

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Проектирование автоматизированной системы управления установкой предварительного сброса воды»

УДК 681.51-048.35:628.217

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т4А	Тарабукин Иннокентий Михайлович		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Сидорова Анастасия Александровна			
Руководитель ООП	Громаков Евгений Иванович	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОСГН	Хаперская Алена Васильевна			

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов С.В.	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Громаков Е.И.
(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
8Т4А	Тарабукин Иннокентий Михайлович

Тема работы:

Проектирование автоматизированной системы управления установкой предварительного сброса воды

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

Объект исследования: Установка предварительного сброса воды

Цель работы: Повышение безопасности эксплуатации УПСВ

Режим работы: непрерывный

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	описание технологического процесса; разработка трехуровневой структуры автоматизации АСУ ТП; разработка функциональной схемы автоматизации; выбор технических средств автоматизации; разработка схемы внешних проводок; разработка алгоритма управления; разработка экранной формы УПСВ; моделирование системы автоматического;
Перечень графического материала	1. Функциональная схема автоматизации УПСВ 2. Схема внешних проводок 3. Трехуровневая структура АСУ ТП 4. Схема информационных потоков 4. Экранная форма УПСВ 5. Блок-схема алгоритма управления уровня жидкости

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Хаперская Алена Васильевна
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Сидорова Анастасия Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т4А	Тарабукин Иннокентий Михайлович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 75 страницы машинного текста, 23 таблиц, 20 рисунков, 1 список использованных источников из 12 наименований, 8 приложений.

Ключевые слова: Установка предварительного сброса воды, скважинная продукция, автоматическое регулирование уровня жидкости, ПД-регулятор, трехуровневая АСУ ТП.

Объектом исследования является, установка предварительного сброса воды которая осуществляет сброс пластовой воды для дальнейшей подачи нефтепродукта на следующую ступень подготовки скважинной продукции.

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

В настоящей работе приведены решения по автоматизации системы сброса пластовой воды и удалению попутного газа, выбору датчиков и контроллерного оборудования, разработке алгоритмов автоматического управления, экранных форм технологического процесса, разработке схем автоматизации, соединения внешних проводов, структурной схемы автоматизации и информационных потоков. Система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Разрабатываемая система позволит достичь требуемой степени сепарации при поддержании высокой производительности, повысить точность и надежность измерений путем подбора датчиков и контрольных кабелей, сократить число аварий.

Обозначения и сокращения:

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом

АРМ – автоматизированное рабочее место

НГС – нефтегазовый сепаратор

БЕН – буферная емкость нефти

БЕВ – буферная емкость воды

ГС – газовый сепаратор

ППД – поддержание пластового давления

НГС – нефтегазовый сепаратор

УКПГ – узел комплексной подготовки газа

УКПН – узел комплексной подготовки нефти

САР – система автоматического регулирования

ИМ – исполнительный механизм

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика

ПД – пропорционально-дифференцирующий

УПСВ – установка предварительного сброса воды

БД – база данных

ПЛК – программируемый логический контроллер

НТД – нормативный технический документ

АС – атомная станция

Содержание

Введение.....	9
1 Техническое задание.....	9
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП.....	9
1.2 Требования к техническому обеспечению.....	10
1.3 Требования к метрологическому обеспечению.....	12
1.4 Требования к программному и информационному обеспечению.....	12
2.Основная часть.....	14
2.1 Описание технологического процесса.....	14
2.2 Выбор архитектуры АСУ ТП.....	15
2.3 Разработка структурной схемы АСУ ТП.....	15
2.4 Функциональная схема автоматизации.....	17
2.5 Разработка схемы информационных потоков.....	19
2.6 Выбор технических средств автоматизации.....	22
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования.....	22
2.6.2 Выбор датчиков.....	25
2.6.2.1 Выбор датчика температуры.....	25
2.6.2.2 Выбор датчика уровня.....	27
2.6.2.3 Выбор датчика расхода.....	29
2.6.2.4 Выбор датчика давления.....	31
2.6.3 Выбор исполнительных механизмов.....	34
2.6.3.1 Выбор электропривода.....	34
2.7 Разработка схемы внешних проводок.....	36
2.8 Выбор алгоритмов управления АСУ ТП.....	37
2.8.1 Алгоритм автоматического регулирования уровня жидкости.....	38
2.8.2 Моделирование САР уровня жидкости.....	38
2.9 Разработка экранной формы.....	41
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	44
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	44
3.2 Анализ конкурентных решений.....	44
3.3 SWOT-анализ.....	46
3.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	48
3.5 Разработка графика проведения научного исследования.....	49
3.6 Бюджет научно-технического исследования.....	51

3.7 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	55
4 Социальная ответственность	58
4.1 Требования к техническим средствам автоматизации	58
4.2 Передача информации в автоматизированных системах	59
4.3 Методы контроля данных	59
4.4 Интерфейс	63
Заключение	65
Список используемых источников	66

Введение

Долгое время основой энергоснабжения страны является нефтегазовая промышленность и одним из основных источников дохода страны. Для эффективного ведения добычи, подготовки или транспорта нефти и газа

Наиболее целесообразным с точки зрения экономической выгоды является автоматизация технологических процессов и производств. Введение автоматизации на объектах нефтегазовой промышленности позволяет значительно повысить производительность труда, убрать, по возможности, человеческий фактор и уменьшить вероятность аварийных ситуаций.

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоёмкость выполняемых операций. Требуется дополнительное применение датчиков (сенсоров), устройств ввода, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений.

Целью данной работы является проектирование автоматизированной системы управления установки предварительного сброса воды с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA- системы.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

Основными целями создания АСУ ТП являются

- Обеспечение минимальных затрат на эксплуатацию установки

предварительного сброса воды;

- обеспечение высокого уровня безопасности технологических процессов подготовки газа;
- обеспечение передачи точной и достоверной информации оперативному и управленческому персоналу;
- уменьшение трудозатрат оперативного эксплуатационного персонала в результате автоматизации функций контроля и управления технологическими процессами и оборудованием;
- автоматическая защита объектов управления в аварийных ситуациях за счёт соблюдения технологического регламента работы установок с помощью автоматических систем регулирования и управления;

Задачи автоматизированной системы управления:

- контроль состояния основного и вспомогательного технологического оборудования установки предварительного сброса пластовой воды;
- контроль и управление в автоматическом и ручном режиме технологическими объектами автоматизации, входящих в систему;
- обеспечение системы аварийной остановки для контроля технологического процесса и аварийных блокировок/отключений;
- сбор и обработка данных о состоянии контроля технологических процессов; управление и регулирование технологических процессов в соответствии с заданиями, которые устанавливают операторы АСУ;
- вывод информации о технологических процессах на мнемосхемах на дисплей оператора АСУ в реальном времени, отображение численных значений параметров.

1.2 Требования к техническому обеспечению

В автоматизированной системе должны использоваться технические средства для обеспечения автоматизации установки сброса пластовой воды. Таким образом в проекте будут использоваться следующие технические

средства:

- контрольно-измерительные приборы и автоматика (датчики температуры, давления, уровня и т.д.)
- программируемые логические контроллеры
- средства хранения и архивирования получаемых данных
- станция оператора

Контрольно-измерительные приборы, используемые в системе должны иметь унифицированный сигнал с диапазоном 4-20мА. Обработка поступающих с датчиков сигналов и подача управляющих воздействий на исполнительные механизмы будет реализовано с помощью ПЛК. Таким образом, ПЛК должна обеспечивать следующие функции:

- ввод токового сигнала с диапазоном 4-20мА с барьером искрозащиты
- ввод дискретных сигналов
- вывод управляющего токового сигнала
- вывод дискретных управляющих сигналов
- обработка получаемых сигналов

На УПСВ предполагается использовать первичные преобразователи со следующими характеристиками:

- дискретный выход – «сухой контакт»;
- аналоговый выход – 4..20 мА;
- термопреобразователи сопротивлений платиновые;
- вид взрывозащиты – взрывозащищенное исполнение;
- защита от влаги и механических воздействий не ниже IP56;
- требуемые точностные характеристики;
- климатическое исполнение от -60...+35°С

Все технические средства, должны соответствовать заданным

характеристикам. Таким образом, средства должны быть ремонтпригодными и взаимозаменяемыми, работать от питания промышленных сетей с напряжением в 220, 380 или 24 В.

1.3 Требования к метрологическому обеспечению

Датчики измерения давления, температуры, расхода и уровня, применяемые на УПСВ должны иметь пределы погрешностей согласно ГОСТ Р 8.903-2015. Требуемые пределы погрешностей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к погрешности измерительных каналов

№	Измеряемый технологический параметр	Норма погрешности (не более)
1	Температура	$\pm 0,3$ °С
2	Давление	$\pm 0,5\%$
3	Уровень	$\pm 0,2\%$
4	Расход	$\pm 0,15\%$

Периодическую и первичную поверку средств измерений должны проводиться в соответствии с требованиями следующих стандартов:

1. поверка термометров – по ГОСТ 8.279;
2. поверка термопреобразователей – по рекомендации «ГСИ. Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом ТСПУ 902820. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ «ВНИИМ им Д.И. Менделеева» в январе 2006 г;
3. поверка преобразователей давления – по МИ 1997;
4. поверка манометров – по МИ 2124;

1.4 Требования к программному и информационному обеспечению

Программное обеспечение системы управления должно быть достаточным для обеспечения функционала заданных требований,

реализуемых с применением средств вычислительной техники, а также иметь средства организации всех требуемых процессов обработки данных, позволяющие своевременно выполнять все автоматизированные функции во всех режимах функционирования АСУ ТП. Также программное обеспечение должно обеспечивать возможность обмена данными с любыми устройствами и иметь универсальный интерфейс разработки программ для ПЛК. Таким образом, программное обеспечение должно обеспечивать ОРС-технологию (Open Platform Communications).

Программное обеспечение автоматизированной системы должно включать в себя:

- системное программное обеспечение - операционные системы;
- инструментальное программное обеспечение;
- общее прикладное программное обеспечение;
- специальное прикладное программное обеспечение.

Программное и информационное обеспечение должно обеспечивать следующие функции:

- обработка и хранение текущих значений технологических переменных, поступающих в систему в результате опроса датчиков и первичной переработки информации;
 - создание распределённой базы данных и возможность доступа к ней;
 - отображение мнемосхем, которые представляют собой графическое изображение основного технологического оборудования, средств КИПиА, и отображают структуру алгоритмов управления и защиты, и их состояние;
 - обмена информацией в рамках распределённой системы посредством базы данных, обеспечивающей доступ к данным с локальных элементов сети.
 - возможность изменения параметров технологического процесса;
 - создание унифицированной электронной документации, отчетов

(рапортов, протоколов).

2. Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

Установка предварительного сброса воды (УПСВ) предназначена для предварительного сброса пластовой воды из водогазонефтяной эмульсии,

На УПСВ осуществляется предварительный сброс пластовой воды нефти, подготовка пластовой воды и подача ее с очистных сооружений в систему низконапорных водоводов месторождения системы ППД, учет перекачиваемой пластовой воды. Схема УПСВ показана на рисунке 1.

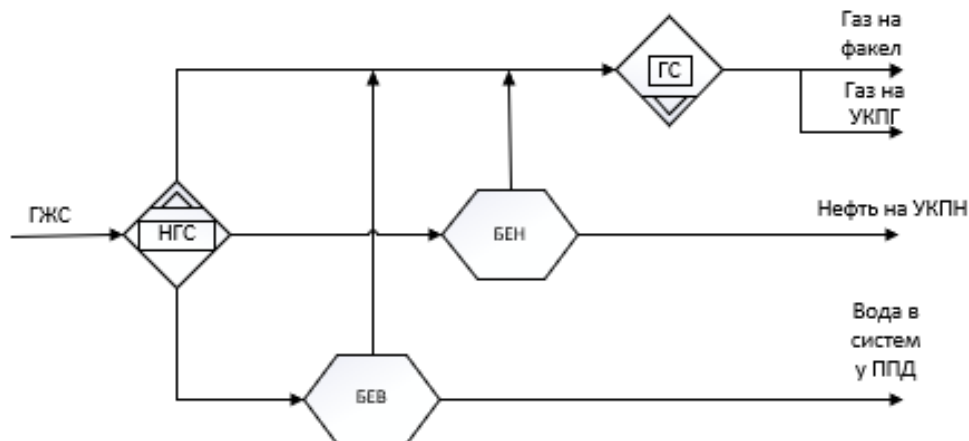


Рисунок 1 – Схема УПСВ

Газожидкостная смесь с высоким содержанием воды поступает в нефтегазовый сепаратор - НГС, где в течение некоторого времени происходит разделение на нефтяную эмульсию (с содержанием воды 10-20%) и пластовую воду. Нефть подается в буферную емкость нефти. Там же нефть дегазируется и подается дальше на УКПН. Отделенная в сепараторе пластовая вода в буферную емкость воды, после в систему ППД. Газ выделенный в нефтегазовом сепараторе и с буферных емкостей подается на ГС. Оттуда газ подается на факел и УКПГ.

2.2 Выбор архитектуры АСУ ТП

В основании разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит ее профиль. Под профилем понимаются стандарты, ориентированные на выполнение определённой задачи. Главными целями применения профилей являются:

- Снижение трудоемкости АС;
- Повышение качества оборудования АС;
- Возможность масштабирования разрабатываемой АС;
- Функциональная интеграция АС.

Профили АС включают в себя следующие группы:

- Профиль прикладного ПО;
- Профиль среды АС;
- Профиль защиты;
- Профиль инструментальных средств АС.

SCADA- пакет должен поддерживать OPC стандарт для возможности подключения любого физического устройства и иметь дополнительное ПО с возможностью разработки алгоритмов для ПЛК согласно IEC 61131-3. Таким образом для проектирования SCADA-системы выберем TIA Portal

Для разработки автоматизированной системы управления будем использовать следующее:

- Прикладное программное обеспечение: TIA Portal (SCADA система);
- Среда разработки: ОС Windows 7;
- Защита информации: стандартные средства Windows.

2.3 Разработка структурной схемы АСУ ТП

Объектом управления является УПСВ. В емкостях осуществляется замер уровня жидкости, давления, температуры, а в трубопроводах – расход

пластовой воды. Исполнительными устройствами, являются клапаны с электроприводом.

Спецификация каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой. Трехуровневая структура АС приведена в ПРИЛОЖЕНИИ Г.

Нижний уровень (полевой) состоит из: трех датчиков температуры, трех датчиков давления, трех датчиков уровня, четырех ультразвуковых расходомеров и двух исполнительных устройств (регулирующий клапан с электроприводом).

Средний уровень (контроллерный) состоит из основного и резервного контроллеров.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из коммутатора, а также компьютеров и серверов баз данных, объединенных в локальную сеть Ethernet. На компьютерах диспетчера и операторов установлены операционная система Windows 7 и программное обеспечение TIA Portal.

С нижнего уровня полевые датчики передают информацию на контроллерный уровень программируемому логическому контроллеру, который в свою очередь, выполняет следующие задачи:

- Собирает, обрабатывает и хранит всю информацию о состоянии технологического процесса и информацию о параметрах используемого оборудования;
- Осуществляет автоматизированное управление технологическим процессом;
- Выполняет команды, которые поступают с пункта управления;
- Обменивается информацией с пунктом управления.
- обрабатывает данные, при этом масштабируя их;
- поддерживает единое время всей системы;

- синхронизирует работу подсистем;
- организует создание архивов по заданным параметрам;

Операторская состоит из нескольких станций управления, которыми являются компьютеры оператора АСУ. Также в операторской расположен сервер БД. На экранах оператора АСУ отображаются технологические процессы и оперативное управление.

Для взаимодействия контроллера на нижнем уровне с полевыми датчиками и исполнительными устройствами используются каналы связи 4..20 мА для датчиков и протокол Modbus для исполнительных устройств.

Контроллеры среднего уровня и коммутатор верхнего уровня взаимодействуют посредством локальной сети Ethernet. Также используя локальные сети Ethernet взаимодействуют между собой концентратор верхнего уровня и компьютеры оператора АСУ.

2.4 Функциональная схема автоматизации

На функциональной схеме автоматизации отображаются основные технические решения, применяемые в процессе проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами. основное и вспомогательное оборудование вместе с встроенными в него регулирующими и запорными органами в данных системах является объектом управления.

Функциональная схема – это технический документ, который определяет функционально блочную структуру контуров управлениями технологическим процессом. Также на функциональной схеме автоматизации отображаются приборы и средства автоматизации, которыми оснащен объект управления.

Все элементы системы управления показаны как условные изображения, их объединяют в единую систему линиями функциональной связи.

Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической системы автоматизируемого процесса. Оборудование на схемах показаны в виде условных изображений.

В процессе разработки функциональной схемы автоматизации решают данные задачи:

- Получение первичной информации о состоянии оборудования и технологического процесса;
- Регистрация и контроль технологических параметров процессов и контроль состояния технологического оборудования;
- Непосредственное воздействие технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса.

Функциональная схема автоматизации в данной работе разрабатывается по ГОСТ 21.208-2013.

В ПРИЛОЖЕНИИ А и в ПРИЛОЖЕНИИ А1 приведена функциональная схема автоматизации УПСВ, разработанная по ГОСТ 21.208-2013.

На функциональной схеме приведены следующие обозначения:



- 1) Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту;



- 2) Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения давления, установленный по месту;



- 3) Первичный измерительный преобразователь (чувствительный

элемент) для измерения уровня, установленный по месту;



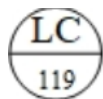
- 4) Первичный измерительный преобразователь для измерения расхода, установленный по месту;



- 5) Электропривод с асинхронным двигателем установленный на месте;



- 6) Блок управления электродвигателем с передачей положения клапана установленный на месте;



- 7) Программируемый логический контроллер установленный на щите;

2.5 Разработка схемы информационных потоков

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

- Первый уровень (уровень датчиков и исполнительных механизмов);
- Второй уровень (программируемые логические контроллеры);
- Третий уровень (АРМ оператора и диспетчера);

На первом уровне представляются датчики, в которых формируются сигналы в аналоговом и дискретном виде.

На втором уровне представляются устройства ввода/вывода. На этом уровне происходит коммутация сигналов с датчиков, а так же формирование выходного управляющего сигнала по команде контроллера со следующего уровня.

На третьем уровне представлены контроллеры. Именно здесь происходит формирование выходного управляющего сигнала, опираясь на текущие показания технологических параметров. Здесь формируется оперативная база данных, необходимая для текущего контроля процесса. Все текущие параметры передаются через коммутатор оператору.

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

- уровень жидкости в аппарате обезвоживания нефти м;
- температура нефтяной эмульсии в сепараторе °С;
- давление в аппарате обезвоживания нефти МПа;
- расход пластовой воды с аппарата обезвоживания нефти, м³/ч.

Все элементы контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), который состоит из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA_BBB_C

где

- AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:
 - PRS – давление;
 - TMP – температура;
 - LVL – уровень;
 - STT – состояние.
 - FLW - расход
- BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
 - NGS– нефтегазовый сепаратор;
 - BEN – Буферная емкость нефти;
 - BEV – Буферная емкость воды;
 - VLV – регулирующий клапан;

– GSR – газовый сепаратор

• СС – уточнение или примечание, не более 2 символов:

– 1 – нитка выхода отсепарированной нефти;

– 2 – нитка выхода пластовой воды;

– 3 – нитка выхода газа с НГС;

– 4 – нитка выхода газа с БЕН;

– 5 – нитка выхода газа с БЕВ;

– F – нитка выхода на факел

– G - нитка выхода на УКПГ

– L – низкий уровень;

– H – верхний уровень;

Знак подчеркивания необходим для отделения одной части идентификатора от другой.

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

Таблица 2 – Кодировка всех сигналов

Кодировка	Расшифровка кодировки
PRS_BEN	Давление жидкости в буферной емкости нефти
PRS_BEV	Давление пластовой воды в буферной емкости воды
PRS_NGS	Давление нефтяной эмульсии в НГС
TMP_BEN	Темпер. нефти в буферной емкости нефти
TMP_BEV	Темпер. пластовой воды в буферной емкости воды
TMP_NGS	Темп. нефтяной эмульсии в НГС
STT_V_1	Состояние клапана на линии выхода отсепарированной нефти после НГС
STT_V_2	Состояние клапана на линии выхода пластовой воды после НГС
STT_V_3	Состояние клапана на линии выхода газа с НГС
STT_V_4	Состояние клапана на линии газа с БЕН
STT_V_5	Состояние клапана на линии выхода газа с БЕВ

LVL_BEN_L	Низкий уровень жидкости в буферной емкости нефти
LVL_BEN_H	Высокий уровень жидкости в буферной емкости нефти
LVL_BEV_L	Низкий уровень жидкости в буферной емкости воды
LVL_BEV_H	Высокий уровень жидкости в буферной емкости воды
LVL_NGS_L	Низкий уровень жидкости в НГС
LVL_NGS_H	Высокий уровень жидкости в НГС
FLW_NGS_1	Расход отсепарированной нефти после БЕН
FLW_NGS_2	Расход пластовой воды после БЕВ
FLW_GSR_F	Расход на факельной нитке после газосепаратора
FLW_GSR_G	Расход на нитке выхода УКПГ после газосепаратора

2.6 Выбор технических средств автоматизации

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования

При выборе контроллерного оборудования мы рассмотрим 2 вида ПЛК: Siemens SIMATIC S7-300 и ОВЕН ПЛК150 так как они наиболее подходят для управления автоматизированными системами средних и малых объектов, а также имеют возможность подключения дополнительных модулей, что предоставляет высокую гибкость и возможность наращивания системы.

В таблице 3 представлены технические характеристики двух ПЛК: Siemens SIMATIC S7-300 и ОВЕН ПЛК150

Таблица 3 - Технические характеристики Siemens SIMATIC S7-300
ОВЕН ПЛК150.

Технические характеристики	Siemens SIMATIC S7-300	ОВЕН ПЛК150
Процессор	313С	32-х разрядный RISC процессор на базе ядра ARM9
Объем ОЗУ	8 Мбайт	8Мбайт
Время цикла	От 0,15 мс	1 мс
Тип интерфейса	RS485, Profibus, Ethernet, MPI, Modbus	RS-485, RS-232, Ethernet

Напряжение питания	24 В	220 В
Потребляемая мощность	14Вт	15 Вт
Диапазон рабочей температуры	0..+40 °С	-20..+70°С
Степень защиты	IP20	IP20
Цены ПЛК	20 503 руб.	20 650 руб.
Цен дополнительного модуля ввода вывода	12 304 руб.	11 387 руб.

Цены ПЛК и модулей ввода-вывод оказались примерно равными но быстродействие ПЛК Siemens SIMATIC S7-300 почти в 7 раз больше чем у отечественного аналога при тех же ценах. Так как в будущем планируется разработка специальных алгоритмов управления, где необходимо быстродействие выбираем ПЛК Siemens SIMATIC S7-300(Рисунок 2).



Рисунок 2 - Siemens SIMATIC S7-300

Программируемый логический контроллер Siemens SIMATIC S7-300 – подходит для разработки систем автоматизации средней степени сложности. Модульность выбранного ПЛК S7-300 позволяет выбирать различную конфигурацию подходящей под наши цели, естественное охлаждение, возможность использования структур локального и распределенного ввода-вывода, большие коммуникационные возможности, большое количество функций, поддерживаемые на уровне операционной системы, удобность эксплуатации и обслуживания предоставляет возможность получения решений для построения систем автоматического управления технологическими процессами в разных областях промышленного

производства.

Контроллер SIMATIC S7-300 имеет все возможные сертификаты и свидетельства такие как Сертификат соответствия и метрологический сертификат Госстандарт России и так далее.

Возможности контроллера позволяют решать задачи:

- скоростного счета
- измерение периода
- ПИД-регулирование
- позиционирование
- перевод выводов в импульсный режим

На рисунке 3 представлена конфигурация ПЛК.

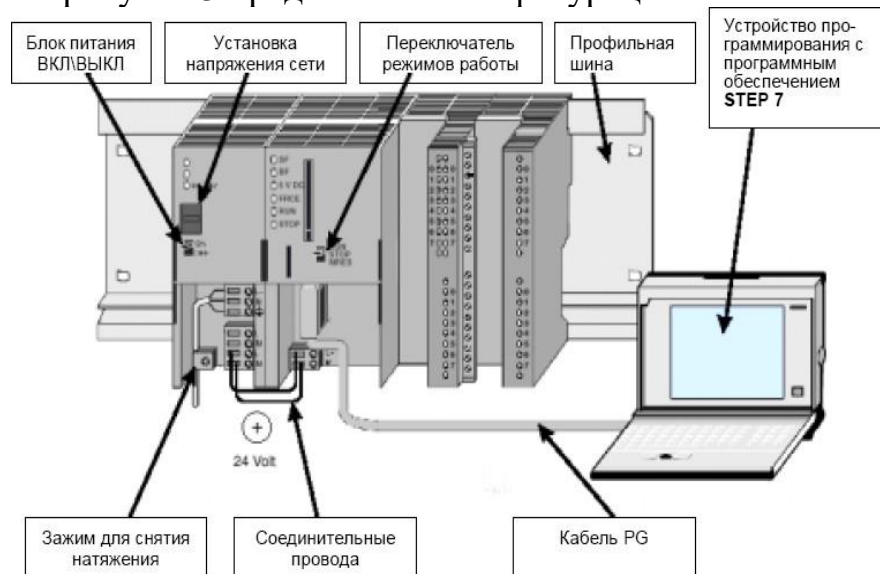


Рисунок 3 - конфигурация ПЛК

Возможная схема подключения контроллера Siemens SIMATIC S7-300 представлена на рисунке 4.

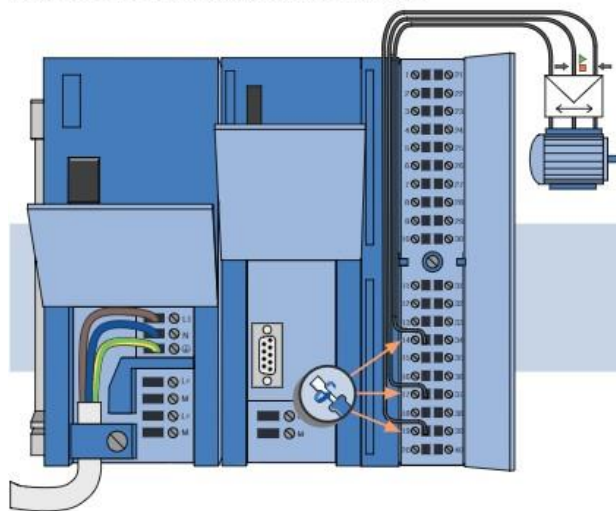


Рисунок 4 - Схема подключения контроллера

2.6.2 Выбор датчиков

2.6.2.1 Выбор датчика температуры

В процессе выбора оборудования для измерения температуры в емкостях УПСВ были выделены 2 датчика температуры: ТС Rosemount 0065 и ТСПУ Метран-276.

В таблице 4 приведены характеристики датчика ТС Rosemount 0065 и ТСПУ Метран-276.

Таблица 4 – Характеристики датчика ТС Rosemount 0065 и ТСПУ Метран-276.

Технические характеристики	Rosemount-0065	Метран 276
Измерение среды	Температура жидких среды (нефть, нефтепродукты)	Температура жидких среды (нефть, нефтепродукты)
Диапазон измерения	-59...+450°C	0...80 °C
Погрешность измерений	±0,13°C	±0,25°C
Выходной сигнал	4-20 мА	4-20 мА
Работоспособность при температуре окружающей среды	-50..+40°C	-50..+85°C
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP65/IP68	IP65

Вид взрывозащиты	0ExiaIICT6	0ExiaIICT6
Цена	21000 руб.	2800 руб.

Как видно при относительно одинаковых характеристиках цена у Rosemount в 7 раз выше, таким образом, анализируя соотношение цена-качество был выбран датчик Метран 276 (рисунок 5).



Рисунок 5 - датчик температуры ТСПУ Метран-276

Габаритные и присоединительные размеры, а также схема подключения приведена на рисунке 6 и 7.

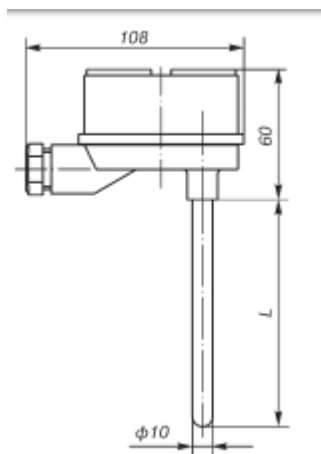


Рисунок 6 - Габаритные размеры Rosemount-0065

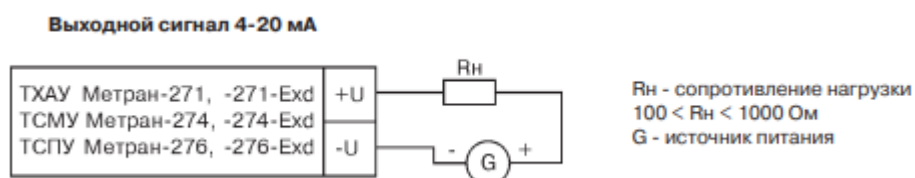


Рисунок 7 – Схема внешних электрических подключений

Принцип работы датчика:

Управление датчиком осуществляется дистанционно с помощью управляющих устройств, связь управляющих устройств осуществляется по аналоговому каналу – передачей информации об измеряемой температуре в виде постоянного тока 4-20мА. Принцип работы этого датчика основан на том, что в замкнутых контурах проводников возникает электрический ток. Для измерения температуры, один конец термопары помещают в среду измерения, а другой служит для снятия значений.

2.6.2.2 Выбор датчика уровня

В процессе выбора оборудования для измерения уровня в емкостях УПСВ были отмечены два уровнемера, отечественный Элемер УЛМ-31А1 и Rosemount 3100.

В таблице 5 приведены характеристики уровнемеров.

Таблица 5 - Технические характеристики уровнемера Rosemount 3100.

Техническая характеристика	Rosemount 3100	Элемер УЛМ-31А1
Диапазон измерений	от 300 до 12000мм	От 600 до 3000 мм
Погрешность измерений	±3мм	±3мм
Выходной сигнал	4-20 мА/HART	4-20 мА/HART
Диапазон рабочих температур окружающей среды	-30...+70°С	-40...+60°С
Степень защиты датчиков от воздействия	IP66	IP55

пыли и воды		
Цена	86000 руб.	128 858 руб

Как видно из таблицы при относительно одинаковых характеристиках цена у Элемер УЛМ-31А1 больше на 42000 рублей. Таким образом, по соотношению цена-качество был выбран датчик уровня Rosemount 3100 (рисунок 8).



Рисунок 8 - уровнемер Rosemount 3100

Датчики могут быть использованы для бесконтактного измерения уровня, непрерывного измерения уровня, расчет объема или расхода в открытых каналах. Конструкция из непластифицированного поливинилхлорида позволяет обеспечивать прочность и надежную работу в емкостях.

Принцип работы датчика: ультразвуковые импульсы излучаются уровнемером и отражаются от поверхности жидкости. Уровнемер улавливает отраженные эхо-сигналы и измеряет временной интервал между моментом излучения и приёма отраженного сигнала. На основании полученного временного интервала рассчитывается расстояние до поверхности жидкости. Также уровнемер оснащен встроенным датчиком температуры, который обеспечивает автоматическую компенсацию изменений температуры окружающей среды и их влияния на результаты измерений уровня. Результаты

измерений уровня передаются посредством аналогового сигнала 4-20 мА с наложенным цифровым сигналом HART. Габаритные и установочные размеры, а так же схема подключения, показаны на рисунках 9 и 10.

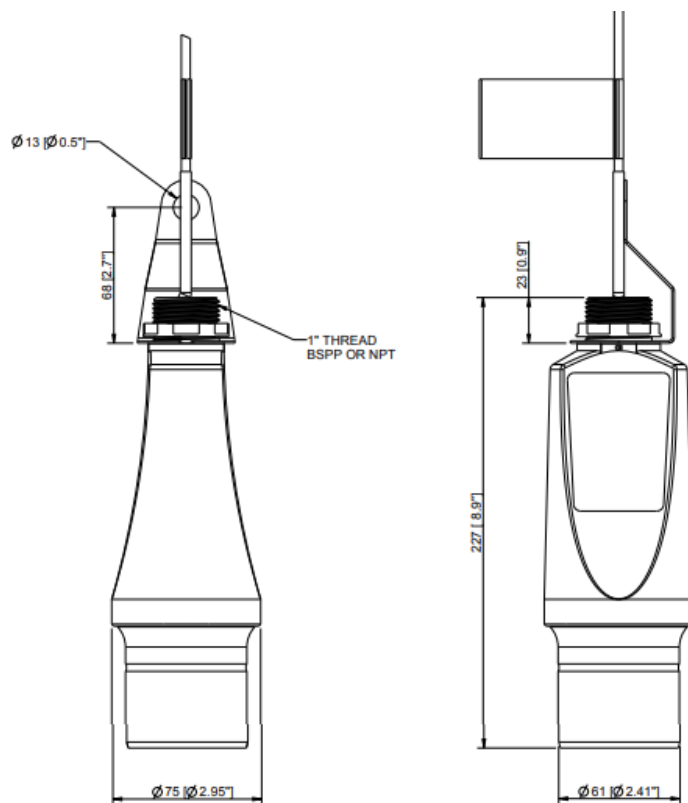


Рисунок 9 – Габаритные и установочные размеры Rosemount 3100

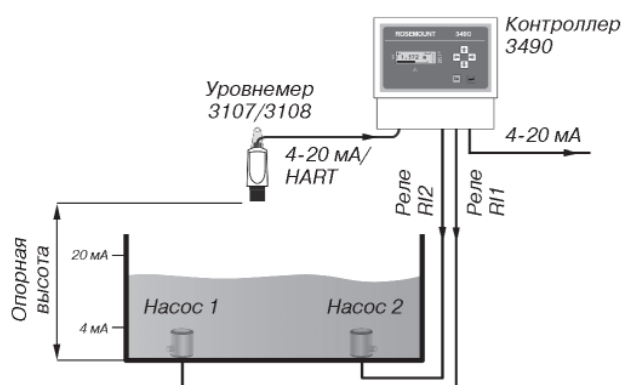


Рисунок 10 – Схема подключения Rosemount 3100

2.6.2.3 Выбор датчика расхода

В процессе подбора расходомеров были отмечены 2 ультразвуковых расходомера Krohne OPTISONIC 3400 и РУС-1 характеристики которых

представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Технические характеристики OPTISONIC 3400

Расходомеры	OPTISONIC 3400	РУС-1ЕХ
Погрешность	±0.1%	±0.7%
Тип защиты	IP 67	IP 55
Материал корпуса	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
Макс. расход	57 750 м ³ / час	110 000 м ³ /час
Макс. скорость потока	20 м/с	12 м/с
Температура изм. среды	-20 ... +180 °С	0 ... +150 °С
Температура окруж. среды	-25 ... + 55 °С	-40 ... + 60 °С
Рабочее давление	100 бар	100 бар
Взрывозащищенность	1ExibIIBT5	1ExibIIBT5
Цена	111 440 руб.	35000 руб.

Как видно из таблицы у расходомера РУС-1Ех сравнительно неплохие технические характеристики при цене почти в 3 раза меньше, чем у иностранного аналога. Таким образом был выбран расходомер РУС-1Ех. В результате выбора для регистрации расходуемой нефти и воды будет использоваться ультразвуковой расходомер РУС-1Ех. Данный расходомер представляет собой 3-лучевой врезной ультразвуковой расходомер, предназначенный для широкого спектра стандартных применений и применений с повышенными требованиями с использованием однородных, невязких водосодержащих жидкостей, а также жидкостей с вязкостью до более 1000 сСт. Он идеально подходит для измерения расхода низкотемпературных (до -200°С / -328°F) и высокотемпературных (до +250°С / +482°F) сред, а также для работы при низком или очень высоком давлении. РУС-1Ех доступен в исполнении с различными номинальными диаметрами – от DN25 / 1" для использования в процессах дозирования до DN3000 / 120" для линий перекачки воды.

Принцип измерения, основанный на разности времени прохождения ультразвуковых сигналов, обеспечивает для 3 акустических лучей расходомера возможность с высокой точностью проводить измерения в обоих направлениях потока независимо от профиля потока в том числе при неблагоприятных монтажных условиях (например, при наличии коротких прямых участков на

входе и выходе). По показателям скорости звука устройство также может идентифицировать изменения в параметрах технологического процесса или обнаружить загрязнения в жидкости. Полностью сварная конструкция расходомера обеспечивает отсутствие потерь давления и не требует технического обслуживания. Расходомер доступен с фланцевыми и сварными присоединениями. Он предлагает обширные диагностические возможности и поставляется с различными вариантами цифровой связи.

На рисунке 11 представлен ультразвуковой расходомер РУС-1Ех



Рисунок 11- ультразвуковой расходомер РУС-1Ех

Габаритные размеры и изображены на рисунке 12.

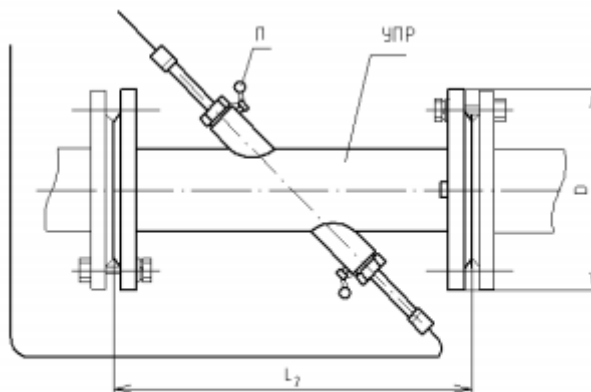


Рисунок 1 б1

Габаритные размеры УПР 40...200 мм

Рисунок 12 – Габаритные размеры РУС-1Ех

2.6.2.3 Выбор датчика давления

Выбор преобразователя проходил из двух вариантов приборов:

Rosemount 3051 от компании “Метран”, и его аналог от компании “Yokogawa EC” EJX 430A, так, как они соответствуют необходимым требованиям указанных в техническом задании.

Технические характеристики двух датчиков представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Технические характеристики EJX 430A и Rosemount 3051.

Технические характеристики	Rosemount 3051	EJX 430A
Измеряемые среды	Газ, нефть, вода	Газ, нефть, вода
Диапазон измерений	От 0,05 до 9.6МПа	От 0,1 до 10МПа
Погрешность приборов	±0,065%,	±0,04%
Диапазон рабочих температур измеряемой среды	-55...+95°C	-60...+98°C
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP66	IP67
Цена	66520 руб.	39000 руб.

Как видно из таблицы погрешность измерений у EJX 430A меньше чем у аналога а цена почти в два раза меньше. Таким образом был выбран датчик давления EJX 430A (рисунок 13), он имеет унифицированный сигнал постоянного тока 4 ... 20 мА, и подходит для работы с агрессивными средами.



Рисунок 13 - Датчик давления EJX 430А

Датчик предназначен для преобразования давления рабочих сред: жидкости, пара, газа в унифицированный токовый сигнал.

Датчик имеет взрывозащищенное исполнение. Взрывозащищенные датчики имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» и соответствуют требованиям ГОСТ 30852.0, ГОСТ 30852.10 и выполняются с видом взрывозащиты «особовзрывобезопасный» с маркировкой по взрывозащите – 0ExiaIICT5 X.

Установочные и присоединительные размеры датчика и схема подключения EJX 430А приведены на рисунке 14 и 15.

Принцип работы датчика:

Датчик состоит из сенсорного модуля и электронного преобразователя. Сенсорный модуль состоит из измерительного блока и платы аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Давление подается в камеру измерительного блока, преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сигнала. Электронный преобразователь преобразует электрический сигнал в соответствующий выходной сигнал.

Сенсорный модуль датчиков состоит из корпуса и емкостной измерительной ячейки. Емкостная ячейка изолирована механически,

электрически и термически от технологической измеряемой среды и окружающей среды. Измеряемое давление передается через разделительные мембраны и разделительную жидкость к измерительной мембране, расположенной в центре емкостной ячейки.

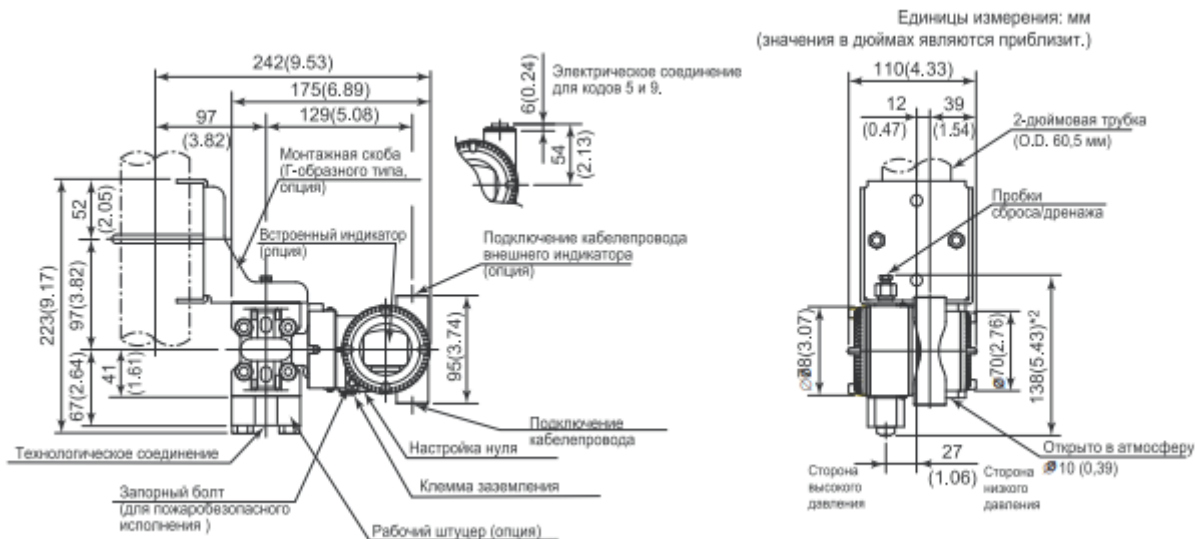


Рисунок 14 - Установочные и присоединительные размеры датчика Метран-150



Рисунок 15 – Схема подключения датчика Метран-150 (4...20 мА.)

2.6.2 Выбор исполнительного механизма

2.6.2.1 Выбор электропривода

В качестве электропривода был выбран привод РэмТЭК-02 модификации “V”. Данный электроприводы был выбран потому, что отлично подходит для решения задач регулирования, соответствует требованиям взрывозащиты и может эксплуатироваться в жестких условиях с расширенным температурным диапазоном окружающей среды.



Рисунок 16 – Электропривод РэмТЭК-02

Взрывозащищенные многооборотные, поворотные, линейные электроприводы серии РэмТЭК-02 предназначены для управления трубопроводной арматурой Ду от 25 до 200 мм во взрывоопасных зонах классов 1 и 2 по ГОСТ Р 51330.9-99, в жестких условиях эксплуатации с расширенным температурным диапазоном окружающей среды (от минус 60 до плюс 50°C).

Применение - Поворотные дисковые затворы, шаровые краны, клапаны для регулирования технологического параметра (давление, расход), запорная арматура (клиновья, шиберная и т.д.), в том числе для систем противоаварийной защиты (ПАЗ).

Электропривод выпускается в четырех модификациях по способу управления электродвигателем "V", "S", "M" и "R". Для решения наших задач будем использовать электропривод модификации "V" со встроенным преобразователем частоты, так как он наиболее подходит для регулирования клапана.

Основные функции:

- регулирование технологических параметров (давление, расход, температура) с помощью встроенного ПИД-регулятора (модификация

"V")

- полный комплекс защит электродвигателя
 - дистанционное управление электроприводом с помощью встроенного модуля ввода/вывода, включающего в себя, в зависимости от модификации по интерфейсным сигналам:
 - аналоговое управление 4...20 мА
- управление и сигнализацию по дискретным входам/выходам
- встроенные интерфейсы RS-485 (Modbus RTU) и CAN
- управление электроприводом со встроенного поста управления или с помощью ручного дублера
 - самоторможение выходного звена при исчезновении питания для линейного и поворотного исполнений
 - самодиагностика аварийных и предаварийных событий и сохранение их в "черном ящике" с привязкой ко времени.

Технические характеристики указаны в таблице 8

Таблица 8-Технические характеристики

Взрывозащита	1ExdПВТ4
Степень защиты	IP67
Диапазон рабочих температур, °С	от -60 до +50
Напряжение Питания РэмТЭК-02	380 (-50 %, +47 %)

2.7 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в ПРИЛОЖЕНИИ В и в ПРИЛОЖЕНИИ Г.

Первичные и вне щитовые приборы включают в себя датчики уровня жидкости, температуры, датчики давления, расходомеры. Сигнал с данных приборов преобразуется в унифицированный токовый сигнал 4...20 мА.

Для передачи сигналов от уровнемера, датчика температуры, датчика давления, расходомеров, на клеммную соединительную коробку будем

использовать кабель “КВВГЭнг(А) LS” по четыре провода, а на исполнительный механизм 6 проводов. Таким образом мы обеспечим запас проводов.

КВВГЭнг(А)-LS – кабели контрольные не распространяющие горение, с низким дымо-газовыделением, предназначены для эксплуатации в кабельных сооружениях и помещениях, в том числе в системах АС классов 2,3 и 4 по классификации ОПБ-88/97, для передачи и распределения электрической энергии и электрических сигналов в стационарных установках при переменном 600В и постоянном напряжении до 1000 В. Климатическое исполнение УХЛ и Т, категория размещения 5 по ГОСТ 15150-69.

2.8 Выбор алгоритмов управления АС (УПСВ)

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

- Алгоритмы пуска (запуск/остановка) технологического оборудования (релейные пусковые схемы) (разрабатываются на ПЛК и SCADA-форме);
- Релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа) (реализуются по ПЛК);
- Алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логических завершенных программных блоков) (реализуется на ПЛК);
- Алгоритмы централизованного управления АС (реализуется на ПЛК или SCADA-форме).

В данном курсовом проекте разработаны следующие алгоритмы АС:

- Алгоритм сбора данных;
- Алгоритм автоматизированного регулирования технологическим параметром;

2.8.1 Разработка алгоритма автоматического регулирования уровня жидкости

В качестве объекта управления будет ёмкость, где происходит сепарация нефтяной эмульсии, регулировать уровня жидкости будет осуществляться с помощью дросселирования регулирующего клапан на выходе с НГС. Управление клапаном будет осуществляться с помощью асинхронного двигателя и частотным преобразователем. Алгоритм поддержания уровня жидкости в НГС представлен в ПРИЛОЖЕНИИ Е.

2.8.2 Моделирование САР уровня нефти НГС

Чтобы обеспечить необходимый уровень жидкости в аппарате обезвоживания нефти используется регулирующийся клапан, установленный после НГС, путем дросселирования рабочего органа достигается необходимый уровень. Объектом управления является резервуар аппаратом обезвоживания нефтяной эмульсии. Процесс, происходящий в резервуаре в простейшем виде может описываться так:

$$h(t) = K * \left(\frac{d(F_{\text{пр}}(t) - F_{\text{от}}(t))}{dt} \right)$$
$$K = \frac{\text{Уровень жидкости}}{\text{Объем жидкости в резервуаре}} = \frac{\text{М}}{\text{М}^3}$$

где:

$h(t)$ -Изменение уровня жидкости в резервуаре;

$F_{\text{пр}}(t)$ -входной расход являющийся возмущающим воздействием;

$F_{\text{от}}(t)$ -выходной расход, регулируемая величина;

Регулирующий клапан описывается интегральным звеном:

$$W_3(p) = \frac{1}{p}$$

Асинхронный двигатель представим в виде апериодического звена который преобразует электрическую энергию, с коэффициентом усиления равным 10 и

временным коэффициентом равным 0.2:

$$W_d(p) = \frac{10}{0.2 \cdot p + 1}$$

Динамику частотного преобразователя будем рассматривать как усилительное звено с коэффициентом усиления К равным исходя из соображений, что он, пропуская через себя напряжение питания, выдает 100%.

Регулирование будем осуществлять ПД-регулятором с пропорционально-дифференцирующим законом регулирования:

$$P + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}}$$

На рисунке 17 представлена модель системы регулирования, созданная в Simulink.

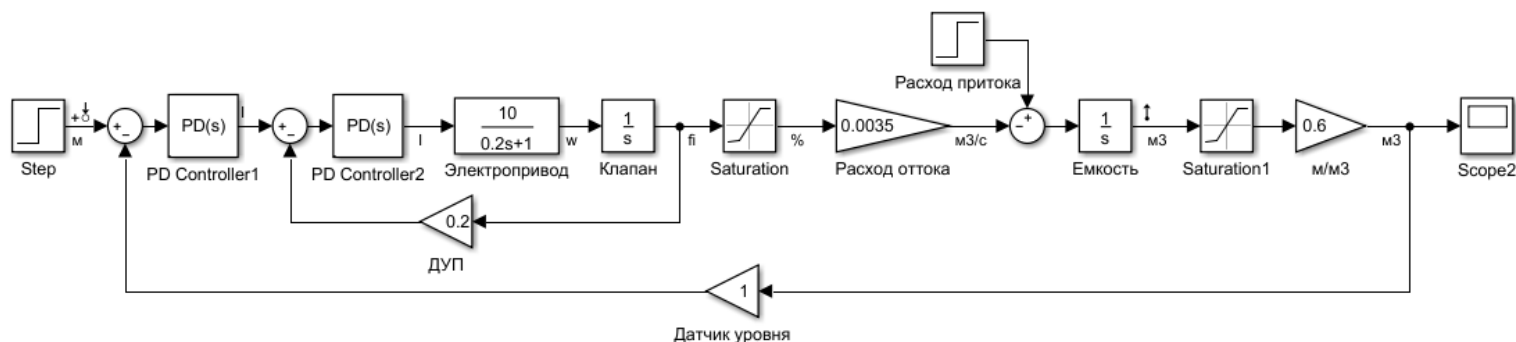


Рисунок 17 – Схема САУ уровня жидкости в SIMULINK

Так как, система обладает свойством полностью устранять установившуюся ошибку, т.е. обладает астатизмом, решено использовать ПД-регулятор.

Замкнутый контур регулирования функционирует следующим образом. Уровень на выходе объекта управления измеряется уровнемером, сигнал с которого сравнивается с уставочным значением. Разность между измеренным и уставочным значениями называется ошибкой регулирования.

Данный сигнал (ошибка) поступает на ПД-регулятор. В зависимости от значения ошибки с ПД-регулятора поступает управляющее воздействие на исполнительный механизм. Исполнительный механизм состоит из частотного преобразователя, электропривода и регулирующего клапана. Управляющее воздействие проходит через частотный преобразователь, осуществляющий регулирование скоростью вращения электропривода. Электропривод оказывает воздействие на регулирующий клапан, а перемещение шпинделя регулирующего клапана влияет на величину расхода в трубопроводе тем самым влияя на уровень жидкости в емкости.

Для настройки коэффициентов ПД-регулятора воспользуемся автоматической настройкой регулятора встроенным в “SIMULINK”.

В результате настройки коэффициентов ПД-регулятора с помощью программных средств Simulink, коэффициент для П вышел равным 0.9588 а для Д коэффициента 0.18. Переходный процесс представлен на рисунке 18.

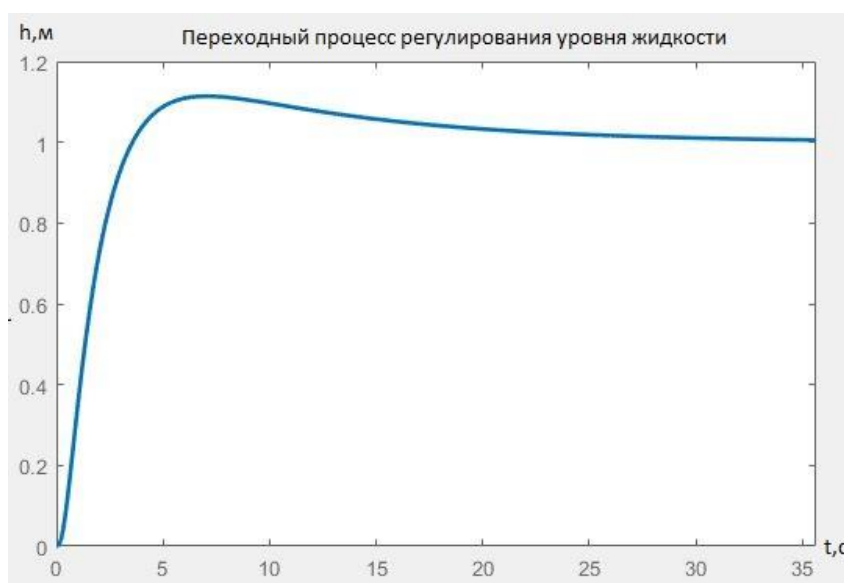


Рисунок 18 – Переходный процесс регулирования уровня жидкости с использованием ПД-регулятора

По графику переходного процесса можно увидеть, что время переходного процесса составляет 9.58 секунд, а перерегулирование составляет меньше 10 %. Таким образом путем настройки ПД-регулятора мы достигли

необходимого быстродействия системы.

В системе учитывается возмущение в виде притока жидкости, ниже на рисунке 19 приведена реакция системы на возмущение равной 0.3 м³/с,

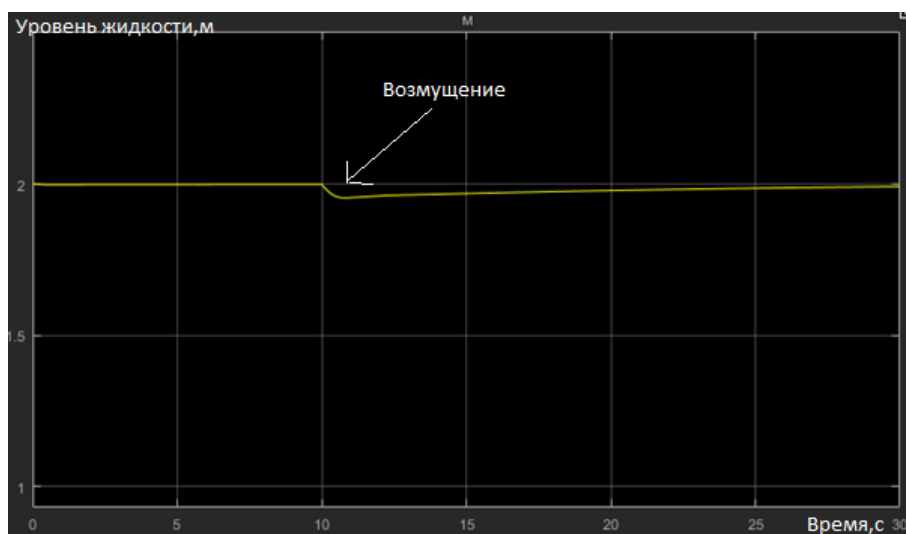


Рисунок 19 – Реакция системы на возмущение

2.9 Разработка экранной формы

Управление в АС УПСВ реализовано при помощи экранной формы, на которой наглядно представлен ход технологического процесса, значения его параметров и состояния устройств.

Управление в АС установки предварительного сброса воды реализовано с использованием SCADA системы TIA Portal. Эта система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении.

В TIA Portal предусмотрена OPC технология, которая предполагает возможность использования оборудования различных производителей. Выбранная SCADA-система не имеет ограничений на выбор аппаратуры нижнего уровня. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули.

Пользователь может задавать уставки уровней жидкости в резервуарах, и дистанционно управлять клапанами. В начале пользователь авторизуется, после авторизации на экране отображается основная экранная форма, которая отображает процесс в целом, а так же показания технологических параметров УПСВ.

Экранная форма приведена в ПРИЛОЖЕНИИ Е

На мнемосхеме УПСВ отображается работа следующих объектов и показания приборов:

- Давление в аппарате обезвоживания нефти и в буферных емкостях;
- Уровень в аппарате обезвоживания нефти и в буферных емкостях;
- Текущий расход нефти, воды и газа;
- Температура среды в емкостях
- Положение регулирующих клапанов

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т4А	Тарабукин Иннокентий Михайлович

Школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- 1. Оценка конкурентоспособности технических решений*
- 2. Матрица SWOT*
- 3. График проведения бюджета 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
Старший преподаватель ОСГН	Хаперская Алена Васильевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т4А	Тарабукин Иннокентий Михайлович		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются организации в нефтегазовой отрасли, занимающиеся добычей нефти и газа с месторождения, и подготовкой нефтепродукта перед отправкой в транспортную систему, состоящей из магистральных нефтегазопроводов.

По итогам сегментирования определены основные сегменты данного рынка. В таблице 9 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» - АО «Элеси», «Б» - ПАО «Газпром Нефть», «В» - ГК «Ракурс».

Таблица 9 – Карта Сегментирования

		Направление деятельности		
		Проектирование нефтяных и газовых месторождений	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	А,В	-	-
	Средняя	-	Б,В	Б,В
	Крупная	Б	А	А

Анализируя полученную карту сегментирования, выбираем следующий сегмент рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний.

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Для того, чтобы выявить ресурсоэффективность научной разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 10, где в качестве конкурентных разработок для сравнения были взяты проектируемая АСУ ТП

УПСВ, существующая АСУ ТП УПСВ и разработка АСУ ТП сторонней организацией.

Таблица 10 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		Проект. АСУ ТП	Существующая АСУ ТП	Разработка АСУ ТП сторонней организацией.	Проект. АСУ ТП	Существующая АСУ ТП	Разработка АСУ ТП сторонней организацией.
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,08	4	2	4	0,32	0,16	0,32
Удобство в эксплуатации	0,06	4	2	4	0,24	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,05	3	3	2	0,15	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,05	2	4	2	0,1	0,15	0,1
Надежность	0,12	5	2	4	0,6	0,24	0,48
Уровень шума	0,02	2	2	2	0,04	0,04	0,04
Безопасность	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	3	2	3	0,09	0,06	0,09
Простота эксплуатации	0,07	4	3	4	0,28	0,21	0,28
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

Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	2	3	0,06	0,06	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
Цена	0,07	5	5	1	0,35	0,35	0,07
Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,04	3	2	1	0,12	0,08	0,04
Наличие сертификации разработки	0,04	1	3	5	0,04	0,12	0,2
Итого:	1	60	50	61	3,58	2,67	3,39

Главным преимуществом проектируемого в рамках ВКР АСУ ТП является меньшая цена разработки, при тех же характеристиках как у конкурентов.

3.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Таким образом, была составлена итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 11, которая помогает скорректировать направление реализации проекта.

Все результаты SWOT-анализа представлены ниже.

Таблица 11 – Матрица SWOT

		Сильные стороны			Слабые стороны		
		С1. Экономичность и энергоэффективность проекта	С2. Экологичность технологии	С3. Более низкая стоимость	Сл1. Отсутствие прототипа проекта	Сл2. Мало инжиниринговых компаний, способной построить производство под ключ	Сл3. Отсутствие необходимого оборудования
Возможности	В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ	+	+	+	-	-	-
	В2. Использование существующего программного обеспечения	+	0	-	-	-	-
	В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт	+	+	0	-	-	-
	В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований	0	-	+	-	-	-
Угрозы	У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства	-	-	-	+	0	0
	У2. Развитая конкуренция технологий производства	-	-	-	-	+	+
	У3. Ограничения на экспорт технологии	-	-	-	-	+	-
	У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции	-	-	-	-	-	+

Таким образом, сильные стороны проекта удовлетворяют его возможностям. Экологичность и более низкая стоимость позволяют использовать практически все возможности для развития исследований. Однако, слабые стороны проекта в сочетании с внешними угрозами могут плохо сказаться на будущем проекта.

3.4 Планирование научно-исследовательских работ

В разработке проекта задействованы следующие исполнители: научный руководитель (НР) и непосредственно студент (С), выполняющий написание бакалаврской ВКР. Перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования с указанием исполнителей представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

3.5 Разработка графика проведения научного исследования

В качестве графика проведения научного исследования использовалась диаграмма Ганта(таблица 13), т.к. она является наиболее наглядным и удобным способом построения ленточного графика. 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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 91 - 28} = 1.48$$

Таблица 13– Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы						Длительность работы в рабочих днях, $T_{\text{рi}}$		Длительность работы в календарных днях, $T_{\text{кi}}$		Исполнители
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}$, чел-дни		НР	С	НР	С	
	НР	С	НР	С	НР	С					
Составление и утверждение технического задания	1	–	2	–	1,4	–	1,4	–	2	–	1
Подбор и изучение материалов по теме	–	2	–	5	–	3,2	–	3,2	–	5	1
Изучение существующих объектов проектирования	–	2	–	5	–	3,2	–	3,2	–	5	1
Календарное планирование работ	1	1	2	2	1,5	1,5	0,75	0,75	1	1	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	–	5	–	10	–	8	–	8	–	12	1
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	–	2	–	4	–	3	–	3	–	5	1
Сопоставление результатов экспериментов теоретическими исследованиями	–	7	–	10	–	9	–	9	–	14	1
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	5	5	4	4	2	2	3	3	2
Определение целесообразности проведения ОКР	2	2	3	3	2,4	2,4	1,2	1,2	2	2	2
Разработка ФСА по ГОСТ и ANSI/ISA	–	3	–	5	–	4	–	4	–	6	1

Составление схем инф. потоков	–	1	–	2	–	2	–	2	–	3	1
Составление перечня вход/выходных сигналов	–	3	–	5	–	4	–	4	–	6	1
Разработка алгоритмов автоматического управ.	–	2	–	5	–	3	–	3	–	5	1
Проектирование SCADA-системы	–	1	–	5	–	4	–	4	–	6	1
Составление схемы внешних проводов	–	4	–	7	–	5	–	5	–	8	1
Разработка структурной схемы автоматического управления	–	2	–	4	–	3	–	3	–	5	1

На основе таблицы 13 строится календарный план-график по максимальной длительности работ с разбивкой по месяцам и декадам. В таблице 14 представлен календарный план-график.

Таблица 14– Календарный план-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность работ														
			Февраль			Март			Апрель			Май					
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
1	Составление и утверждение технического задания	НР															
2	Подбор и изучение материалов по теме	С															
3	Изучение существующих объектов проектирования	С															
4	Календарное планирование работ	НР															
		С															
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	С															
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	С															
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	С															
8	Оценка эффективности полученных результатов	НР															
		С															
9	Определение целесообразности проведения ОКР	НР															
		С															

10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	С																		
11	Составление схемы информационных потоков	С																		
12	Составление перечня вход/выходных сигналов	С																		
13	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	С																		
14	Проектирование SCADA-системы	С																		
15	Составление схемы внешних проводок	С																		
16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	С																		

■ - Студент, ■ - Научный руководитель

3.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 15 сведены данные о материальных затратах на научное исследование.

Таблица 15- Материальные затраты

Наименование	Количество, шт	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер " Siemens SIMATIC s7-300 "	2	106 000	212 000
Расходомер "KROHNE ALTOSONIC III"	2	120 000	240 000
Датчики давления " Rosemount 3051 "	3	35 000	105 000
Датчик температуры "Rosemount-0065"	3	21 000	63 000
Уровнемер "Rosemount 3100 "	3	25 000	75 000
Блок управления "AUMATIC AC 01.2 "	2	58 000	116 000
Электропривод "AUMA SAR 07.1 "	2	150 000	300 000
Итого:			1 111 000

Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования и программного обеспечения необходимого для разработки SCAD-системы.

Расчет по приобретению спецоборудования и ПО включены в таблицу 16.

Таблица 16- Расчет бюджета на приобретение спецоборудования

Наименование	Цена за ед.,руб.	Количество	Сумма, руб.
Персональный компьютер	30000	1	30000
Интернет кабель	250	1	250
TIA PORTAL v14	14000	й	14000
Итого			44250

Основная заработная плата исполнителей темы

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_p,$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 для Томска.

Месячный должностной оклад работников Томского политехнического университета указан в «Таблице окладов ППС и НС» ТПУ.

Расчет основной платы представлен в таблице 17.

Таблица 17– Расчет основной заработной платы

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премимальный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ	Заработная плата основная
НР	21224,86	0,3	0,2	1,3	28006,5	2118,20	7	9113,98
С	7500	0,3	0,5	1,3	15320	915,11	59	32751,00
Итого:								41864,98

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата учитывает величину доплат за отклонения от нормальных условий труда, предусмотренных Трудовым кодексом Российской Федерации, а также выплаты, связанные с обеспечением компенсаций и гарантий.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

В результате получили следующие значения:

$$Z_{\text{допНР}} = 0,15 \cdot 9113,98 = 1367,10 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{допС}} = 0,15 \cdot 32751 = 4912,65 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье отражаются обязательные отчисления по установленным законодательствам Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Расчет отчислений приведен в таблице 18.

Таблица - 18

Исполнители	$k_{внеб}$	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{доп}$, руб.	$Z_{внеб}$, руб.
НР	0,271	9113,98	1367,10	2840,37
С	0,271	32751,00	4912,65	10206,85
Итого		41864,98	6279,75	13047,22

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

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

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, 16 %.

$$\begin{aligned} Z_{накл} &= (1111000 + 44250 + 41864 + 6279,75 + 13047,22) * 0.016 \\ &= 19463,06 \end{aligned}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта

Определение бюджета затрат приведено в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет бюджета НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	1111000
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44250
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	41864
Отчисления во внебюджетные фонды	6279,75
Накладные расходы	19463,06
Бюджет затрат НТИ	1222856,81

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

Финансовая эффективность научного исследования определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Результаты подсчета финансовых показателей приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет интегрального финансового показателя

Вариант исполнения	Φ_{max}	Φ_{pi}	$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$
Система спроектированная ГК «Ракурс»	1 579 012	1 438 562	0,91
Спроектированная система		1 222 856	0,77

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Сравнительный анализ приведен в таблице 21.

Таблица 21 - Сравнительная оценка вариантов исполнения

Критерии / Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исполнение студента	Исполнение ГК «Ракурс»
1.Удобство эксплуатации	0,25	4	3
2.Энергосбережение	0,15	4	4
3.Помехоустойчивость	0,25	4	4
4.Надежность	0,2	3	4
5.Способствует росту производительности труда пользователя	0,15	4	4
Итого	1	3,8	3,75

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{I_{финр}}$$

Результаты расчета показателей сведены в таблицу 22.

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработок

№ п/п	Показатели	Исполнение Студента	Исполнение ГК «Ракурс»
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,77	0,91
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	3,8	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	4,94	4,12
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,83

Анализируя полученные показатели ресурсной и финансовой эффективности, можно судить, что проектируемая АСУ ТП является более эффективной, по сравнению аналогом, за счет финансовой составляющей проекта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Т4А	Тарабукин Иннокентий Михайлович

Школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	Автоматизация УПСВ
--	--------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Требования к техническим средствам автоматизации	Здесь будут представлены требования к техническим средствам для обеспечения должной надежности и безопасности.
2. Передача информации в автоматизированных системах	В данном вопросе представлены схема информационных потоков, которая обеспечивает передачу быстрой, точной и достоверной информации с полевого до верхнего уровня.
3. Программное обеспечение АРМ	В данной части рассматриваются программные функции, которые необходимы для своевременного принятия решений на автоматизированном рабочем месте УПСВ

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т4А	Тарабукин Иннокентий Михайлович		

4.Социальная ответственность

В данной работе разрабатывается автоматизированная система управления установки предварительного сброса пластовой воды. Система должна обеспечивать безаварийную эксплуатацию узлов УПСВ в автоматическом или ручном режиме, при помощи современных средств автоматизации. Для обеспечения безаварийной эксплуатации, система должна быть отказоустойчивой и спроектирована так что бы минимизировать человеческий фактор. В связи с этим будут разработаны меры увеличению надежности системы, такие как: резервирование ПЛК, использование датчиков взрывозащищенного исполнения с необходимой защитой от механических воздействий и от влаги использование современной передачи информации. Для уменьшения человеческого фактора будет разработана специальная экранная форма.

4.1 Требования к техническим средствам автоматизации

Контрольно-измерительные приборы используемые в системе должны иметь унифицированный сигнал с диапазоном 4-20мА и иметь взрывозащищенное исполнение там где необходимо. Обработка поступающих с датчиков сигналов и подача управляющих воздействий на исполнительные механизмы будет реализовано с помощью ПЛК. Средство управления должно реализовывать следующие функции: ввод токового сигнала диапазоном 4-20мА с барьером искрозащиты, ввод милливольтовых сигналов с барьером искрозащиты, ввод дискретных сигналов, вывод управляющего токового сигнала, вывод дискретных управляющих сигналов, обработка получаемых сигналов

На УПСВ предполагается использовать первичные преобразователи со следующими характеристиками:

- дискретный выход – «сухой контакт»;
- аналоговый выход – 4..20 мА;

- термопреобразователи и термопары с номинальными техническими характеристиками ТСП100 и ХА;
- вид взрывозащиты – взрывобезопасное исполнение;
- защита от влаги и механических воздействий(IP);
- требуемые точностные характеристики;
- климатическое исполнение от -60...+35°C

Все технические средства должны соответствовать требованиям устойчивости, безотказность в режиме заданной в реальных или искусственных условиях внешней среды. Таким образом, средства должны быть ремонтпригодными и взаимозаменяемыми, работать от питания промышленных сетей с напряжением в 220 или 380 В.

Общие требования к микроконтроллерам указаны в ГОСТ Р 51841-2001. В нашей системе используется ПЛК Siemens S7-300 которая соответствует степени защиты IP65, такая же ПЛК будет обеспечивать горячее резервирование.

Необходимо учесть возможность расширения АСУ ТП путем подключения дополнительных подсистем управления (контроллеров) и модулей ввода-вывода, а также других аппаратных компонентов в объеме до 20% (30% по дискретным каналам ввода-вывода) от использования. Для повышения надежности системы, согласно МИ 2825-2003, для контроллеров рекомендуется организовать «горячее» резервирование.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений по УПСВ не должны превышать значений, указанных в ГОСТ Р 8.595-2004.

4.2 Передача информации в автоматизированных системах

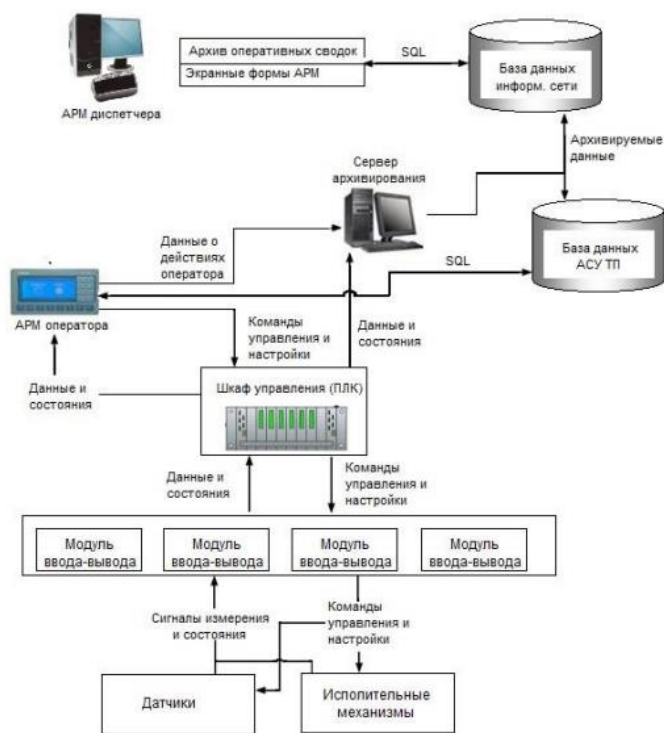


Рисунок 20 – Схема информационных потоков АСУ ТП

Данную схему можно разделить на несколько уровней(рис.20).

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

На следующем уровне ПЛК направляет потоки преобразованной информации, как на АРМ оператора, так и в сервер архивирования. АРМ принимает и отображает полученную информацию. От АРМ могут поступать команды управления, передаваемые на ПЛК. Действия оператора в виде журналов событий, системных сообщений направляются в сервер архивирования. В сервере архивирования вся полученная информация структурируется, после чего информация передается в базы данных. Обращаться к базе данных возможно посредством SQL запросов, например, «Показать данные о параметрах ТП за сутки (неделю)» и т.п.

Верхний уровень представлен базой данных информационной сети и АРМ диспетчера, общение между которыми происходит также по средствам SQL запросов.

4.3 Методы контроля данных

Основным методом контроля достоверности данных является проверка состояния передающего датчика. Датчик проверяется на обрыв связи, нахождение значения переданного параметра в пределах достоверного диапазона. Также проверяется, находится ли датчик в режиме маскирования. После всего этого проводится проверка на соответствие заданным показателям. Все это осуществляется с помощью использования HART-протокола, который обеспечивает управление интеллектуальными датчиками.

Для обеспечения связи между техническими средствами используются контрольные кабеля типа КВВГ-контрольный кабель, с токопроводящей медной жилой, с ПВХ изоляцией и оболочкой.

Использование международных стандартов для организации сетей обмена и передачи данных обеспечивает необходимую совместимость с другими сетями. К таким стандартам относятся: Ethernet, RS-485, Modbus RTU, а также стандарт языков программирования ПЛК IEC 1131-3.

4.4 Программное обеспечение автоматизированной системы

К основным функциям программного обеспечения АРМ можно отнести управление исполнительными устройствами и настройка оборудования полевого уровня (датчиков) дистанционно, отображение сообщений о критических значениях параметров, сбоях, ошибках и т.д., ведение архива сообщений и обеспечение доступа к данным архива. Также в этот список необходимо добавить визуализацию ТП, возможность ввода данных в контроллер и возможность печати отчетов.

Сообщения должны содержать необходимую и достаточную информацию для оператора. Обычно, они содержат дату и время, необходимое и измеренное значения, условное имя датчика (его расположение в ТП). По желанию заказчика сообщения можно структурировать по группам, например:

- предупредительные и аварийные;
- по виду измеряемого параметра (давление, расход и т.д.);
- сообщения системных вопросов.

Управление исполнительными устройствами осуществляется следующими командами:

- электропривод арматуры: открыть/закрыть, ввод процента открытия, стоп;
- насосы: вкл/выкл, ввод частоты вращения рабочего колеса.

Архив – это список из определенного числа сообщений. Каждое выведенное сообщение попадает в определенную группу архива с регистрацией времени и полным его содержанием.

Отображение ТП на экране производится по некоторым правилам. Например, разные пользователи имеют доступ к определенному, выделенному для него функционалу. В общем случае отображение ТП содержит следующие элементы:

- упрощенные изображения технологических элементов, датчиков и исполнительных механизмов с их текущим состоянием;
- отображение значений измеряемых параметров близи каждого датчика, а также значения состояния дискретных величин;
- вывод другой необходимой информации оговоренной с заказчиком.

Возможность ввода данных в контроллер подразумевает задание уставочных значений (норм), возможность проведение удаленной настройки оборудования.

Печать отчетных документов может осуществляться непосредственно оператором «вручную» или же с заданной периодичностью автоматически.

4.5 Интерфейс

При разработке очень важно, чтобы мнемосхема содержала только необходимые средства для контроля и управления определенным объектом. Поэтому, структура экранных форм должна быть иерархичной.

Согласно МИ-2825-2003, цветовая палитра средств измерения и исполнительных устройств должна соответствовать данным представленным в таблице 23.

Таблица 23 – Назначение цветов мнемосхемы

Цвет	Пояснение
Зеленый	нормальное значение параметра; рабочее состояние; объект включен
Желтый	объект закрыт (для арматуры); предупреждение
Красный	объект отключен
Мигающий красный	аварийное состояние
Серый	неопределенное состояние
Синий	снятое СИ
Коричневый	объект в ремонте

Пользователь может осуществлять навигацию экранных форм с использованием кнопок прямого вызова. В начале пользователь авторизуется, после авторизации на экране отображается основная экранная форма, которая отображает процесс в целом, а так же контроль некоторых основных параметров ТП (технологического процесса).

На мнемосхеме «Блок обезвоживания нефти» отображается работа следующих объектов и показания приборов:

- Давление в аппарате обезвоживания нефти и в буферных емкостях;
- Уровень в аппарате обезвоживания нефти и в буферных емкостях;
- Текущий расход с емкостей;

Цвет линий показывает среду протекающей в трубопроводе, коричневая линия – ГЖС с кустов, черная – нефть, зеленая – пластовая вода.

Заключение

В результате выполнения ВКР разработана автоматизированная система управления установки предварительного сброса воды (УПСВ). В ходе данного проекта был изучен технологический процесс, который обеспечивает разделение газожидкостной смеси на пластовую воду и обезвоженную нефть. Были разработаны структурная и функциональная схема УПСВ позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Так же подобрано современное оборудование, которое имеет высокую точность измерения и способно работать с необходимыми технологическими параметрами, а именно полевые датчики и контроллер Siemens SIMATIC S7300. Для работы разработанного проекта используется современная SCADA-система TIA Portal.

В данной выпускной квалификационной работе 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 был разработан алгоритм автоматического управления уровнем жидкости в резервуаре. При разработке АСУ ТП УПСВ были детально проработаны структурная и функциональная схемы, соответствующая ГОСТу. В заключении выпускной квалификационной работы разработана мнемосхема.

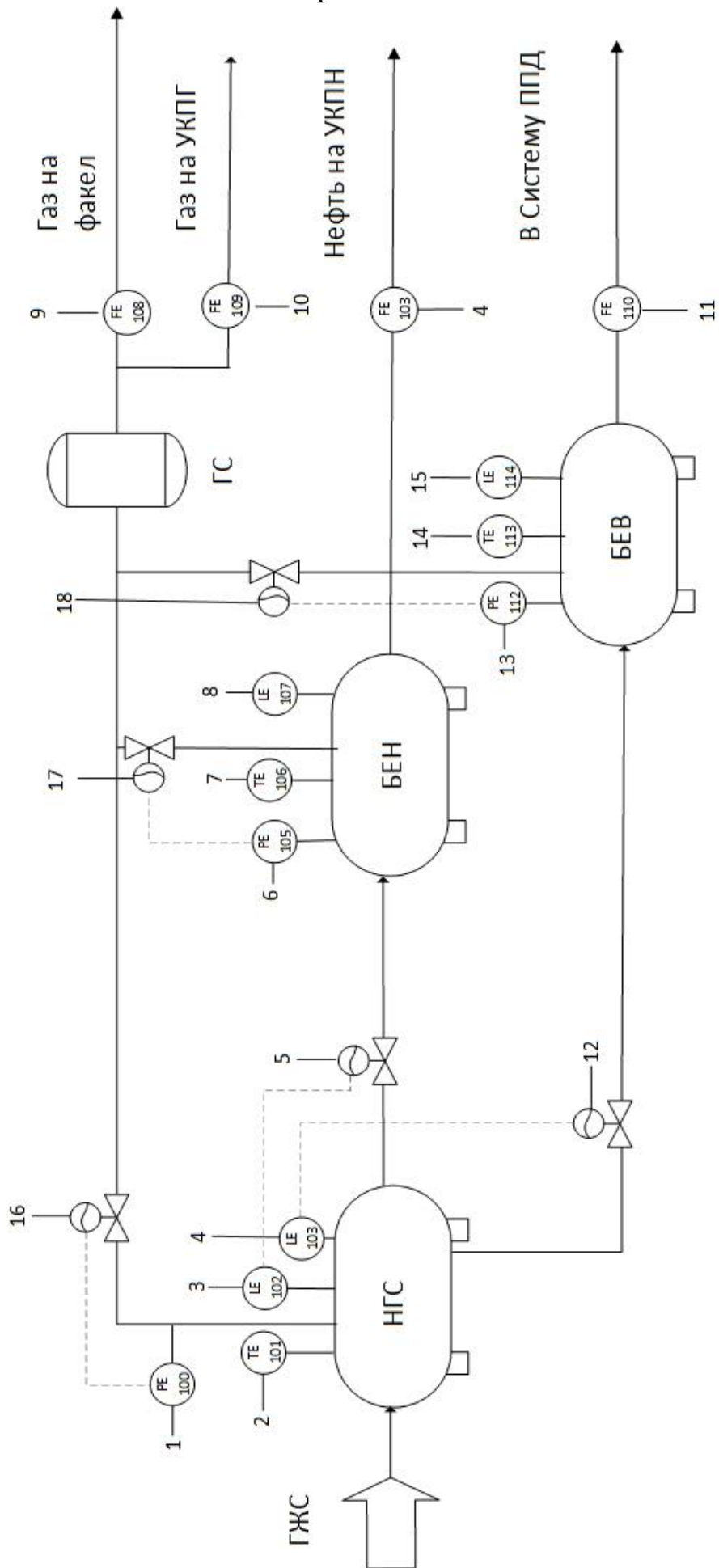
Таким образом, спроектированная система автоматизации УПСВ удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации и имеет высокую гибкость за счет использования модульного ПЛК с высоким быстродействием, который в дальнейшем понадобится для разработки особых алгоритмов управления на УПСВ. Выбранная SCADA-система не имеет ограничений на выбор аппаратуры нижнего уровня. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули.

Список используемых источников

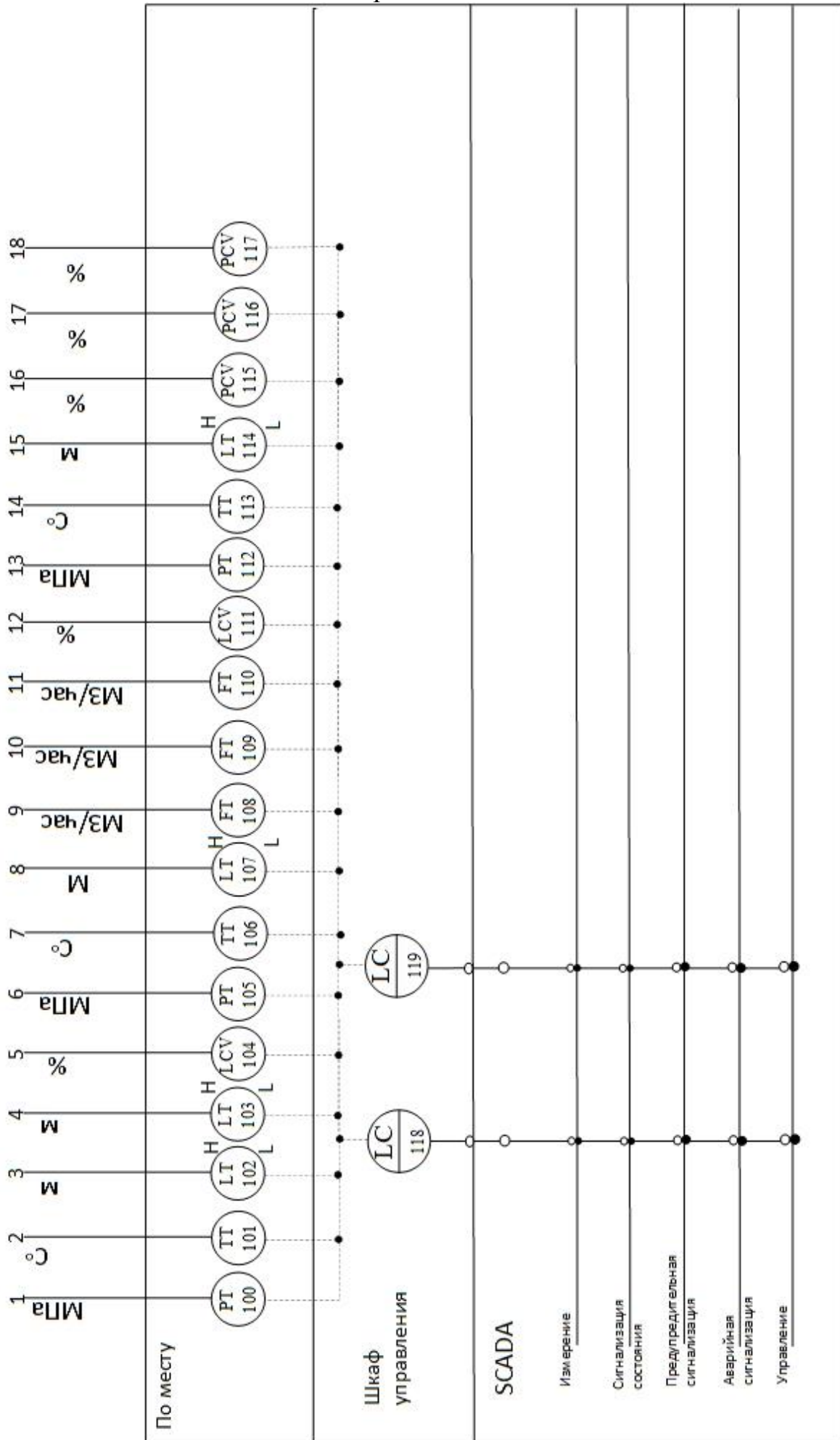
1. Большая Энциклопедия Нефти и Газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/>- Загл. с экрана.
2. Росляк А. Т. Разработка нефтяных и газовых месторождений: Учебнометодическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 66 с.
3. Волошенко А. В., Горбунов Д. Б. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 109 с
4. Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х., Клюев А.А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие– М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
5. ТПР-35.240.10-КТН-012-10. Комплекс типовых проектных решений автоматизации НПС и резервуарных парков на базе современных типовых решений и комплектующих. М: ОАО АК «Транснефть», 2015. – 117 с.
6. 6. ПУЭ Правила устройства электроустановок. - 6-е изд., – М.: Госэнергонадзор, 2000. – 254 с.
7. Воронов А.А. Теория автоматического управления. Учебник для вузов. Ч.1. Теория линейных систем автоматического управления. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 367 с.
8. Программный комплекс “Моделирование в технических устройствах” (“МВТУ”) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://mvtu.power.bmstu.ru/>- Загл. с экрана.
9. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / Под ред. А. С. Клюева. – 2-ое изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
10. Корпорация «Yokogawa» номенклатурный каталог – Режим доступа: <http://www.yokogawa.ru/>Загл. с экрана.

11. ПГ «Метран», номенклатурный каталог – Режим доступа:
<http://www.metran.ru/Загл. с экрана>. 100
12. ООО НП «ТЭК», Продукция [Электронный ресурс]. - Режим доступа:
<http://www.npptec.ru/321-1-elektroprivodremtek-02/>.

Приложение А

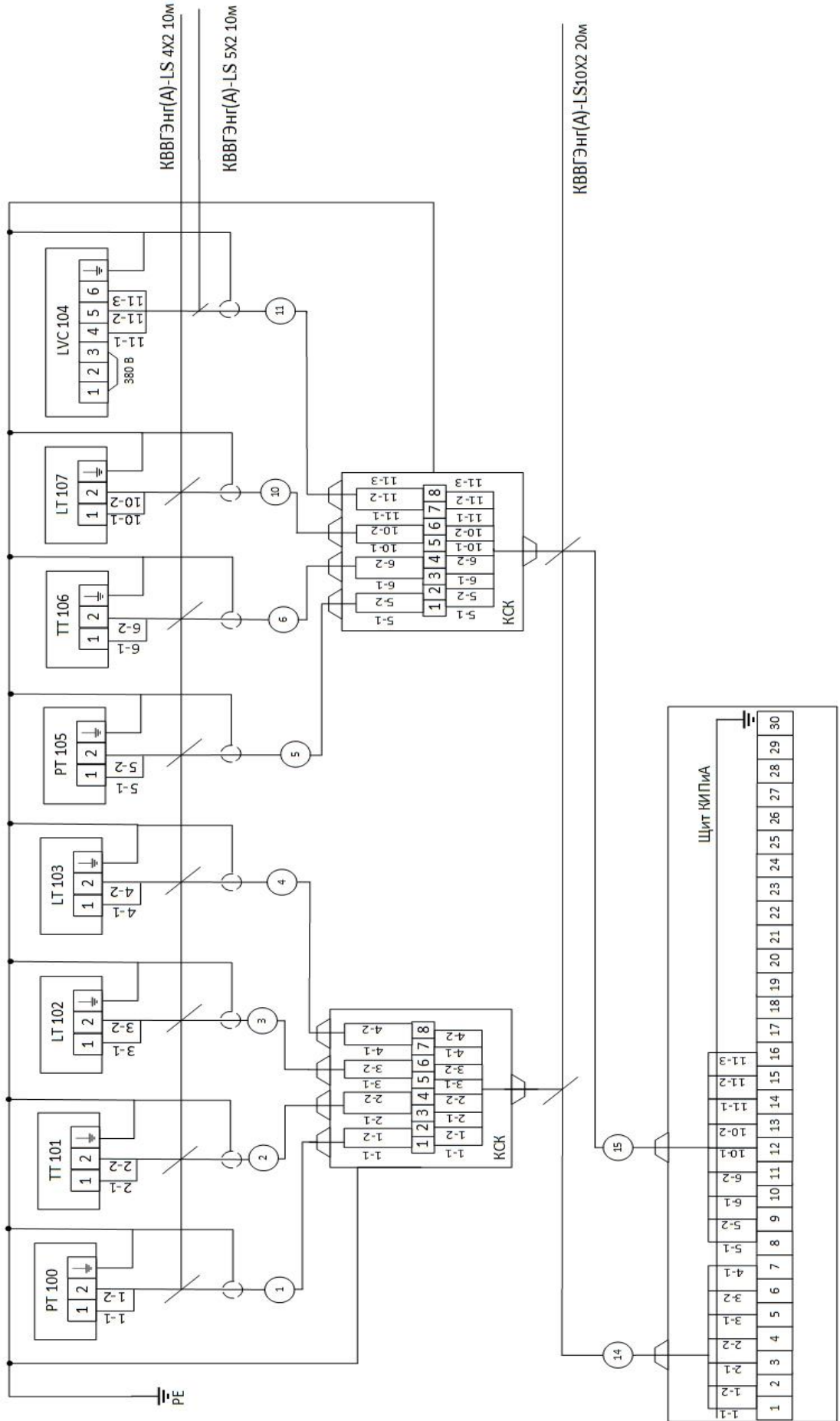


Приложение А1



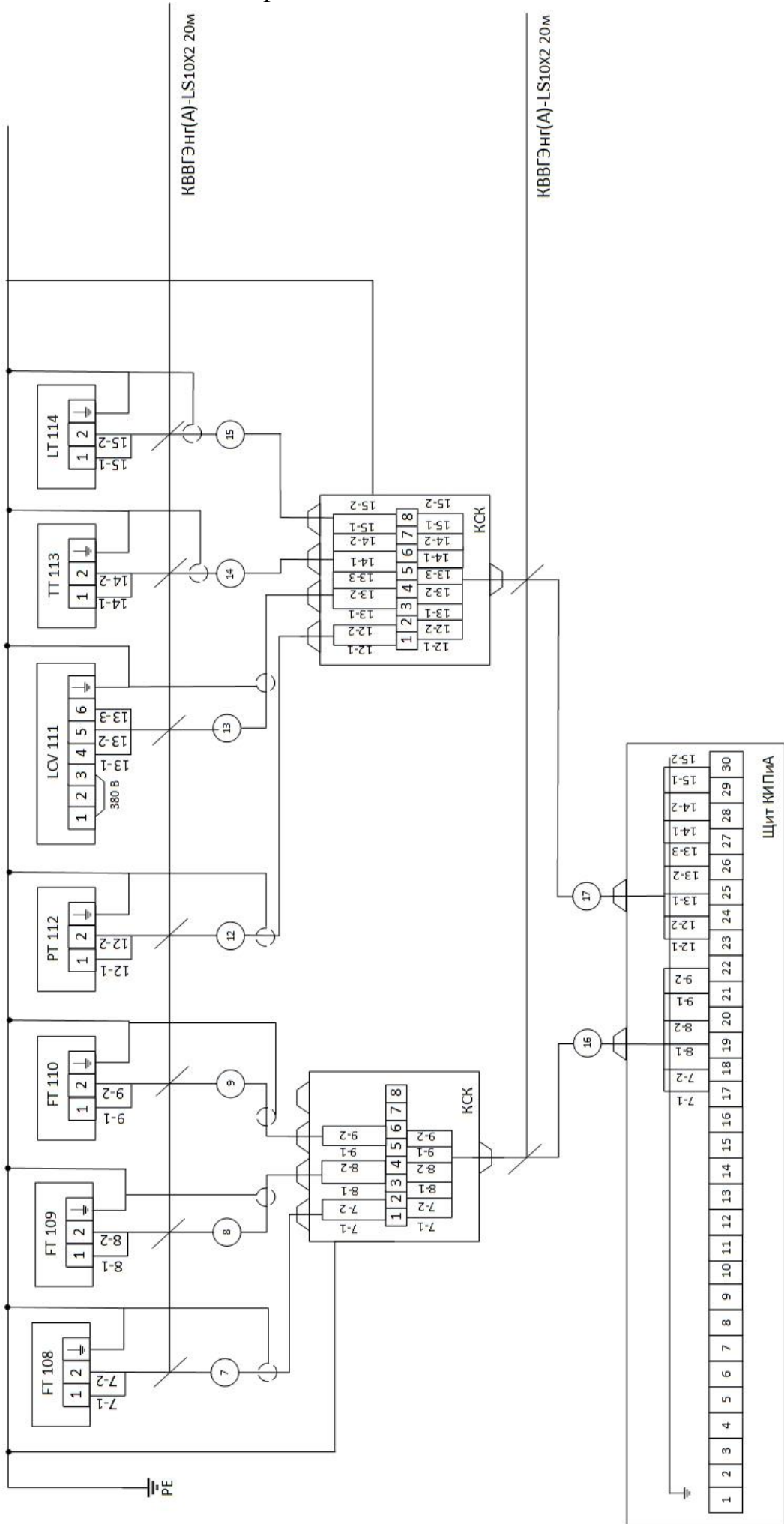
Приложение Б

Установка предварительного сброса воды								
Наименование параметра	Диагностика в алгоритме ИТС	Температура в ИТС	Уровень качества ИТС	Работа ИТС с ИТС	Давление в буферной емкости нефти	Температура в буферной емкости нефти	Уровень качества масла в буферной емкости нефти	Положение регулирующего клапана в зависимости от ИТС
Наименование и место отбора импульса	Давление в алгоритме ИТС	Температура в ИТС	Уровень качества ИТС	Работа ИТС с ИТС	Давление в буферной емкости нефти	Температура в буферной емкости нефти	Уровень качества масла в буферной емкости нефти	Положение регулирующего клапана в зависимости от ИТС
Позиция	LT 100	TT 101	PT 102	FT 103	PT 105	TT 106	LT 107	FC 104

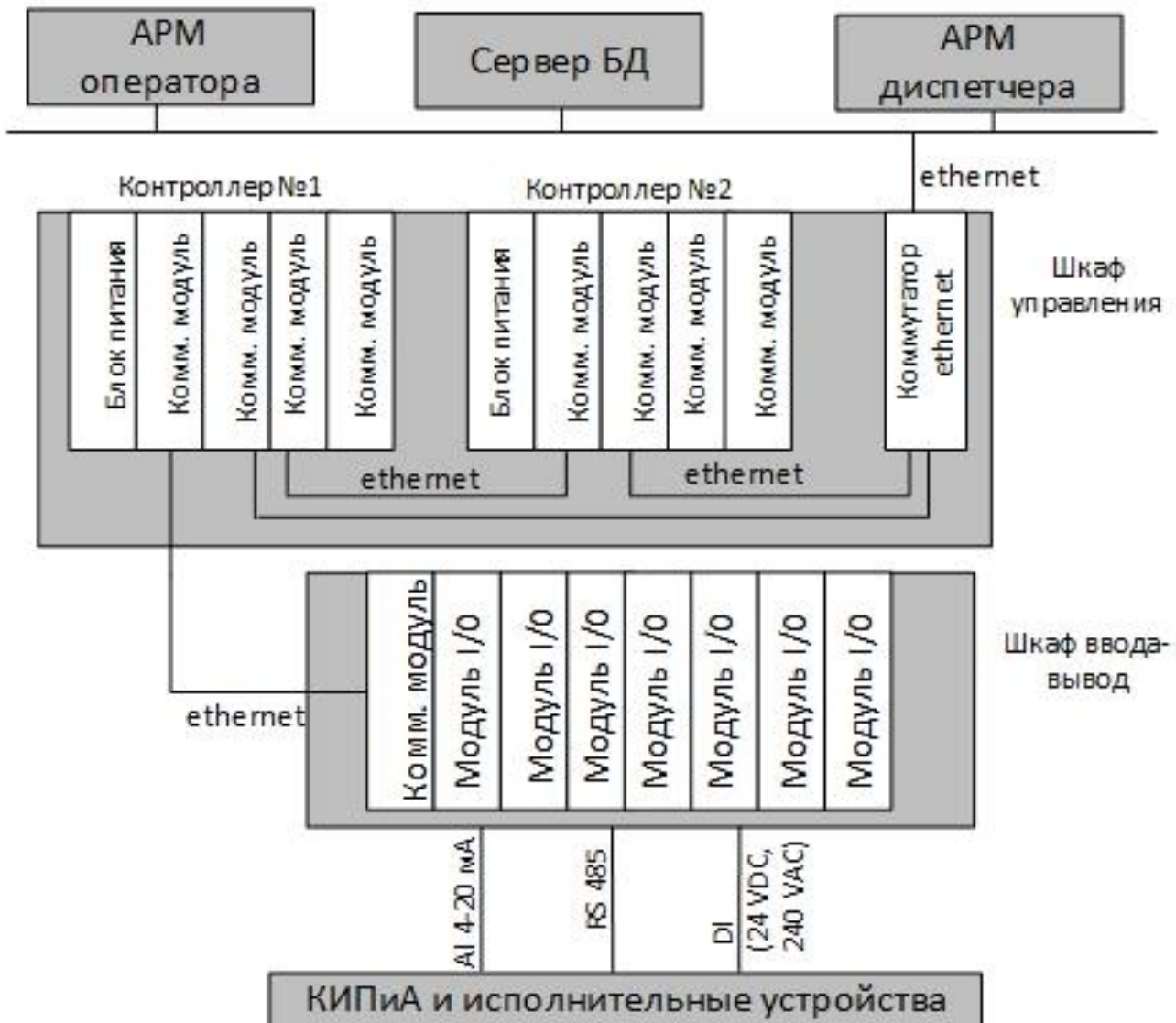


Приложение В

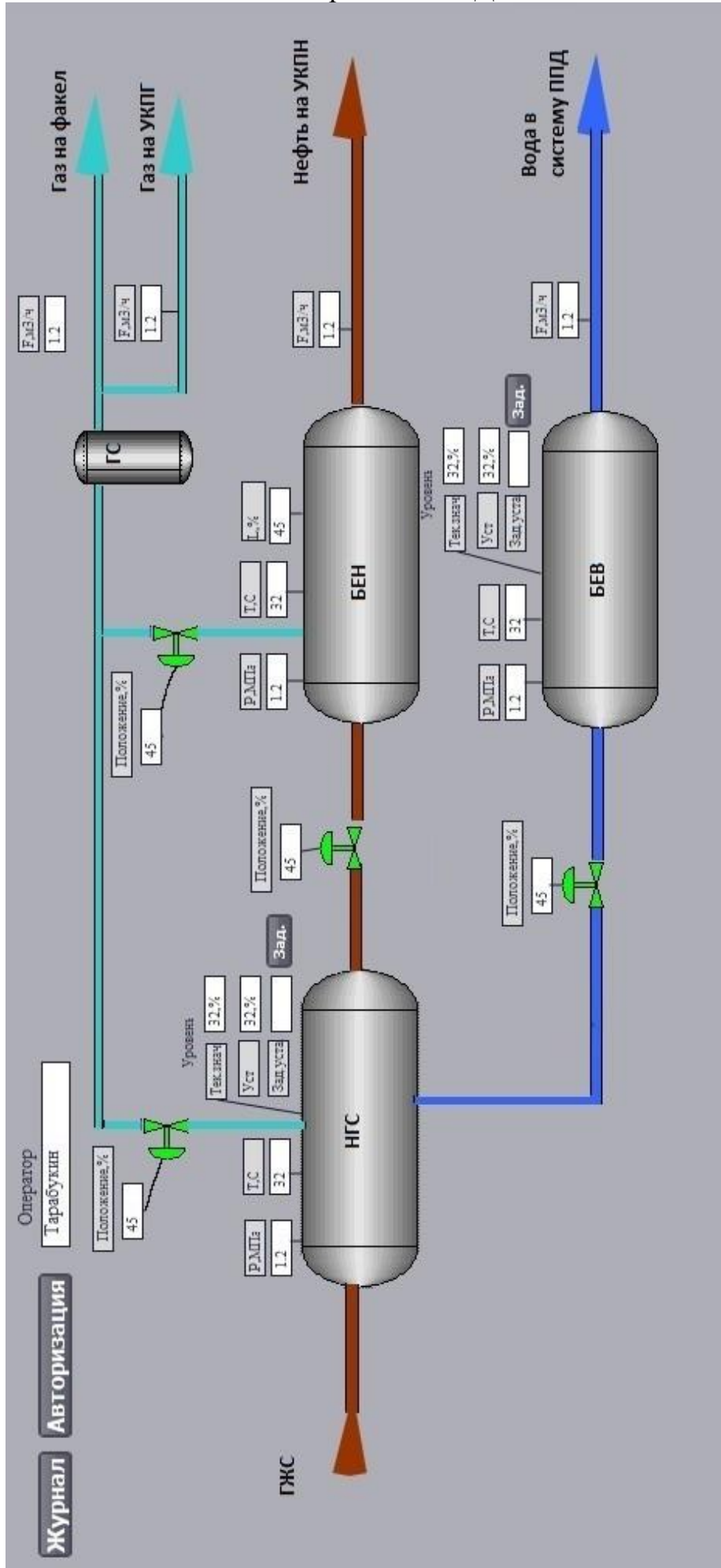
Установка предварительного сброса воды			
Наименование параметра	Уровень	Положение	Уровень
Наименование и место отбора импульса	Температура в буферной емкости воды	Положение датчика в емкости с НДС на входе в емкость	Уровень в буферной емкости воды
Позиция	Риспад газа на фазол	Риспад газа на УХП	Риспад в емкости воды
	FT 108	FT 109	FT 110
	PT 112	PT 112	PT 112
	LCV 111	LCV 111	LCV 111
	TT 113	TT 113	TT 113
	LT 114	LT 114	LT 114



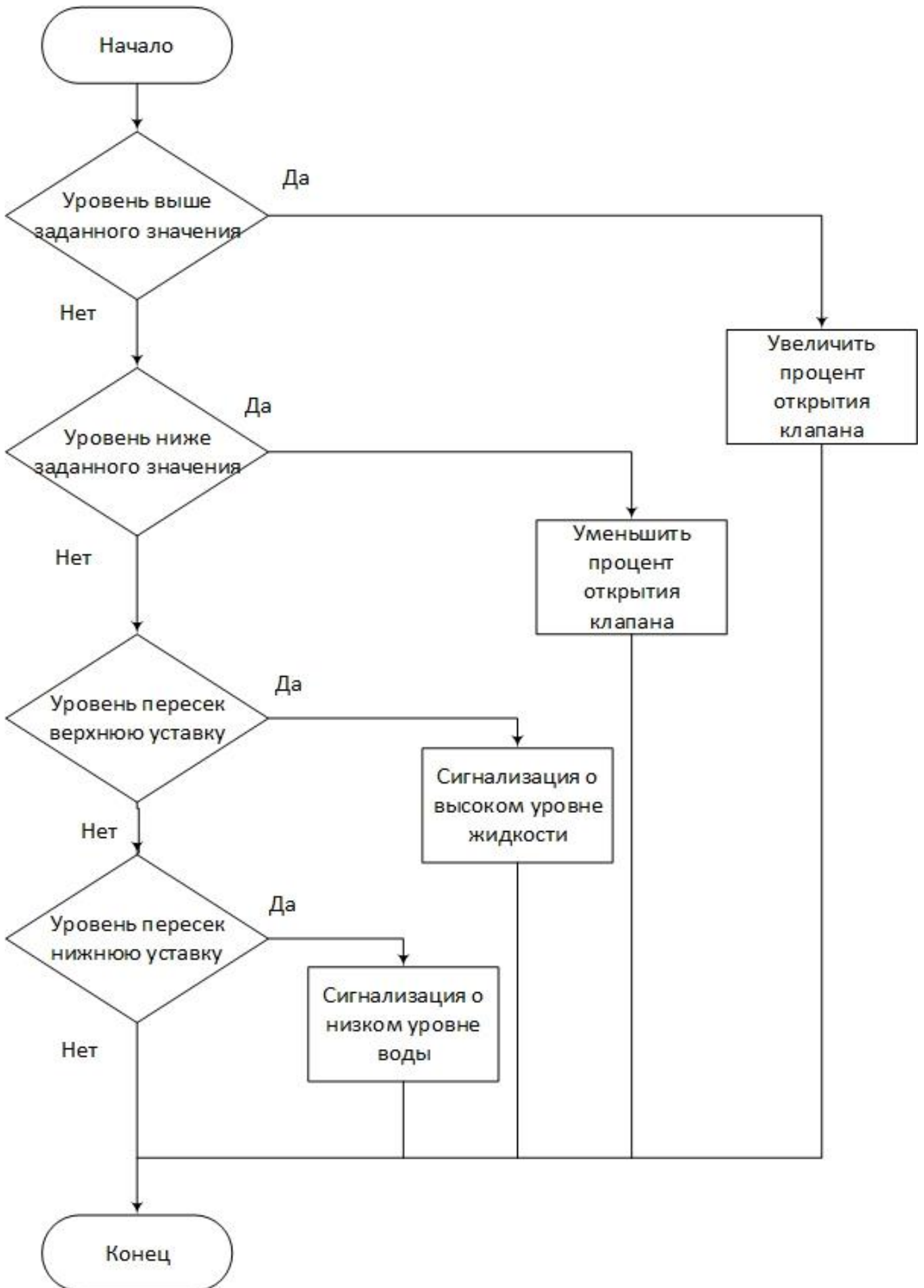
Приложение Г



Приложение Д



Приложение Е



Приложение Ё

