разработана 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» [13, 14]. Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ANSI/ ISAS5.1 и приведена в приложении Д.

2.5 Разработка схемы информационных потоков БКНС

Схема информационных потоков, которая приведена в приложении Е, включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

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

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

- избыточное давление на входе насосов;
- избыточное давление на выходе насосов;
- дифференциально давление на фильтрах;
- уровень конденсата в дренажной емкости;
- расход воды на входе/выходе КНС;
- температура подшипников;
- температура масла.

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

AAA_BBB_CCCC_DDDDD,

где

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

- DAV – давление;
- TEM – температура;
- RAS – расход;
- URV – уровень;
- REG – управляющий сигнал;
- BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
 - VHD – входной трубопровод;
 - VYH – выходной трубопровод;
 - DVG – двигатель;
 - KNS – КНС;
 - SEP – сепаратор;
 - MAS – маслосистема;
- CCCC – уточнение, не более 4 символов:
 - NEFT – нефть;
 - MASL – масло;
 - VODA – вода;
 - GAZ – газ;
- POD – подшипник;
 - DDDDD – примечание, не более 5 символов:
 - RAB – рабочий диапазон;
 - AVRH – верхняя аварийная сигнализация;
 - AVRL – нижняя аварийная сигнализация;
 - PRDH – верхняя предупредительная сигнализация;
 - PRDL – нижняя предупредительная сигнализация.

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

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Кодировка сигналов в SCADA-системе

Кодировка	Расшифровка кодировки
DAV_VHD_WORK_VOD	Давление воды на входе насосов
DAV_VYH_WORK_VOD	Давление воды на выходе насосов
URV_SEP_WORK_VOD	Уровень воды в сепараторе
URV_MAS_WORK_MASL	Уровень масла в маслобаках маслосистемы
RAS_VHD_WORK_VOD	Расход воды на входе в КНС
RAS_VYH_WORK_VOD	Расход воды на выходы КНС
TEM_DVG_WORK_POD	Температура подшипников электропривода
TEM_MAS_WORK_MASL	Температура масла в маслосистеме

На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате Excel. Генерация отчетов выполняется по следующим расписаниям:

- каждый четный / нечетный час (двухчасовой отчет);
- каждые сутки (двухчасовой отчет в 24.00 каждых суток);
- каждый месяц;
- по требованию оператора (оперативный отчет).

Отчеты формируются по заданным шаблонам:

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

2.6 Выбор средств реализации БКНС

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

Программно-технические средства АС БКНС включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют

электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования БКНС

Для выбора контроллера произведем оценку следующих видов ПЛК:

- Schneider Electric Modicon M238;
- Mitsubishi Electric;
- ОВЕН ПЛК 110;

Для нашей системы достаточно использовать Mitsubishi Electric, так как по функциональным возможностям, надежности, возможностью наращивания не уступает Schneider Electric Modicon M238, однако стоимость его ниже, при этом данный вид контроллера уже имеет практическое применение в данном типе автоматизации, в отличие от ОВЕН ПЛК110, который уступает по надежности, модулям ввода/вывода, хотя его стоимость намного ниже.

Для выполнения задач, связанных с контролем и управлением процессом на БКНС, при разработке системы автоматического регулирования (САР), было выбрано семейство контроллеров фирмы Mitsubishi Electric, MELSEC L (рисунок 3), исходя из таких параметров, как:

- затраты, связанные на внедрение, освоение и техническую поддержку контроллера;
- надежность, которая складывается из: отсутствия отказов (рекламаций), востребованности контроллеров в отраслях промышленности РФ, востребованности контроллеров в отраслях мировой экономики.
- обмен данными: поддержка стандартных сетевых протоколов и форматов данных, производительность;
- удобство работы, то есть универсальность и наличие стандартных языков математического описания данных и процессов.



Рисунок 1 – Mitsubishi Electric, MELSEC L

Mitsubishi Electric, MELSEC L – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации средней степени сложности.

Модульная конструкция MELSEC L, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. .

Все модули работают с естественным охлаждением.

Технические характеристики процессорного модуля L02SCPU приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики процессорного модуля L02SCPU

Параметры	Значение
Способ управления	Циклическое выполнение сохранённой программы
Адреса ввода-вывода	1024/8192
Языки программирования	Функциональный блок, язык релейных схем, MELSAP3(SFC), MELSAP-L, структурированный текст (ST), логический символический язык

Основные скорости обработки операций	60нс
Размер программы (кол-во шагов)	20к

Продолжение таблицы 2

Объём памяти	Память программы, байты	80к
	Стандартная RAM, байты	128к
	Стандартная ROM, байты	512к
Встроенные функции	Встроенные входы/выходы	16 входов (24 В пост.т.) /8выходов (5-24 В пост.т., 0.1 А на канал)
	Регистрация данных	10 настроек регистрации данных (для каждой можно задать 32-4832 Кб)
	Интерфейс связи	RS232, USB
	Подключение CC-Link	–
Таймер (Т)		2048
Счётчик (С)		1024
Relay (М)		8192
Максимальное кол-во подключаемых модулей		Базовый блок: 10модулей, Блок расширения: 11модулей
Вес, кг		0,32
Размеры (ШхВхГ), мм		70х90х95

2.6.2 Выбор датчиков

2.6.2.1 Выбор расходомера

В качестве расходомеров рассмотрим кориолисовые расходомеры:

- Метран 360;
- Micro Motion F24;
- Yokogawa Rota Mass 3;

Сравнение расходомеров приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение кориолисовых расходомеров

Параметр	Метран 360	Kobold DMH-R	Yokogawa Rota Mass 3
Погрешность измерения	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,1$
Выходной сигнал	4-20 мА + HART	4-20 мА + HART	4-20 мА + HART
Межповерочный интервал	4 года	4 года	4 года
Средний срок службы	18 лет	12 лет	12 лет
Степень защиты	IP68	IP68	IP68
Среднее время наработки на отказ	10 000 ч	10 000 ч	10 000 ч
Цена	184 740	287 000	327 452

В итоге выбран расходомер Kobold DMH-R (рисунок 4), так как затраты на внедрение и обслуживание намного ниже чем у других вариантов, при этом он удовлетворяет нас по степени защиты, диапазону температур, классу точности, выходному сигналу 4-20 мА, подходит для агрессивных сред.

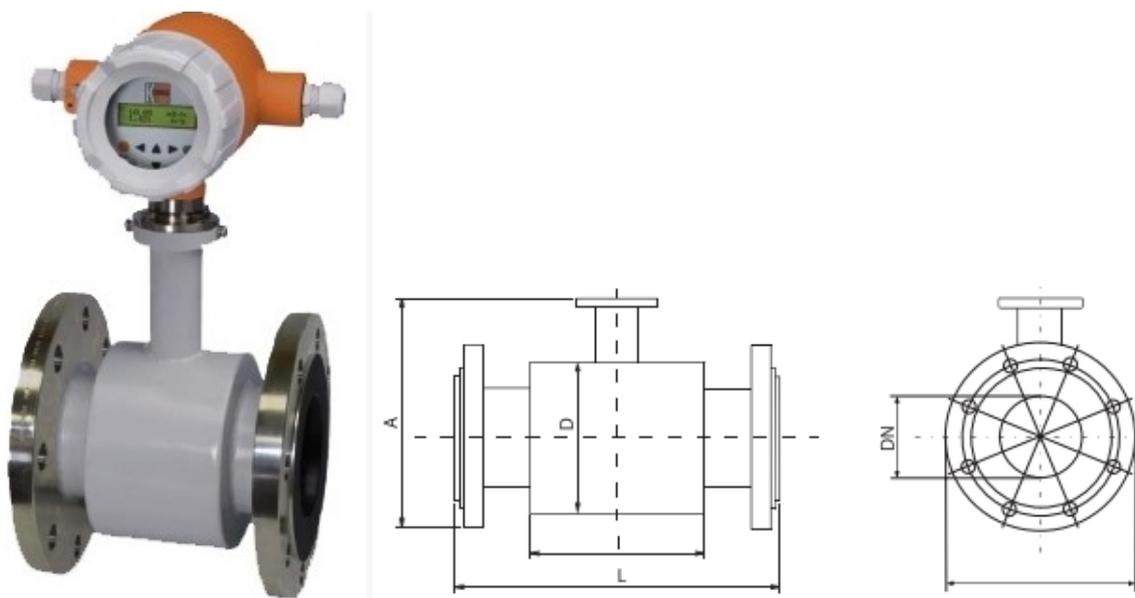


Рисунок 4 – расходомер KOBOLD DMH-R

Опросный лист для расходомеров

* - поля, обязательные для заполнения

Общая информация						
Предприятие*: ТПУ			Дата заполнения:			
Контактное лицо*: Барамыков			Тел/факс*:			
Адрес*:			E-mail:			
Опросный лист №:		Позиция по проекту:		Количество*:		
Информация об измеряемой среде						
Измеряемая среда*:		Фазовое состояние*: <input type="checkbox"/> газ <input checked="" type="checkbox"/> жидкость <input type="checkbox"/> пар				
Полный состав в молярных долях (для природного, попутного газа или смеси)*	Метан CH ₄	___%	i-Пентан C ₅ H ₁₂	___%	Гелий He	___%
	Азот N ₂	___%	n-Пентан C ₅ H ₁₂	___%	Аргон Ar	___%
	Диоксид Углерода CO ₂	___%	n-Гексан C ₆ H ₁₄	___%	Вода H ₂ O	___%
	Этан C ₂ H ₆	___%	n-Гептан C ₇ H ₁₈	___%	Сероводород H ₂ S	___%
	Пропан C ₃ H ₈	___%	n-Октан C ₈ H ₁₈	___%	Водород H ₂	___%
	i-Бутан C ₄ H ₁₀	___%	n-Нонан C ₉ H ₂₀	___%	Оксид Углерода CO	___%
n-Бутан C ₄ H ₁₀	___%	n-Декан C ₁₀ H ₂₂	___%	Кислород O ₂	___%	
Для природного, попутного газа или смеси плотность при стандарт. усл. (20° С и 101,325 кПа-абс)*: _____ кг/м ³						
Информация о процессе						
Измеряемый расход*	Мин <u>200</u>	Ном <u>500</u>	Макс <u>1000</u>	<input type="checkbox"/> м ³ /ч (в рабочих условиях) <input type="checkbox"/> м ³ /ч (приведенный к стандартным условиям) <input checked="" type="checkbox"/> кг/ч, <input type="checkbox"/> т/ч прочие единицы		
Давление избыточное*	Мин _____	Ном _____	Макс _____	<input type="checkbox"/> кгс/см ² <input type="checkbox"/> МПа <input type="checkbox"/> кПа		
Температура среды*	Мин <u>+10</u>	ном <u>+30</u>	Макс <u>+55</u>	° С		
Плотность*	Мин _____	Ном _____	Макс _____	кг/м ³		
Вязкость*	Мин _____	Ном _____	Макс _____	<input type="checkbox"/> сП <input type="checkbox"/> сСт		
Информация о трубопроводе в месте установки расходомера						
Внутренний диаметр трубопровода (указать точно)*: <u>190</u> мм Толщина стенки: <u>10</u> мм Материал (марка стали): _____						
Ориентация трубопровода*: <input checked="" type="checkbox"/> горизонтальный; <input type="checkbox"/> вертикальный (направление потока: <input type="checkbox"/> вверх <input type="checkbox"/> вниз)						
Длины прямых участков трубопровода в месте установки: до расходомера <u>5</u> м; после расходомера _____ м						
Местные сопротивления до расходомера (одиночное колено, группа колен в одной плоскости /разных плоскостях, задвижка полнопроходная/неполнопроходная, сужение/расширение трубопровода)				_____ 35		
Требования к исполнению расходомера						
На выходе расходомера требуется получать расход в*:			<input type="checkbox"/> м ³ /ч (в рабочих условиях) <input type="checkbox"/> м ³ /ч (приведенный к стандартным условиям) <input checked="" type="checkbox"/> кг/ч, <input type="checkbox"/> т/ч прочие единицы			
Основная относительная погрешность измерения расхода не более <u>0,5</u> %			Температура окружающей среды: от <u>-40</u> до <u>+50</u> °С			
Исполнение по взрывозащите: <input type="checkbox"/> без взрывозащиты <input checked="" type="checkbox"/> взрывонепр. оболочка <input checked="" type="checkbox"/> искробезопасная цепь						
Эксплуатация расходомера: <input type="checkbox"/> отдельно <input type="checkbox"/> в составе узла учета (тип: <input type="checkbox"/> коммерческий <input type="checkbox"/> технологический)						
Желаемый монтаж преобразователя и первичного сенсора: <input type="checkbox"/> интегральный <input type="checkbox"/> удаленный (импульсные линии)						
Дополнительное оборудование, аксессуары, услуги						
<input checked="" type="checkbox"/> ЖК-индикатор		<input checked="" type="checkbox"/> встроенный <input type="checkbox"/> автономный цифровой индикатор				
<input type="checkbox"/> Вентильный блок		<input type="checkbox"/> трехвентильный <input type="checkbox"/> пятивентильный				
<input type="checkbox"/> Возможность монтажа/демонтажа без сброса давления в трубопроводе (при невозможности остановки тех. процесса)						
<input type="checkbox"/> Клеммный блок с защитой от переходных процессов						
<input type="checkbox"/> Импульсные линий _____ мм		<input type="checkbox"/> под сварку <input type="checkbox"/> резьбовые				
<input checked="" type="checkbox"/> Коммуникационные средства		<input checked="" type="checkbox"/> HART-коммуникатор <input type="checkbox"/> ПО «Помощник инженера»				
<input checked="" type="checkbox"/> HART-конвертор 333 (3 дополнительных сигнала 4-20 мА)		<input type="checkbox"/> Wireless HART (беспровод.)				
<input type="checkbox"/> Другое (указать) _____		<input type="checkbox"/> шеф-надзор				

Расходомер фирмы KOBOLD серии DMH-R (EP-R) предназначен для измерения и контроля объёмного расхода жидкостей, суспензий, паст и других электропроводящих материалов без потери давления.

Когда электропроводящая среда проходит через направленное магнитное поле, то, в соответствии с законом индукции Фарадея, возникает электрическое напряжение.

Величина этого напряжения пропорциональна средней скорости потока, а, следовательно, и объёмному расходу.

Расходомер состоит из датчика, который улавливает сигнал, порожденный возникшим напряжением, и преобразователя, который преобразует его в стандартный выходной сигнал (4-20 мА или пульсация). Преобразователь может быть прикреплен к датчику или установлен отдельно.

Давление, температура, плотность и вязкость не оказывают влияния на результаты измерения расхода. Следует избегать твердых частиц и пузырьков газа.

Отличительные особенности серии DMH-R (EP-R):

- большой выбор материала оболочки
- электроды из нержавеющей стали, хастелоя, тантала или платины
- широкий ассортимент соединений
- возможность эксплуатации в неблагоприятных условиях окружающей среды

2.6.2.2 Выбор датчиков давления

Для задачи измерения давления проведем сравнительный анализ следующих датчиков:

1. Сапфир-22М;
2. Rosemount 3051С;
3. КВАРЦ-2;
4. Метран -44 Ех-ДД;
5. Метран серии 3051.

Результаты сравнения сведены в таблицу 7.

Таблица 4 – Обзор датчиков давления

Критерии выбора	Сапфир-22М	Метран -44 Ех-ДД	PAD RKobold
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазоны пределов измерений	-	0–6МПа	0–13,8МПа
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,25%	0,075%
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА на базе HART	4–20мА на базе HART
Температура окружающей среды	-50 +80 °С	-40 +70 °С	-40 +120 °С
Наличие ЖКИ	нет	да	да
Срок службы	12 лет	12 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	-	IP65	IP65

В результате анализа был выбран датчик давления Kobold PAD-R (Рисунок 5) от фирмы Kobold, потому что он имеет аналоговый выход 4-20 мА с протоколом HART в отличие от САПФИР-22М, подходит для работы с агрессивными нефтяными средами в нужном диапазоне температур.

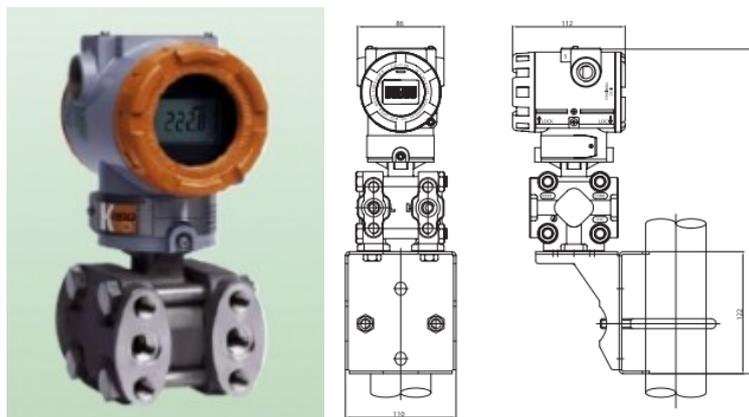


Рисунок 2 – Kobold PAD-R

Датчик дифференциального давления PAD-R фирмы Kobold является высокоэффективным датчиком с микропроцессором. Датчик имеет гибкую

систему калибровки давления и выхода, автоматическую систему компенсации температуры окружающей среды и переменной процесса, поддерживает коммуникацию по HART® протоколу, характеризуется оптимальным сочетанием разных параметров. Датчик дифференциального давления характеризуется широким спектром сфер применения - его можно использовать для измерения давления, потока, уровня. Все поступающие на сенсор данные обрабатываются и сохраняются в EEPROM. Датчик давления модели PAD-R-F производства Koblod предназначен также и для измерения потока. В данной модификации датчик имеет суммирующую функцию, что позволяет не только определять скорость потока, но и вычислять суммированный поток. Датчик измеряет скорость потока, используя дифференциальное давление без учета компенсации температуры и статического давления. По внешнему виду датчик PAD-R-F не отличается от стандартного датчика модели PAD,-R но имеет другой терминальный блок с двумя дополнительными терминалами для считывания импульсного выхода. Технические характеристики датчика давления Koblod PAD-R приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики датчика давления Koblod PAD-R

Измеряемые среды	газ, жидкость, нефтепродукты
Рабочая температура	– 40 ... + 120 °С
Диапазон измерения	0.75 – 413.7 бар
Основная приведенная погрешность	±0.075 % калиброванного диапазона (опционально: ±0.04 % калиброванного диапазона)
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола

2.6.2.3 Выбор датчика температуры

Для измерения температуры проведем сравнительный анализ следующих датчиков:

- Метран ТСМУ-274;
- Метран ТСМУ-55;

- WIKA TR10-F;
- Метран-241.

Результаты сравнения сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Обзор датчиков температуры

Критерии выбора	Метран ТСМУ-274	Метран ТСМУ-55	WIKA TR10-F	Метран-241
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Малогобаритные подшипники и поверхности твердых тел
Диапазон измеряемых температур	-50 +180 °С	-50 +150	-200 +600 °С	-40...200 °С
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,25%	0,1%	0,75%
Потребляемая мощность	Не более 0,5Вт	0,5	-	-
Выходной сигнал	4–20мА+HART	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА
Взрывозащищенность	ExdIICT6	ExdIICT6	EExiaIICT6	ExdeIICT6
Срок службы	5 лет	5 лет	5 лет	5 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP65	-	IP67	IP5х

Для измерения температуры нефти в корпусе насосного агрегата выберем датчик фирмы WIKA TR10-F. Термометры сопротивления данной серии предназначены для установки в емкостях и трубопроводах. Возможны стандартные фланцы по DIN EN или ASME. Эти датчики температуры предназначены для жидких и газообразных сред в условиях умеренной механической нагрузки. Модель TW40 гильзы имеет полностью сварную конструкцию и ввинчивается прямо в соединительную головку. При использовании в химически агрессивных средах рекомендуется специальное покрытие или твердое износостойкое покрытие в случае использования в абразивных средах.

- Диапазон применения от - 200 до + 600°C
- Составная защитная гильза модель TW40 включена
- Подпружиненная измерительная вставка (сменная)
- Взрывозащищенные исполнения Ex i и NAMUR NE24

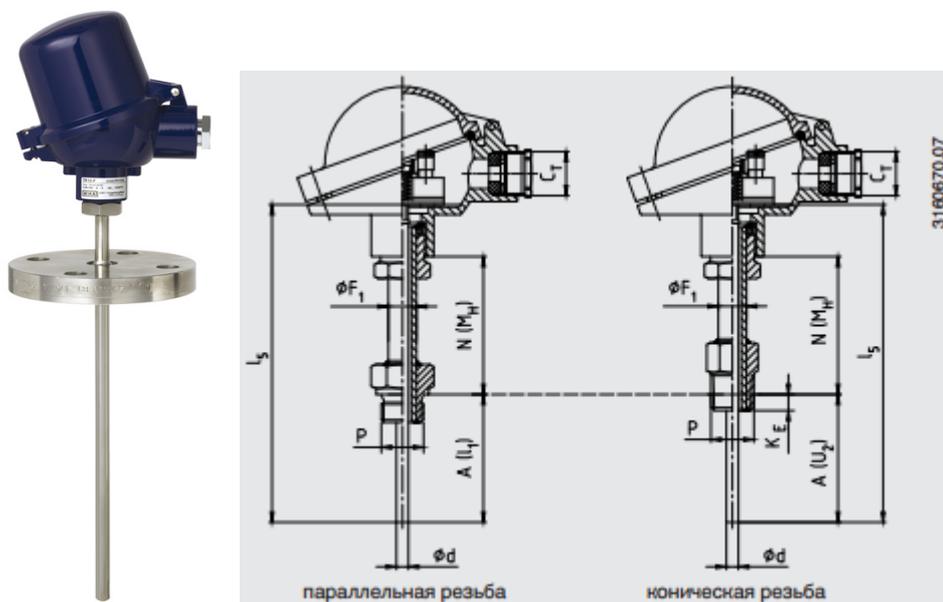


Рисунок 6 – датчик температуры WIKА TR10-F

2.6.2.4 Выбор уровнемера

Для задачи измерения давления проведем сравнительный анализ следующих датчиков:

- KRONHE BM-100 A;
- Метран-УЛМ-11;
- ДУУЗ–01;
- сапфир-22ДУ.

Сравнение уровнемеров приведено в таблице 7.

Таблица 7 – Обзор уровнемеров

Критерии выбора	ДУУЗ–01	Сапфир 22ДУ	Метран-УЛМ-11	KRONHE BM-100 A
-----------------	---------	-------------	---------------	-----------------

Измеряемые среды	Жидкость	Жидкость	Жидкость, сыпучие продукты	Жидкость, сжиженный газ
Диапазон измеряемых уровней	0–4000 мм	600–2500 мм	600–30000 мм	0–46000 мм
Предел допускаемой погрешности	±0,25%	±0,5%	±0,005%	±0,01%
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	ExibIIВТ5	ExdIIВТ4	ExdIIВТ6	ExibIIВТ6-Т3

Продолжение таблицы 7

Температура окружающей среды	-45 +75 °С	-50 +50 °С	-50 +50 °С	-40 +85 °С
Срок службы	10	10	20 лет	-
Возможность измерения уровня раздела двух жидкостей	да	да	нет	да
Метод измерения	Контактный	Контактный	Бесконтактный	Бесконтактный

В качестве уровнемера будем использовать датчик Сапфир 22 ДУ, так как он более экономичен, для нашей системы не требуется повышенных требований к погрешности измерения уровня, а также внедрение и обслуживание является более ресурсосберегающим, относительно других датчиков.

Преобразователи Сапфир 22 ДУ предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами, в том числе, со взрывоопасными условиями производства и обеспечивают непрерывное преобразование значения измеряемого параметра – уровня жидкости или уровня границы раздела жидких фаз как нейтральных, так и агрессивных сред — в стандартный токовый выходной сигнал дистанционной передачи. Преобразователи предназначены для контроля сред, не содержащих

компонентов, конденсат паров которых замерзает при температуре окружающего воздуха, возможной в процессе эксплуатации.

При изменении измеряемого уровня происходит изменение гидростатической выталкивающей силы, действующей на чувствительный элемент – боек. Это изменение через рычаг передается на тензопреобразователь, размещенный в измерительном блоке, где линейно преобразуется в изменение электрического сопротивления тензорезисторов. Преобразователь преобразует это изменение сопротивления в токовый выходной сигнал. Гидравлический демпфер, внутренняя полость которого заполнена вязкой жидкостью, сглаживает колебания. Электронный блок позволяет получить: – линейно возрастающие характеристики выходного сигнала; – переключаемые различные токовые выходные сигналы; – контрольный сигнал "ТЕСТ", на специальных контактах клеммной колодки.

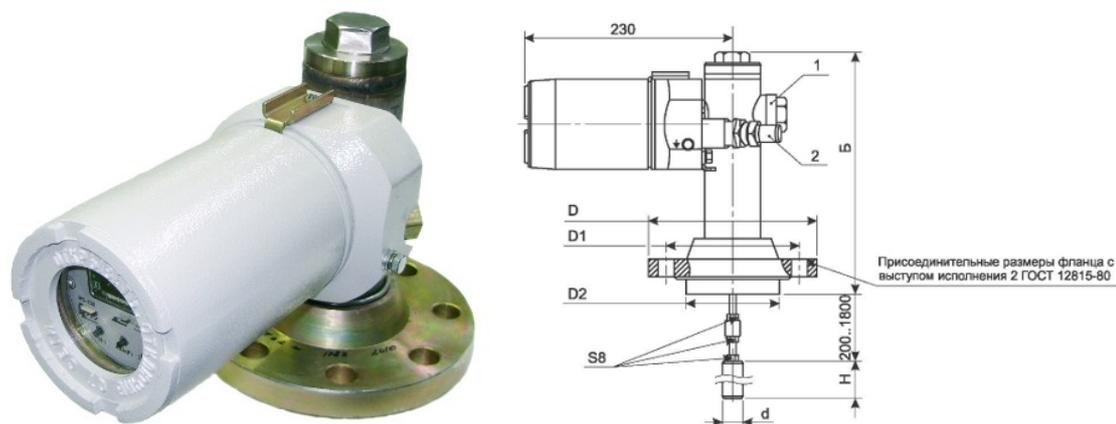


Рисунок 7– Датчик уровня Сапфир ДУ 22

2.6.3 Выбор исполнительных механизмов

2.6.3.1 Выбор регулирующего клапана

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

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

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

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

В качестве исполнительного механизма для регулирования расхода нефти будем использовать клапан с электроприводом (рисунок 8).



Рисунок 8 – клапан с электроприводом

Регулятор расхода и клапан, регулирующий относятся к регулирующей арматуре, предназначенной для управления параметрами рабочей среды на определенном участке технологической системы или трубопровода. Они состоят из двух функционально связанных частей: регулирующего клапана, непосредственно воздействующего на поток проходящей рабочей среды путем изменения её пропускной способности и исполнительного механизма, создающего управляющее воздействие на регулирующий орган.

Для выбора клапана необходимо в первую очередь рассчитать требуемую величину K_v при параметрах, на которых будет работать клапан. Пропускную способность клапана K_v ($\text{м}^3/\text{час}$) для рассчитывают по формуле:

$$K_v = Q \sqrt{\frac{\rho}{100 \Delta P}}$$

Где Q – объемный расход нефти $\text{м}^3/\text{час}$, ΔP – перепад давления, ρ – плотность нефти.

Исходными данными для расчета пропускной способности являются следующие:

ΔP – потеря давления принята равной $2 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

ρ – плотность нефти $838 \text{ кг}/\text{м}^3$;

Q – рабочий расход $700 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Итого расчетная пропускная способность клапана должна быть не менее $450 \text{ м}^3/\text{ч}$.

К полученному значению прибавляем 30% и получаем величину K_{vs} – требуемую минимальную пропускную способность клапана:

$$K_{vs} \geq 1,3 \times K_v = 1,3 \times 450 = 585 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для корректной работы системы, скорость потока среды в трубопроводе не должна превышать установленных пределов, для магистрального трубопровода для транспортировки вязкой жидкости- $3 \text{ м}/\text{с}$.

Диаметр трубопровода можно рассчитать по следующей формуле:

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{w}} = 18,8 \sqrt{\frac{700}{3}} = 237$$

В данном случае целесообразно использовать трубопровод условным диаметром 250 мм ($\text{Ду}250$). В соответствии с таблицей зависимости диаметра трубопровода от расхода жидкости получен присоединительный размер клапана к трубопроводу – $D_y = 250 \text{ мм}$.

В соответствии с вычисленными параметрами выбран конструкционный тип клапана – клеточно-плунжерный регулирующие-отсечной типа КМР.

Клеточно-плунжерные регулирующие клапаны КМР имеют широкий набор конструктивных исполнений дроссельных пар с расширенным рядом условных пропускных способностей клапанов, включая микрорасходы. Клапаны используются как для нейтральных сред, так и для химически активных сред.

Клапаны КМР принципиально отличаются от классических клеточных клапанов, как типом дросселирования (у клеточных – втулочное, а у клеточно-плунжерных – плунжерное), так и устойчивостью к загрязненным средам. Отсутствие дросселирующих отверстий во втулке обеспечивает невозможность их засорения, а направляющая, выведенная из потока, обеспечивает высокую герметичность при хорошей соосности плунжера и седла клапана. Технические характеристики клапана приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики клапана

Техническая характеристика	Значение
Условное давление P_u , МПа	1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0
Условный проход, мм	10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 300
Пропускная характеристика	равнопроцентная, линейная; расширенный диапазон регулирования
Диапазон температур регулируемой среды	-40/-60... + 225°C, -40/-60... + 450°C, -40/... +500/550/600/650°C, -90/-200... + 225°C
Исходные положения плунжера клапана	НО – нормально открытое; НЗ – нормально закрытое
Материал корпуса	сталь 20, углеродистые низкотемпературные стали, 12X18H10T, 10X17H13M2T, специальные сплавы;
Материал дроссельной пары	12X18H10T, 10X17H13M2T, специальные сплавы;
Класс герметичности для	По ГОСТ выше IV (по DIN – V)

регулирующих клапанов по ГОСТ 23866-87(по DIN)	
Класс герметичности по ГОСТ 9544-93	В-С (А – по специальному заказу)

Для регулирующего клапана выбран электропривод АУМА типа SA(R)M ExC 07.1 - SA(R)M ExC 16 .1. (рисунок 9). Приводы приводятся в действие двигателем и управляются узлом управления АУМА МАТИС Ex, который входит в комплект поставки. Ограничение по ходу в оба направления осуществляется через конечные путевые выключатели. В конечных положениях возможно также отключение от выключателей крутящего момента. Вид отключения указывает изготовитель арматуры.

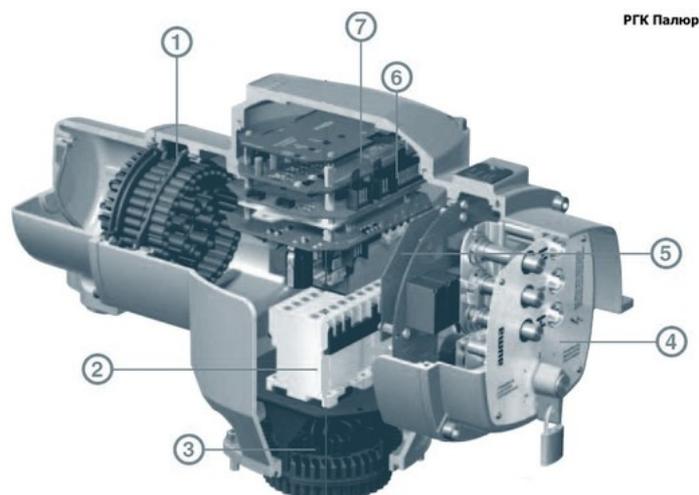


Рисунок 9 – Электропривод АУМА МАТИС Ex 16

Особенности приводов АУМА МАТИС

Конструкция

- Модульная концепция дистанционного управления;
- Местное управление с запираемым ключом селектором, кнопками управления и индикаторными лампами;
- Программируемая логика управления ("по нажатию" или "самоподдерживающаяся");
- Программируемый тип отключения (по перемещению или по моменту);
- Возможен отдельный монтаж на настенном кронштейне;

- Управление мотором посредством реверсивных пускателей или тиристорov (опция);
- Автоматическая коррекция фаз;
- Внешнее питание =24 В (опция).

Надежность

- Высокая защита оболочки;
- Высокая степень защиты от коррозии;
- Широкий температурный диапазон применимости;

Интерфейс

- Управляющие входы с различными напряжениями (=/~);
- Беспотенциальные сигнальные реле для индикации состояния;
- Аналоговое управление (0/4-20 мА);
- Цифровые шины;
- Электрическое штекерное присоединение АУМА (клеммы опционально);

2.6.4 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении Ж. Расходомеры преобразуют сигнал в унифицированный 4-20 мА, датчик давления преобразует сигнал с сенсора на базе емкостной ячейки в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Датчики системы мониторинга также приводят выходной сигнал в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА.

Для передачи сигналов от датчиков давления, расходомеров, амперметров и системы мониторинга на щит КИПиА используются по три провода, а для сигнализаторов – два провода. В качестве кабеля выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при

температуре окружающей среды от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

При прокладке кабелей систем автоматизации следует соблюдать требования главы 2.3. «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ и дополнительные правила разделения цепей:

- цепи сигналов управления и сигнализации напряжением 220 В переменного тока и 24 В постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях;
- аналоговые сигналы должны передаваться с помощью экранированных кабелей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;
- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);
- сигналы управления и контроля для взаиморезервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;
- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны прокладываться в разных кабелях.

2.6.5 Выбор алгоритмов управления АС БКНС

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

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

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

В данном проекте разработаны следующие алгоритмы АС:

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

2.6.5.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения давления воды в трубопроводе. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения давления на выходе представлен в приложении 3.

Описание алгоритма сбора данных: начало работы, инициализация устройства. Далее идет проверка на обрыв линии, если ток меньше 4 мА, то выдается предупреждение об обрыве линии, если больше, то идет проверка на КЗ, если ток более 20 мА, то выдается предупреждение о КЗ, если же менее 20 мА, то идет инициализация уставок. После этого проверяется каждая уставка, если уставки нарушены, то выводится сообщение о превышении или понижении давления. Если уставки в норме, то идет перевод значений в единицы кПа.

2.6.5.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям. ПИД-регулятор используется в

системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

Объектом управления является участок трубопровода после насосного агрегата. С панели оператора задается давление, которое необходимо поддерживать в трубопроводе. Далее это давление приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20 мА и подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на преобразователь, на выходе которого получаем частоту, пропорционально которой работает насос. На объект управления воздействует возмущение в виде потока проходящей жидкости. Объект управления представляет с собой апериодическое звено 1 порядка с запаздыванием.

Объектом управления является участок трубопровода между точкой измерения давления и регулирующим органом. Длина этого участка определяется правилами установки датчика и регулирующих органов и составляет 5 метров. Динамика объекта управления $W(p)$, выраженная как отношение «расход вещества через клапан» (объемный расход жидкости после клапана) к «расходу вещества через расходомер» (измеряемый объемный расход жидкости) приближенно описывается апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием. Воспользовавшись типовой передаточной функцией трубопровода согласно [3] для схемы управления насосом дросселированием потока на линии нагнетания передаточная функция участка регулируемого объемного расхода жидкости трубопровода будет:

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

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

где $Q_k(p)$ – объемный расход жидкости после клапана;

$Q(p)$ – измеряемый объемный расход жидкости;

ρ – плотность жидкости;

L – длина участка трубопровода между точкой измерения и точкой регулирования;

d – диаметр трубы;

f – площадь сечения трубы;

Δp – перепад давления на трубопроводе;

τ_0 – запаздывание;

T – постоянная времени.

Характеристики объекта управления приведены в таблице №11.

Таблица 9 – характеристики объекта управления

	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Плотность нефти	кг/м ³	838
2	Вязкость нефти при 20°С	мм ² /с	5,86
3	Выход фракций, не менее, до температуры: 200 °С 300 °С 350 °С	% об.	27 47 57
4	Массовая доля парафина, не более	% масс.	6,0
5	Массовая доля воды, не более	% масс.	0,5
6	Класс опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76*		3
7	Предельно допустимая концентрация аэрозоля нефти в воздухе рабочей зоны (при перекачке и отборе проб)	мг/м ³	10

Рассчитаем передаточную функцию объекта управления:

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,2^2}{4} = 0,0314 \text{ м}^2,$$

$$c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}} = \frac{3600}{0,0314} \sqrt{\frac{838}{2 \cdot 0,098 \cdot 5 \cdot 10^6}} = 0,3827 \text{ с},$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q} = \frac{2 \cdot 0,0314 \cdot 0,3827^2}{\frac{480}{3600}} = 0,354 \text{ с},$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q} = \frac{5 \cdot 0,0314}{\frac{480}{3600}} = 1,2 \text{ с},$$

$$W(p) = \frac{200}{Tp+1} e^{-p\tau_0} = \frac{200}{0,354p+1} e^{-1,2p}.$$

Линеаризованные уравнения, описывающие работу систем:

Частотный преобразователь:

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

Насос:

$$T_2 \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_2 \cdot f.$$

Редуктор:

$$Q = k\omega \quad Q = k\omega$$

Трубопровод:

$$T_a \frac{dP}{dt} + P = k_a \cdot Q.$$

Здесь:

Q– Количество жидкости;

P – давление в трубопроводе;

Таблица 10 – Исходные данные для моделирования

K_1	T_1	k_2	T_2	K_3	T_3	K
10	0.08	1	0.2	200	120	15

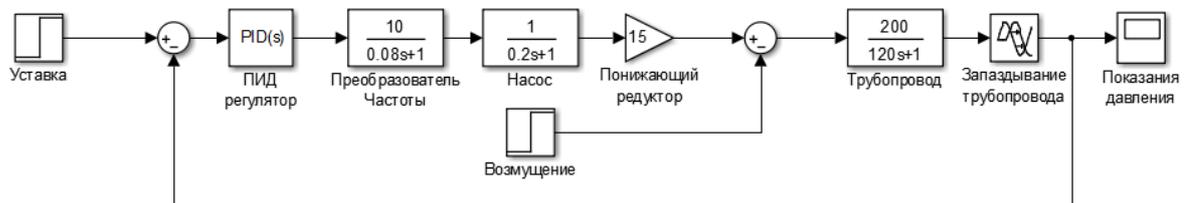


Рисунок 10 – Структурная схема САР

Proportional (P):

Integral (I):

Derivative (D):

Filter coefficient (N):

Рисунок 11 – Коэффициенты ПИД-регулятора

Коэффициенты регулятора. Как видно, для нашей системы, достаточно только ПИ регулятора.

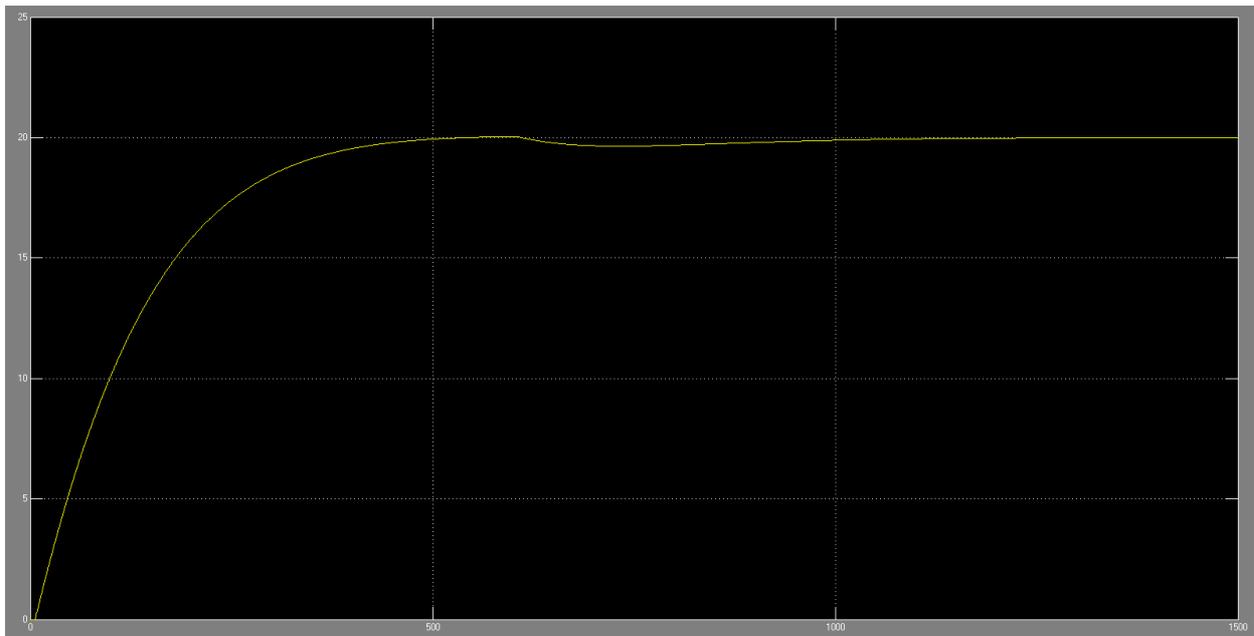


Рисунок 12 – График переходного процесса

Как видно из графика переходной функции, система имеет плавный и монотонный процесс, система устойчива по управляющему воздействию. Установившееся значение равно 20 МПа. Статическая ошибка полностью исключена, при этом видно, что при введении в процесс возмущающего воздействия, система с ним справляется.

2.6.6 Экранные формы АС БКНС

Управление в АС БКНС реализовано с использованием SCADA-системы Trace Mode 6.09. Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система Trace Mode 6.09 обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т.к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

2.6.6.1 Разработка дерева экранных форм

Дерево экранных форм приведено в приложении И. Управление работой программы осуществляется при помощи манипулятора «мышь» и клавиатуры.

Экран разбит на три области – основное поле, кнопки переключения экранов и окно аварий. В основном поле расположены мнемосхемы узла учета, тренды, кнопки управления программой, параметры технологического процесса.

Переход из одной экранной формы в другую осуществляется путем перевода указателя мыши на закладку нужной экранной формы и нажатием левой кнопки мыши.

<i>Техн. схема</i>	<i>Тренды</i>	<i>Паспорт качества</i>	<i>Архивные отчеты</i>	<i>Настройки</i>	<i>Месячные отчеты</i>	<i>Цвет фона</i>
<i>Журнал рег. СИ</i>	<i>Журнал событий</i>	<i>Акт приема-сдачи</i>	<i>Текущие отчеты</i>	<i>Вент/ДЕ</i>	<i>Резерв</i>	

Рисунок 13 – Панель оператора

АРМ оператора поддерживает работу различных групп пользователей с разными правами доступа к тем или иным элементам автоматизированного рабочего места. Для входа в приложение под соответствующим вам именем и паролем необходимо нажать кнопку **Пользователь** в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода, показанное ниже.



Рисунок 14 – Вход в систему SCADA

В выпадающем списке этого окна выберите имя пользователя, а в поле Password введите свой пароль. При вводе пароля проследите за текущей раскладкой клавиатуры и регистром вводимых символов.

После ввода логина и пароля, если же они оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов БКНС. Открытие мнемосхем объектов БКНС происходит нажатием на прямоугольную область мнемосхемы

основных объектов в соответствии с названием объекта, за которым необходимо вести контроль. Мнемосхемы некоторых объектов включают в себя дополнительные мнемосхемы, которые позволяют вести более тщательный контроль состояний объектов и управлением этими объектами. Открытие дополнительных мнемосхем осуществляется нажатием на прямоугольной области с соответствующим названием функции или на фигуре устройства мнемосхемы объекта БКНС.

2.6.6.2 Разработка экранных форм АС БКНС

Экран «Технологическая схема».

Переход на экран «Схема» осуществляется нажатием левой клавишей мыши на кнопку «Схема». Эта экранная форма предназначена для контроля текущих технологических параметров БКНС. На схеме постоянно осуществляется отображение текущих параметров узла учета:

- давление нефти в трубопроводе;
- температура обмоток двигателя;
- напряжение и ток, подаваемые на двигатель;
- давление в насосе и выходной трубе;

расход нефти в трубопроводе на ГЗУ.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3–8Т22	Барамыков Илья Ильясович

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т22	Барамыков Илья Ильясович		

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 в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, имеющие БКНС для транспортировки нефти и газа. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия, имеющие БКНС. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система контроля и управления добычей и транспортировкой нефти, а также автоматическая система регулирования определенными параметрами технологического процесса.

В таблице 11 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» - ООО «Нефтестройпроект», «Б» - ОАО «ТомскНИПИнефть», «В» - ЗАО «ЭлеСи»

Таблица 11 – карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	А, Б, В	А, Б	Б, В	В
	Средняя	А, Б, В	А, Б	В	В
	Крупная	Б, В	А	В	В

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

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 12). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая

система АСУ ТП БКНС, существующая система управления БКНС, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 12 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП БКНС	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Разработка АСУ ТП БКНС	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	
Технические критерии оценки ресурсоэффективности								
Повышение производительности	0,05	5	1	4	0,25	0,05	0,2	
Удобство эксплуатации	0,06	3	2	4	0,18	0,12	0,24	
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1	
Энергоэкономичность	0,09	3	4	2	0,27	0,36	0,18	
Надежность	0,11	5	2	5	0,55	0,22	0,55	
Уровень шума	0,03	2	2	2	0,06	0,06	0,06	
Безопасность	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55	
Потребность ресурсов памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09	
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	2	2	1	0,06	0,06	0,03	
Простота эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16	
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	0	4	0,2	0	0,2	
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	5	0	5	0,1	0	0,1	

Продолжение таблицы 12

Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,06	0,03	0,09

Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
Цена	0,06	3	5	1	0,18	0,3	0,06
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,03	2	1	1	0,06	0,03	0,03
Срок выхода на рынок	0,04	2	4	5	0,08	0,16	0,2
Наличие сертификации разработки	0,02	1	3	5	0,02	0,06	0,1
Итого:	1	63	52	67	3,54	2,71	3,53

Согласно оценочной карте можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: цена разработки ниже, повышение надежности и безопасности, простота эксплуатации.

3.3 Технология QuaD

Для упрощения процедуры проведения QuaD проведем в табличной форме (таблица 13).

Таблица 13 – Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес	Баллы	Максимал	Относител	Средневз
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышение производительности	0,05	80	100	0,8	4
Удобство в эксплуатации	0,06	75	100	0,75	4,5
Помехоустойчивость	0,05	40	100	0,4	2
Энергоэкономичность	0,09	30	100	0,3	2,7
Надежность	0,11	95	100	0,95	10,45
Уровень шума	0,03	40	100	0,4	1,2
Безопасность	0,11	95	100	0,95	10,45
Потребность в ресурсах памяти	0,03	50	100	0,5	1,5
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	30	100	0,3	0,9
Простота эксплуатации	0,04	75	100	0,75	3
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	80	100	0,8	4
Ремонтопригодность	0,02	85	100	0,85	1,7
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,03	60	100	0,6	1,8
Уровень проникновения на рынок	0,03	20	100	0,2	0,6
Цена	0,06	85	100	0,85	5,1
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	80	100	0,8	5,6
Послепродажное обслуживание	0,05	75	100	0,75	3,75
Финансирование научной разработки	0,03	50	100	0,5	1,5
Срок выхода на рынок	0,04	30	100	0,3	1,2
Наличие сертификации разработки	0,02	10	100	0,1	0,2
Итого:	1				66,15

Средневзвешенное значение позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Средневзвешенное значение получилось равным 66,15, что говорит о том, что перспективность разработки выше среднего.

3.4 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 14.

Таблица 14 – SWOT-анализ

		Сильные стороны					Слабые стороны				
		С1. Экономичность и энергоэффективность проекта	С2. Экологичность технологии	С3. Более низкая стоимость	С4. Наличие бюджетного финансирования	С5. Квалифицированный персонал	Сл1. Отсутствие прототипа проекта	Сл2. Отсутствие у потребителей квалифицированных кадров	Сл3. Мало инжиниринговых компаний, способной построить производство под ключ	Сл4. Отсутствие необходимого оборудования	Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования
Возможности	В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	В2. Использование существующего программного обеспечения	+	0	-	0	+	-	-	-	-	-
	В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт	+	+	0	0	-	-	-	-	-	-

	В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях	0	-	+	0	-	-	-	-	-	-
	В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	+	0	+	0	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 14

Угрозы	У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства	-	-	-	-	-	+	+	0	0	+
	У2. Развитая конкуренция технологий производства	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0
	У3. Ограничения на экспорт технологии	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0
	У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	-	-	-	-	-	+	-	-	0	+

3.5 Планирование научно-исследовательских работ

3.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 15.

Таблица 15 – перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ ра б	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, инженер
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер

	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
--	---	---	---------

Продолжение таблицы 15

Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер
	11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
	12	Составление схемы информационных потоков	Инженер
	13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер
	16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер
	17	Проектирование SCADA-системы	Инженер
Оформление отчета	18	Составление пояснительной записки	Инженер

3.6 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 6 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 16 – временные показатели проведения работ

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

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

На основе таблицы 16 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 17 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 17 план-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ												
			Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер													
3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер													
4	Календарное планирование работ	Руководитель													
		Инженер													
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер													
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер													
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер													
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель													
		Инженер													
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель													
		Инженер													
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер													

Уровнемер Сапфир ДУ22	шт.	3	17000	58650
Частотный преобразователь Danfoss VLT AQUA 0,5 кВт	шт.	2	71000	163300
Клапан, регулирующий КМР d250	шт.	3	68000	244800
Прямоходный привод AUMA MATIC Ex 16	шт.	3	180360	676350
Итого:				1326187,988

3.7.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Mitsubishi. В таблице 19 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 19 – расчет бюджета затрат на приобретения ПО

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

3.7.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 20.

Таблица 20 – основная заработная плата

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

3.7.4 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:

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

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

3.7.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 21.

Таблица 21 - отчисления во внебюджетные фонды

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

3.7.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (1326187,98 + 31800 + 44864,99 + 6729,74 + 15478,42) \cdot 0,015 = 22080,92 \text{ руб}$$

Где 0,015 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.7.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1326187,988
2. Затраты на специальное оборудование	78800
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44864,99
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6729,74
5. Отчисления во внебюджетные фонды	15478,42
6. Накладные расходы	22080,91707
7. Бюджет затрат НИИ	1494142,055

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Барамыков Илья Ильясович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	СУМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	АТПП

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочее место оператора предусматривается на базе персонального компьютера с цветным графическим монитором. Общая площадь помещения равна 10 кв.м. На данном рабочем месте на оператора, могут влиять следующие вредные производственные факторы: неблагоприятный микроклимат помещения, недостаточное освещение, повышенный уровень шума, повышенный уровень электромагнитного излучения. Опасные факторы проявляются в форме поражения электрическим током, возникновение пожаров в результате короткого замыкания. Негативное воздействие на окружающую природную среду в процессе работы практически отсутствует. Имеется опасность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера - производственных аварий и пожаров, в связи работы с взрывоопасными веществами.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 12.1.005-88 2. СП 52.13330.2011 3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 4. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ 5. СанПиН 2.2.548-96; 6. СНиП 23-05-95; 7. ГОСТ 12.2.032-78 8. ГОСТ 12.1.004-76 9. СН 181-70 10. СП 2.2.1.1312-03

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неблагоприятные метеорологические условия помещения. 2. Недостаточное освещение рабочего места. 3. Повышенный уровень шума 4. Повышенный уровень электромагнитного излучения
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); 	<p>В ходе анализа производственной среды на предмет опасных факторов было выявлено следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наличие источников статического электричества в виде ЭВМ и щита

<ul style="list-style-type: none"> - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>автоматики</p> <p>- опасность возникновения пожара от короткого замыкания электрики</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Возможные ЧС на объекте: производственные аварии, пожары и возгорания, разлив нефти, взрыв.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. 2. Медицинские осмотры в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03;
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Барамыков Илья Ильясович		

Социальная ответственность

Введение

Данный раздел выпускной квалификационной работы рассматривает вопросы выявления и анализа вредных и опасных факторов труда, оценки условий труда и разработки мер защиты от них для рабочего персонала комплексом мероприятий технического, организационного, режимного и правового характера, минимизирующих негативные последствия проектируемой деятельности в соответствии с требованиями санитарных норм и правил, техники безопасности и пожарной безопасности.

Объектом исследования будет выступать цех где расположена блочно-кустовая насосная станция.

В ВКР рассматривается блочная кустовая насосная станция (БКНС), предназначенная для закачки воды в продуктивные пласты в системе поддержания пластового давления нефтяных месторождений. Ролью обслуживающего персонала становится наблюдение за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочей зоны, которой является установка дозирования химреагента, непосредственно куда проектировалась автоматизированная система управления. Проанализированы опасные и вредные факторы.

4 Профессиональная социальная безопасность

4.1 Анализ вредных и опасных факторов

По природе действия опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические. Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные фактора при работе

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<i>Рабочим местом является помещение где установлена блочно-кустовая насосная станция. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров БКНС. Площадка где расположена блочно-кустовая насосная станция, находится на территории газодобывающего завода.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шумов 2. Повышенный уровень вибрации 3. Электромагнитные излучения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электро-безопасность 2. Пожаро-взрывобезопасность 	Шумы – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [1] Вибрация – ГОСТ 31192.2-2005 [3] Электромагнитное излучение - СанПиН 2.2.2/2.4.1340 [5] Электробезопасность – ГОСТ 12.1.038-82 [6] Пожарная безопасность – СНиП 2.11.03-93 [7]

4.2 Анализ выявленных вредных факторов

4.2.1 Повышенный уровень шума

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

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

По нормам (СП 51.13330.201) при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 75 дБ [12].

При разработке проектируемой системы добавилось электрооборудование, которое является источником шума, такие как автоматические задвижки, электромагнитные реле. При этом основным источником шума являются насосы. До разработки автоматизированной системы шум на площадке БКНС составлял 80 дБ. Благодаря внедрению новой автоматизированной установки уровень шума снизился до 78 дБ.

Во время работы персонала в блок боксе обслуживающему и производственному персоналу необходимо одевать наушники или беруши.

Снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63-8000 Гц для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создают однотонные занавески из плотной ткани, повешенные в складку на расстоянии 15-20 см от ограждения. Ширина занавески должна быть в 2 раза больше ширины окна.

Наиболее простым и действенным способом облегчения работ, является кратковременные отдыхи в течение рабочего дня при выключенных источниках шума.

4.2.2 Вибрация

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

Вибрация определяется следующими основными параметрами:

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

Таблица 26 – Гигиенические нормы вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в октавных
--------------	---

	полосах со среднегеометрическими частотами, Гц			
	2	4	8	50
Технологическая	108	99	93	92

Основными источниками вибрации блочно-кустовой насосной станции являются работающие задвижки, электроприводы, насосные агрегаты.

Методы защиты от вибрации:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения: замена динамических технологических процессов статическими, тщательный выбор режима работы оборудования, тщательная балансировка вращающихся механизмов;
- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника: вибродемпфирование, виброгашение, виброизоляция, жесткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы;
- Во время работы насосных агрегатов необходимо использовать средства индивидуальной защиты (специальные рукавицы, перчатки, прокладки, виброзащитная обувь).

Уровень вибрации внедренной АС не выходит за рамки допустимых значений, поэтому применение указанных средств индивидуальной защиты будет достаточно.

4.2.3 Электромагнитное излучение

Каждое устройство, которое производит или потребляет электроэнергию, создает электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. Нарушение в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимых характер.

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

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания работающих без средств защиты в электрическом поле приведены в таблице 27 [5].

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

После внедрения автоматизированного комплекса, уровень магнитного поля не превышает 200 А/м, а время пребывания обслуживающего персонала не более 2 часов в смену. Трансформаторы (активная часть) – помещены в металлических маслonaполненный бак, вся коммутационная аппаратура устанавливается в металлических шкафах.

Уровень влияния магнитного поля незначителен, следовательно, дополнительных средств защиты от магнитного излучения не требуется. В силу незначительности дополнительной защиты от электромагнитных излучений не требуется.

4.3 Анализ опасных факторов

4.3.1 Электробезопасность

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токо- и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05 А – безопасен (до 1000 В). С целью предупреждения поражений электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности.

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

и статического электричества.

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

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

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

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

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

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

Для указанных электроприборов никаких дополнительных средств электрозащиты не требуется, т. к. при низковольтном напряжении 24 В, вероятность поражения током маловероятна. Для гашения дуги

исполнительных реле, были подобраны реле со встроенным дугогасительным устройством.

Контроллерное оборудование, исполнительные нагревательные элементы работают от сети переменного напряжения 220 В и частотой 50 Гц. Данное оборудование подключено через распределительный шкаф. Эти виды оборудования являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При осмотре, работе, наладке этого оборудования возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

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

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходима изоляция токоведущих частей, установлено защитное отключение, защитное заземление и зануление [6].

4.4 Экологическая безопасность

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

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

При работе технологического оборудования возможны периодические непродолжительные по времени (залповые) выбросы, превышающие по мощности постоянные. Это технически неизбежные выбросы, обусловленные технологическим регламентом производства.

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

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

По охране окружающей среды проведены мероприятия:

- Максимальная герметизация производственного процесса;
- Сокращено прямоточное водоснабжение за счет использования аппаратов воздушного охлаждения для продуктов стабилизации нефти;
- Направление не сконденсировавшихся газов стабилизации в систему газосбора или в дренажные емкости;
- Осадки, после зачистки резервуаров и грунт с нефтепродуктами вывозятся в места, согласованные с санитарной инспекцией, для нейтрализации и дальнейшего закапывания;
- Замазученная ветошь, тряпки собираются и сжигаются за территорией установки, в местах, согласованных с пожарным надзором.

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

Воздействие на атмосферу также незначительное, т. к. системы автоматики позволяют быстро реагировать на любые утечки, аварии и другие опасные ситуации.

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

Воздействие на литосферу. В связи с тем, что для производства и обслуживания оборудования средств автоматизации необходимы ресурсы, оказывается влияние на литосферу, а именно на недра земли, добыча ископаемых. В этом случае мы не можем повлиять на защиту литосферы,

однако после использования оборудования необходимо его утилизировать в соответствующих местах утилизации.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации – это обстоятельства, возникающие в результате аварий, катастроф, стихийных бедствий, диверсий или иных факторов, при которых наблюдается резкое отклонение протекающих явлений и процессов от нормальных, что оказывает отрицательное воздействие на жизнеобеспечение, экономику, социальную сферу и природную среду.

На случай возникновения чрезвычайной ситуации (землетрясение, наводнение, пожары, химическое либо радиоактивное заражение и т.п.) должен быть предусмотрен следующий комплекс мероприятий:

- рассредоточение и эвакуация;
- укрытие людей в защитных сооружениях;
- обеспечение индивидуальными средствами защиты;
- организация медицинской помощи пострадавшим.

4.5.1 Пожарная безопасность

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага [15].

Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами:

- работа с открытой электроаппаратурой;
- короткое замыкание в блоке питания или высоковольтном блоке дисплейной развертки;
- нарушенная изоляция электрических проводов;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.;

наличие кислорода, как окислителя процессов горения.

К основным причинам пожаров на нефтегазодобывающих заводах можно отнести следующие:

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

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

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

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

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

После внедрения автоматизированной системы управления добавилось электрооборудование, которое потенциально повышает вероятность воспламенения. В связи с этим все датчики были подобраны со взрывобезопасным исполнением, дополнительно были заказаны

искробезопасные цепи. Дополнительных первичных средств пожаротушения не требуется.

4.6 Особенности законодательного регулирования проектных решений

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

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

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

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

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

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

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

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

Заключение

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления БКНС. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был изучен технологический процесс перекачки нефти на БКНС. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации БКНС, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Системы автоматизации БКНС, диспетчерского контроля и управления были спроектированы на базе полевых устройств фирмы Kobold, Wika, Сапфир, промышленных контроллеров Mitsubishi Electric³ и программного SCADA-пакета Trace Mode 6.09. В данном проекте была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/останова технологического оборудования и управления сбором данных. Для поддержания расхода нефти в трубопроводе был разработан алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД-регулятор). В заключительной части ВКР были разработаны дерево экранных форм, мнемосхемы БКНС и объектов БКНС.

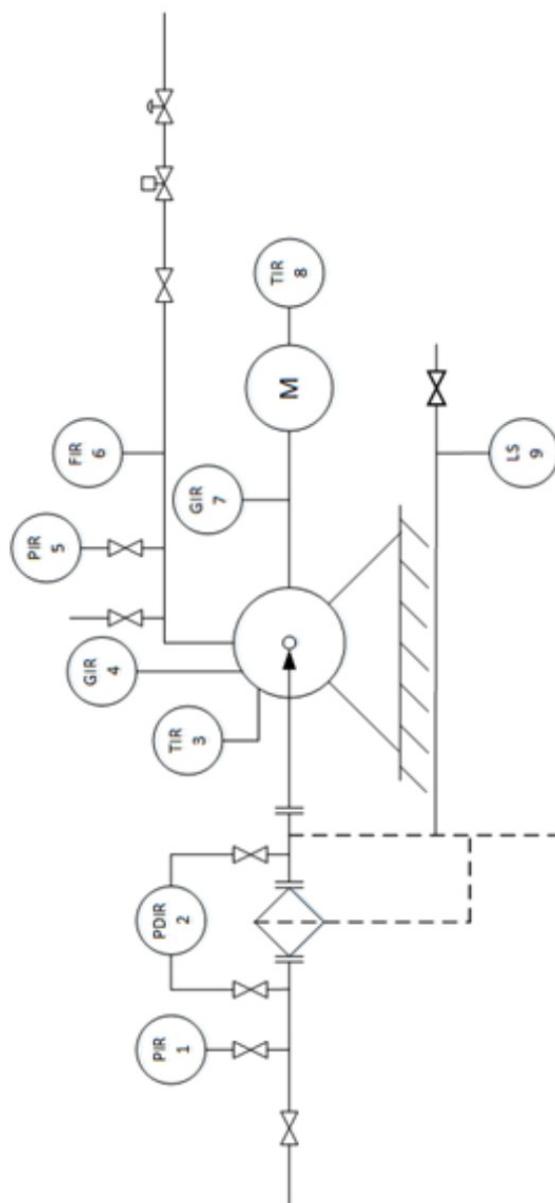
Таким образом, спроектированная САУ БКНС не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями. Кроме того, SCADA-пакет, который используется на всех уровнях автоматизации БКНС, позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем.

Список используемых источников

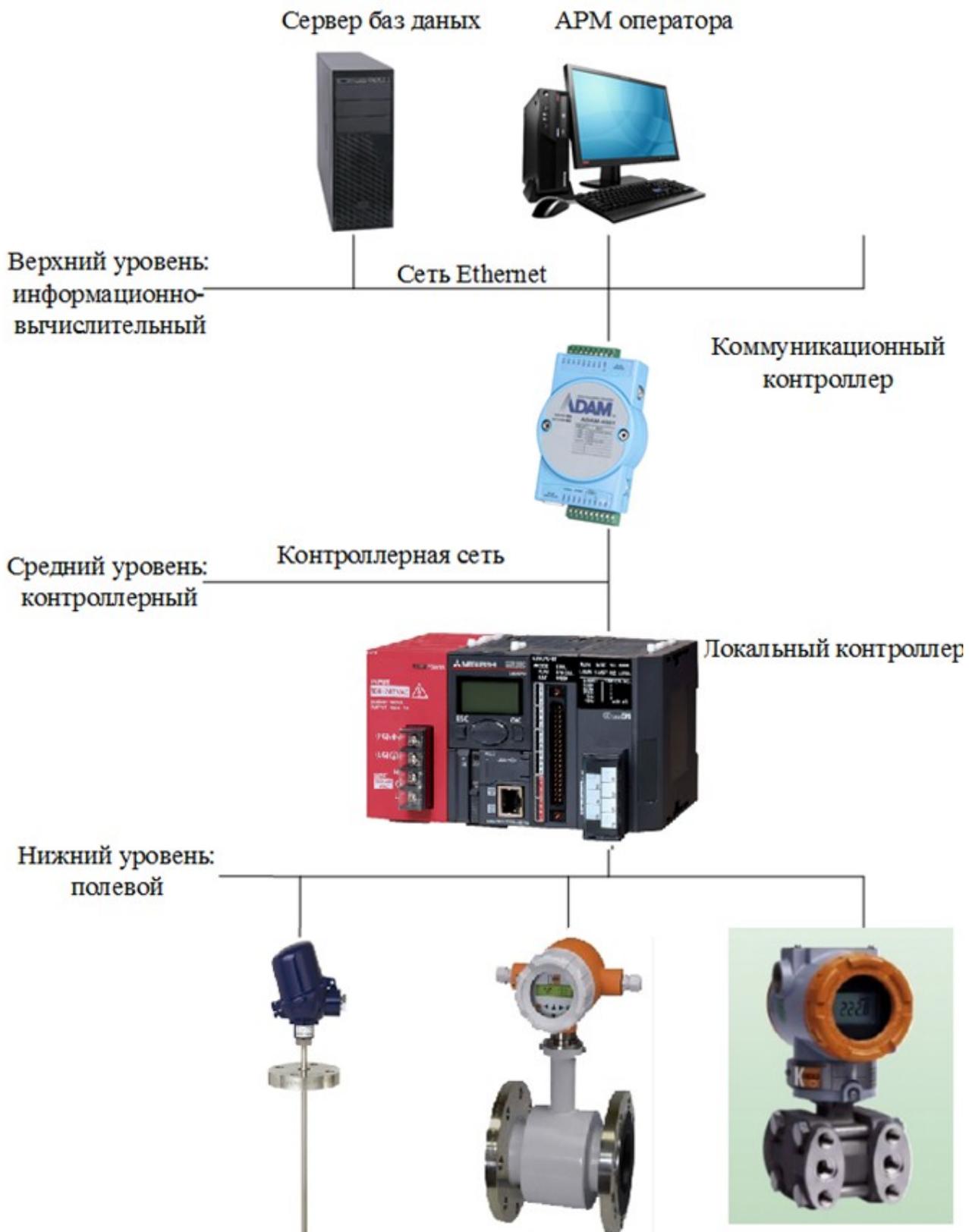
1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
4. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.– 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
- 5 ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 6 ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 7 СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 8 СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
- 9 СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

- 10** СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
- 11** Белов С.В., А.В. Ильницкая и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов, 1999. – 354 с.
- 12** ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
- 13** СП 6.13130.2009 – «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности»;
- 14** ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

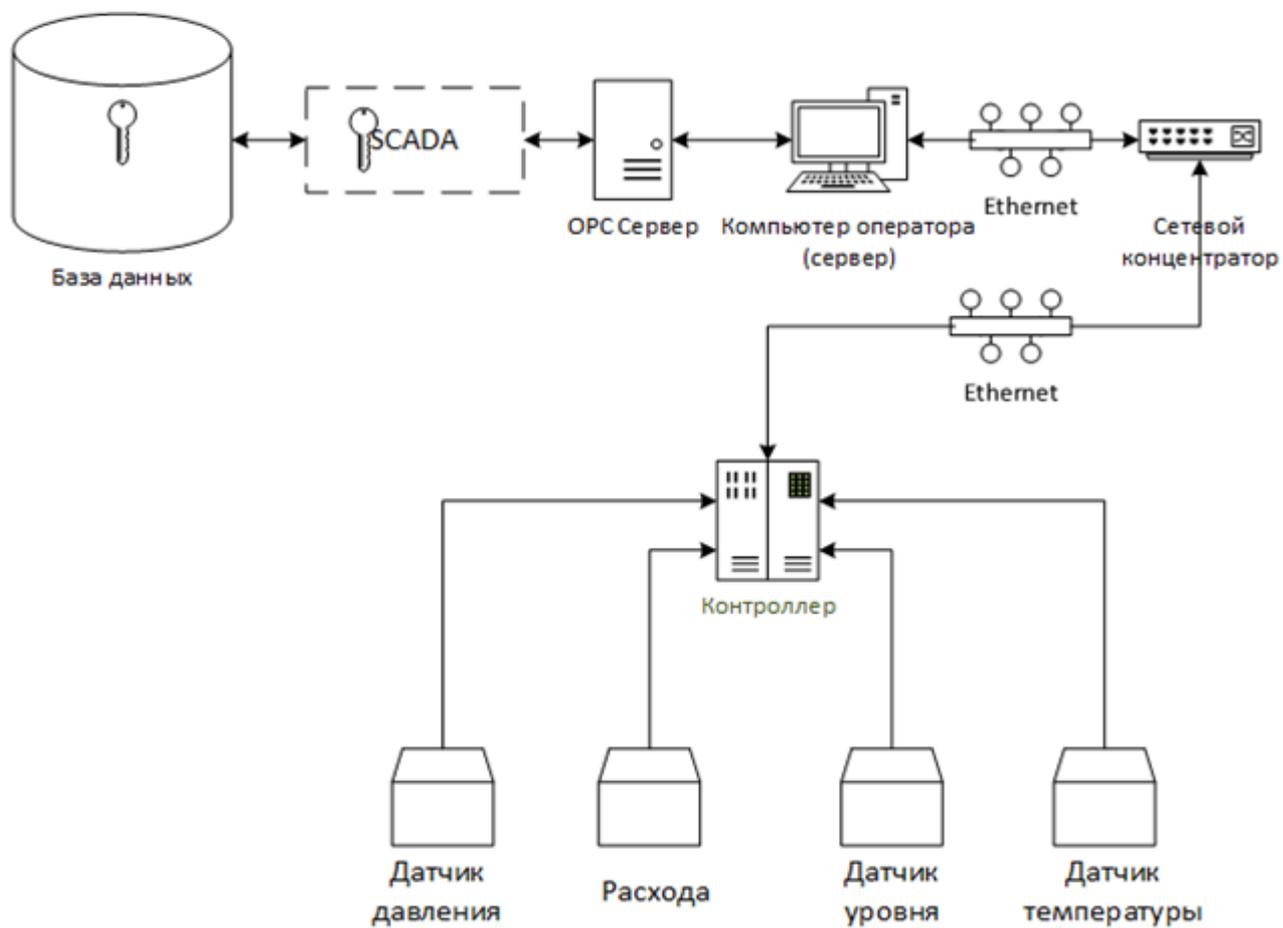
Приложение А



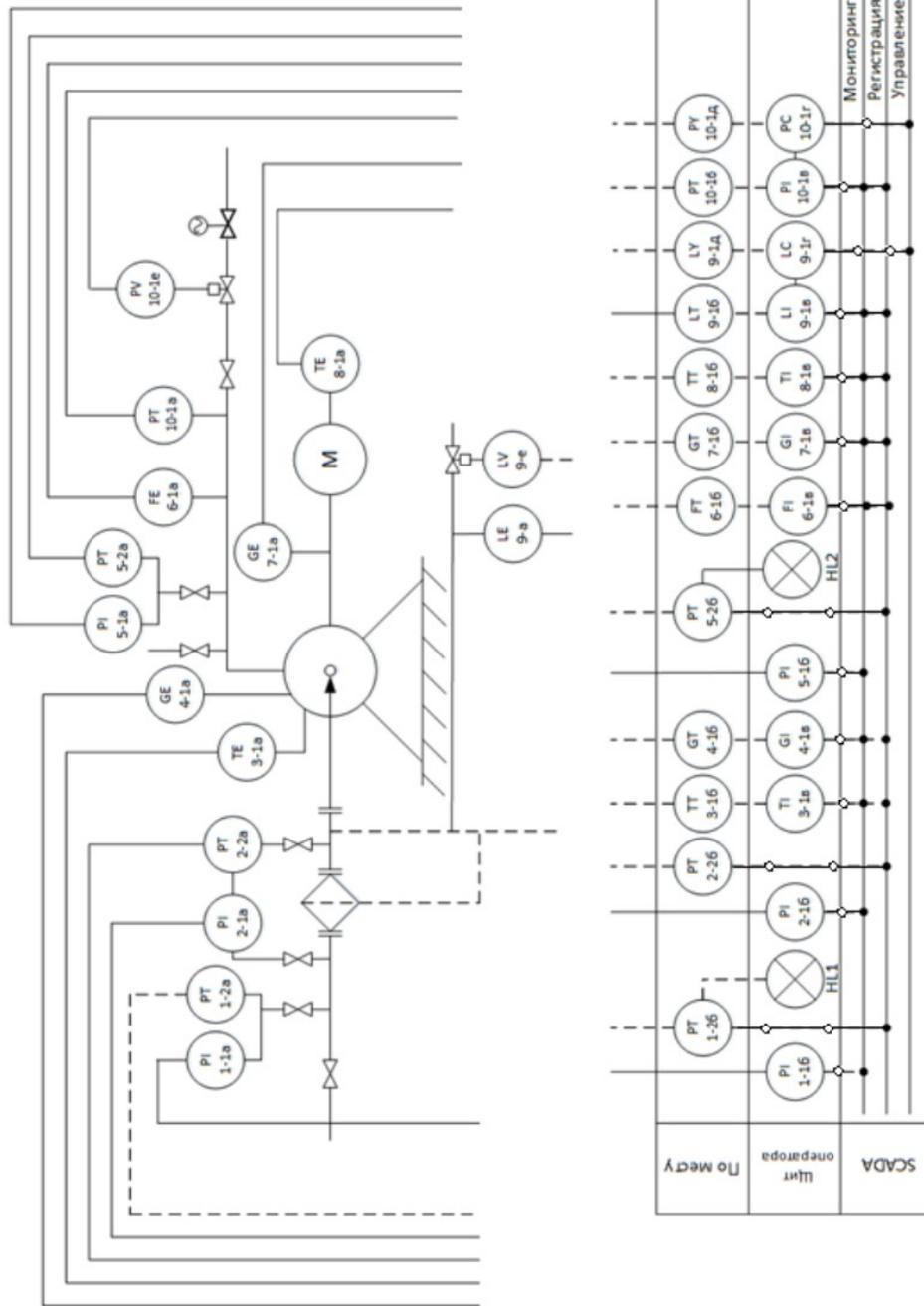
Приложение Б



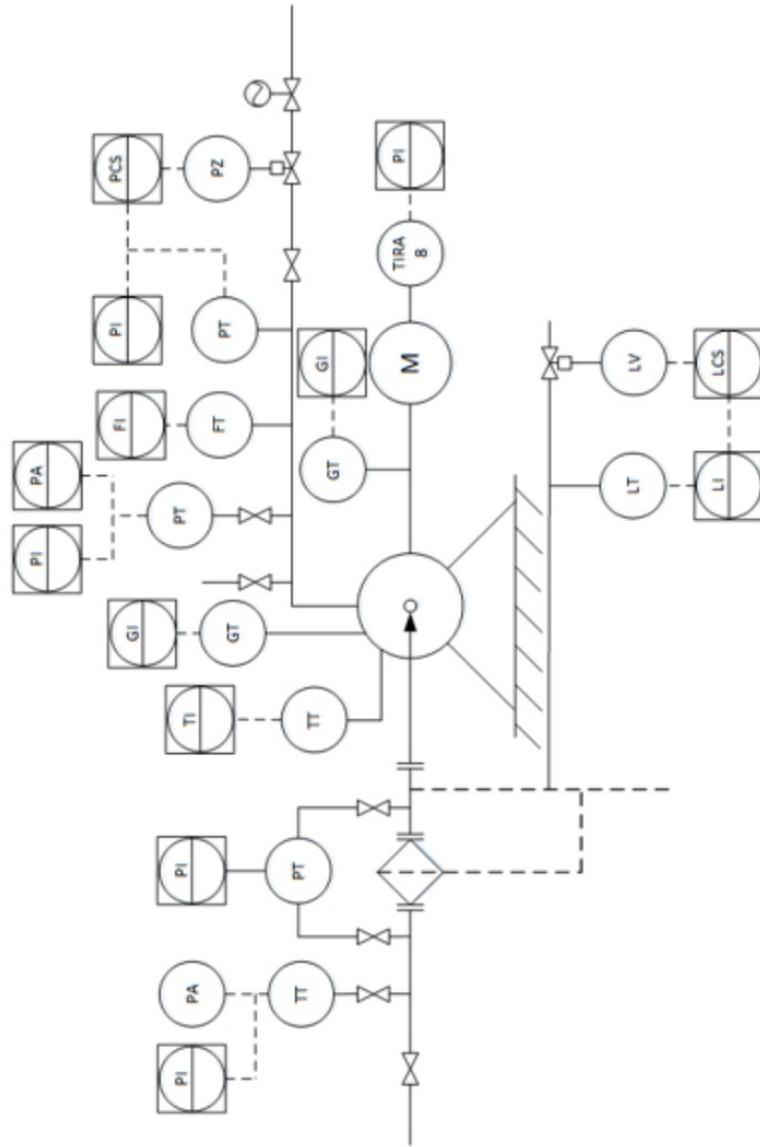
Приложение В



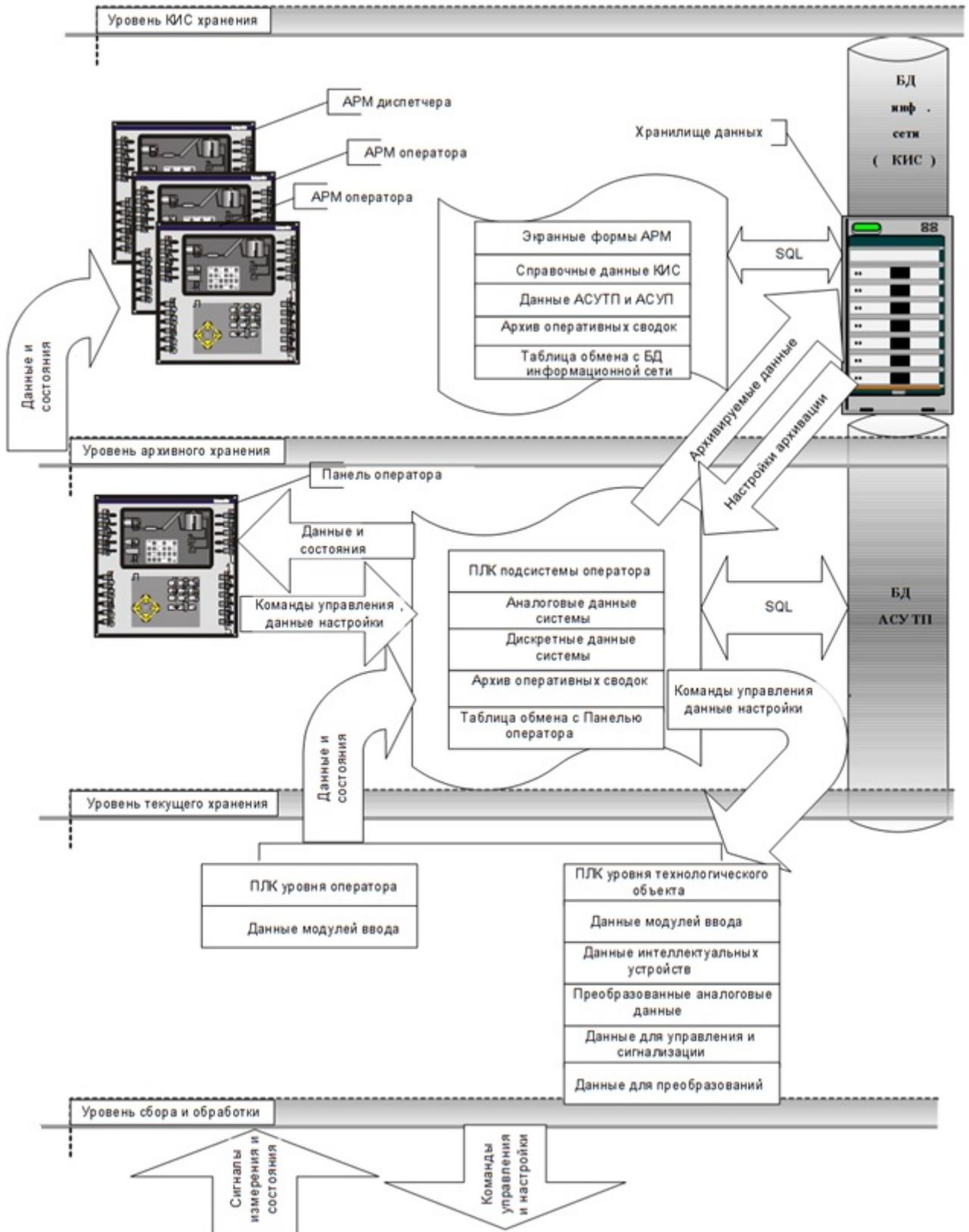
Приложение Г



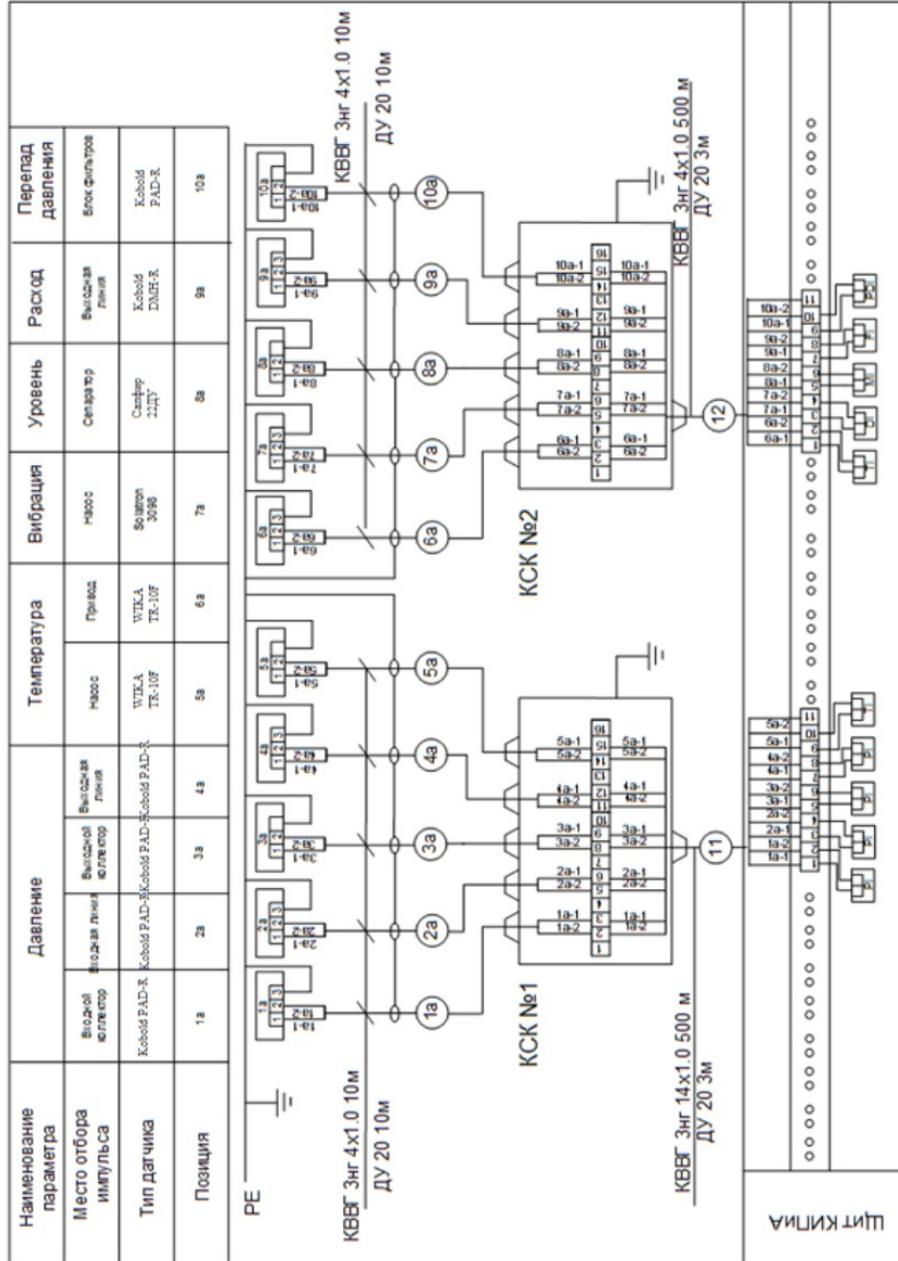
Приложение Д



Приложение Е



Приложение Ж



Приложение 3



Приложение И

