

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

Школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы

**Модернизация автоматизированной системы блока стабилизации давления
магистрального насосного агрегата на нефтеперекачивающей станции**

УДК 681.586-048.35:622.692.4.05

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Смирнова Татьяна Алексеевна		

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)
 Воронин А.В.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т32	Смирновой Татьяне Алексеевне

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы блока стабилизации давления магистрального насосного агрегата на нефтеперекачивающей станции
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является блок стабилизации давления магистрального насосного агрегата в нефтеперекачивающей станции. Режим работы непрерывный. На ГНПС происходит прием, подготовка и отпуск нефти.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></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 <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Microsoft Visio 2 Перечень входных/выходных сигналов ТП 3 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Microsoft Visio 4 Функциональные схемы автоматизации (ГОСТ 21.404–85 и ANSI/ISA–S 5.1–84), выполненные в Microsoft Visio 5

Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР, выполненные 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 Схема информационных потоков 11 Трехуровневая структура АС

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель ШИП Шаповалова Наталья Владимировна
Социальная ответственность	Ассистент ИШХБМТ Невский Егор Сергеевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.04.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Семёнов Николай Михайлович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Смирнова Татьяна Алексеевна		

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

Школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Уровень образования бакалавр
Отделение школы (НОЦ) Автоматизации и робототехники
Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
06.06.2018	<i>Основная часть</i>	60
06.06.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	20
06.06.2018	<i>Социальная ответственность</i>	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Семёнов Николай Михайлович			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Рук. ООП 15.03.04	Воронин А.В.	К.Т.Н., доц.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 87 с., 15 рис., 27 табл., 15 источников, 7 прил. Ключевые слова: блок стабилизации давления, магистральный насосный агрегат, scada, температура, давление, управление, контроль. Объектом исследования является блок стабилизации давления магистрального насосного агрегата. Цель работы – модернизация автоматизированной системы блока стабилизации давления магистрального трубопровода нефтеперекачивающей станции с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы. В данной выпускной квалификационной работе была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Modicon M340 BMXP34 2020, с применением SCADA-системы Trace Mode. Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Внедрение разрабатываемой АСУ ТП позволяет повысить надёжность и безопасность системы, увеличения срока безотказной работы оборудования.

Оглавление

Реферат	5
Глоссарий	9
Обозначения и сокращения	12
Введение	14
1 Техническое задание	14
1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП	14
1.2 Требования к системе	15
1.3 Требования к автоматике	15
1.4 Требования к техническому обеспечению	16
1.5 Требования к метрологическому обеспечению	16
1.6 Требования к программному обеспечению	16
1.7 Требования к математическому обеспечению	17
1.8 Требования к информационному обеспечению	17
2 Основная часть	17
2.1 Описание технологического процесса	17
2.2 Выбор архитектуры АС	19
2.3 Разработка структурной схемы АС	21
2.4 Функциональная схема автоматизации	22
2.4.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013	22
2.4.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA	22
2.5 Разработка схемы информационных потоков	24
2.6 Выбор средств реализации	26
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования	26
2.6.2 Выбор датчиков	30
2.6.2.1 Выбор датчика сигнализатора-уровня	31
2.6.2.2 Датчик температуры	33
2.6.2.3 Датчик вибрации	34
2.6.2.4 Датчик давления	36
2.6.3 Выбор исполнительных механизмов	40

2.7	Разработка схемы внешних проводок	44
2.8	Выбор алгоритмов управления АС	45
2.8.1	Алгоритм сбора данных измерений	46
2.8.2	Алгоритм автоматического управления технологическим параметром	48
2.9	Экранные формы АС	52
3.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	55
3.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	55
3.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	55
3.1.2	Анализ конкурентных технических решений	56
3.1.3	SWOT – анализ	58
3.2	Планирование научно–исследовательских работ	60
3.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	60
3.2.2	Разработка графика проведения научного исследования	62
3.3	Бюджет научно–технического исследования	65
3.3.1	Расчет материальных затрат	65
3.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование	65
3.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы	66
3.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	68
3.3.5	Накладные расходы	68
3.3.6	Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта	69
3.3.7	Определение эффективности исследования	69
4	Социальная ответственность	71
4.1	Контроллерное оборудование	71
4.2	Датчики	73
4.2.1	Датчик давления	73
4.2.2	Датчик-сигнализатор уровня	
4.2.3	Датчик температуры	76
4.2.4	Датчик вибрации	76
4.3	Система автоматизации	77

4.4 Связь контроллера и оператора	78
Заключение	79
Список использованной литературы	80
Приложения	81

Глоссарий

Термин	Определение
АС	Автоматизированная система - комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях
Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы – набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых компонуется АС
Видеокадр	Видеокадр – область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм и т.п.
Диспетчерский пункт (ДП)	Диспетчерский пункт – центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства
Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)	Интерфейс – совокупность средств для обеспечения взаимодействия между техническими устройствами
Интерфейс оператора	Интерфейс оператора – совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой
Корпоративная информационная система (КИС)	Корпоративная информационная система – это масштабируемая система, предназначенная для комплексной автоматизации всех видов хозяйственной деятельности больших и средних предприятий, в том числе корпораций.
Мнемосхема	Мнемосхема – представление технологической схемы в

	упрощенном виде на экране АРМ
Мнемознак	Мнемознак – представление объекта контроль или технологического параметр на экране АРМ.
Объект управления	Объект управления – обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления
Профиль АС	Понятие «профиль» определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений необходимых для реализации требуемых наборов функций АС.
Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet)	Протокол – набор правил, которые необходимы для реализации соединения и обмена данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами
Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор	Устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.
СУБД	Система управления базами представляет собой комплекс языковых и программных средств, обеспечивающие управление созданием и использованием баз данных.

Стандарт	Стандарт – образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними др. подобных объектов.
ТЕГ	ТЕГ – метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры
Техническое задание на АС	Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы
Технологический процесс	Технологический процесс – согласно ГОСТ 3.1109-82, это «часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда».
ФЮРА. 425280	ФЮРА – код организации разработчика проекта (ТПУ); 425280 это – код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85
Modbus	Modbus – коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер»

Обозначения и сокращения

Аббревиатура	Краткая характеристика
OSI(OpenSystemsInterconnection)	Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем
PLC (ProgrammableLogicControllers)	Программируемые логические контроллеры (ПЛК).
HMI (HumanMachineInterface)	Человеко-машинный интерфейс
OSE/RM (Open System Environment Reference Model)	Базовая модель среды открытых систем
API (ApplicationProgramInterface)	Интерфейс прикладных программ
EEI (ExternalEnvironmentInterface)	Интерфейс внешнего окружения
OPC (ObjectProtocolControl)	OLE для управления процессами
OLE (Object Linking and Embedding)	Протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ
SNMP (Simple Network Management Protocol)	Протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP
ODBC (OpenDataBaseConnectivity)	Программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных)
ANSI/ISA (American National Standards Institute/ Instrument Society of America)	Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей
DIN (DeutschesInstitutfürNormung)	Немецкий институт по стандартизации
IP (InternationalProtection)	Степень защиты

LAD (Ladder Diagram)	Язык релейной (лестничной) логики
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
АРМ	Автоматизированное рабочее место
ГС	Газовый сепаратор
НПС	Нефтеперекачивающая станция
МНА	Магистральный насосный агрегат
ПЛК	Программируемый логический контроллер
ПО	Программное обеспечение
ЩУ	Щит управления
УРД	Узел регулирования давления

Введение

Под автоматизацией понимается механизация рабочего процесса с управлением в значительной части или полностью без непосредственного участия человека. Автоматизация технологических процессов должна выполняться качественно, по необходимым стандартам, квалифицированным, опытным персоналом.

Все промышленные предприятия постепенно оснащаются средствами автоматизации.

В данной ВКР необходимо осуществить модернизацию автоматизированной системы «Блока стабилизации давления» магистрального насосного агрегата ГНПС.

Выбор оборудования и датчиков производился среди российского оборудования. Использование российского оборудования позволит сократить затраты на покупку и обслуживание.

1. Техническое задание

1.1 Основные цели и задачи создания автоматизированной системы

Нефтеперекачивающая станция (НПС) - объект магистрального нефтепровода, представляющий собой комплекс установок, сооружений и оборудования предназначенный для обеспечения транспортировки нефти по магистральному нефтепроводу.

Система создаётся с целью автоматического контроля и управления в реальном масштабе времени оборудованием нефтеперекачивающей станции.

Система предназначена для уменьшения потерь всех видов ресурсов, сокращения персонала для обслуживания, увеличения производительности оборудования.

Основными задачами АСУ ТП являются:

- централизация рабочих мест;
- управление системой и контроль с щита оператора;
- уменьшения потери нефти при перекачке;
- минимизировать ошибки при ведении технологического процесса;
- повышение безопасности технологического процесса.

1.2 Требования к системе

В составе системы выделяются следующие иерархические уровни:

– нижний уровень, на котором размещаются приборы КИПиА и исполнительные механизмы, включающий в себя:

- датчики температуры;
- датчики давления;
- расходомер;
- датчик уровня;
- датчик-сигнализатор уровня;
- кабельное и дополнительное оборудование.

– средний уровень, на котором осуществляется сбор данных с нижнего уровня, а также выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы, состоящий из интерфейсных линий связи;

– верхний уровень, на котором осуществляется сбор и обработка (в том числе масштабирование) данных с локальных контроллеров, синхронизация всех подсистем, а также формирование отчётной документации и предоставление интерфейса непосредственного взаимодействия с оператором АСУ, включает в себя автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора.

1.3 Требования к автоматике

Главные функции СА:

- вывод информации о параметрах технологического режима, позволяющий принимать оперативные решения и анализировать результаты работы;
- защита основного оборудования;
- автоматическое регулирование технологического процесса.

Блок стабилизации давления ГНПС должен обеспечивать:

- измерение: давления; вибрации; температуры;
- контроль дискретных параметров: уровня давления; уровня нефти;
- управление: задвижкой с электроприводом.

Измерительный канал включает в себя средства измерения, имеющие сертификаты соответствия и обеспечивающие получение результатов с нормируемой точностью.

1.4 Требования к техническому обеспечению

- устойчивость к внешним воздействиям;
- температурный режим $-50 +50^{\circ}\text{C}$;
- защита технических средств от попадания влаги и пыли;
- защита датчиков от вибрации и ударных нагрузок.

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Должна быть возможность комплексной проверки и калибровки измерительных устройств. Погрешность датчиков вибрации, температуры, сигнализаторов не более 0,2%.

Метрологическое обеспечение позволяет:

- вести контроль за состоянием окружающей среды и безопасностью персонала;
- в процессе управления минимизировать риск принятия ошибочных решений и действий;
- соблюдая условия безопасности руководить технологическим процессом.

1.6 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение системы подразделяется на следующие группы:

- Инструментальное – включает в себя инструментальные средства для разработки алгоритмов (программ) контроля и управления;
- Функциональное – обеспечивает выполнение разработанных алгоритмов (программ) контроля, управления и регулирования с требуемыми временными характеристиками;

- Системное – содержит средства диагностики и тестирования аппаратных средств. Стандартные интерфейсы и протоколы обмена данными поддерживают коммуникационные средства ПО.

1.7 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение предназначено для реализации функций системы и основано на универсальных алгоритмах решения задач.

Математическое обеспечение системы выполняет следующие основные функции:

- первичная обработка сигналов;
- обработка, накопление, усреднение, интегрирование и внесение корректив;
- программно-логическое и непрерывное управление.

1.8 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение состоит из следующих информационных массивов:

- переменной информации (используется для решения прикладных задач и отображения информации);
- базы данных (содержат нормативно-справочную информацию);
- обменных сообщений между системой автоматизации НПС и другими системами.

2. Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

Описание работы ГПНС.

Подготовленная к транспортировке нефть поступает на УПС станции. УПС принимает товарную нефть с промыслов для последующей подачи на ФГУ. Нефть, прошедшая УПС поступает на ФГУ, там происходит ряд очистительных мероприятий от примесей. Очищенная нефть поступает в резервуарный парк. Резервуарный парк ГНПС служит для запаса нефти. Это необходимо для

обеспечения непрерывной работы трубопровода при прекращении или неравномерности поставки нефти с промысла. В зависимости от режима работы станции, схема позволяет либо направлять нефть в резервуары при ремонте и аварии на магистральном участке нефтепровода, либо вести непрерывную поставку нефти потребителю при неравномерных поставках с промыслов. ПНС расположена для создания давления на входе магистральных насосных агрегатов для того, чтобы уменьшить зон пониженного давления в них. Подпорные насосные агрегаты соединяются параллельно. МНА на МНС создают главный напор, который необходим для дальнейшей транспортировки нефти по магистральному трубопроводу. За МНС находится КРД. Она регулирует давление на выходе станции путём дросселирования, а именно регулированием степени открытия заслонок КРД.

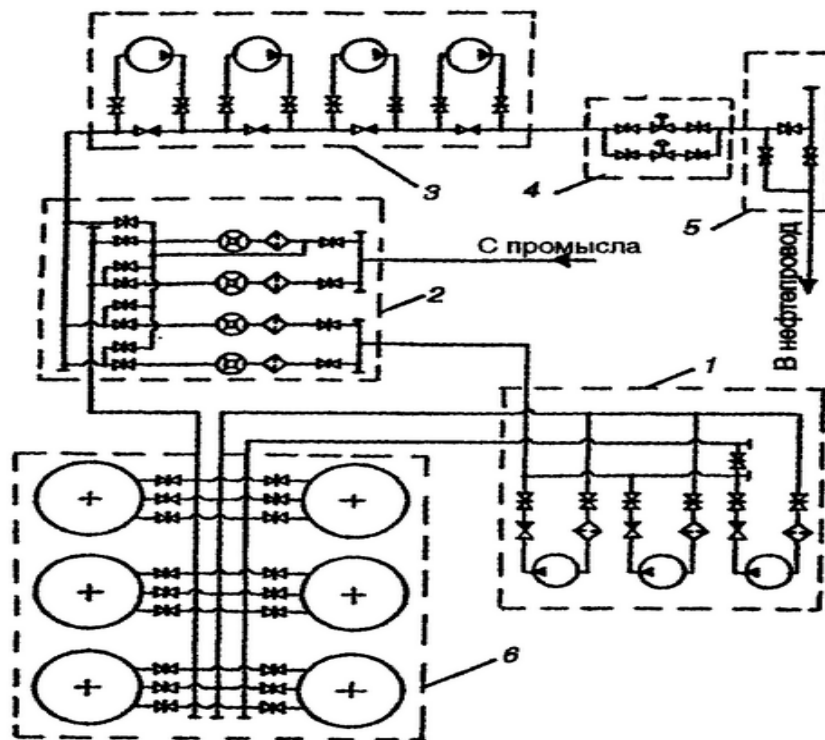


Рисунок 1 - Технологическая схема ГНПС

- 1 - подпорная насосная; 2 - площадка фильтров и счётчиков; 3 - магистральная насосная;
 4 - камера регуляторов давления; 5 – камера пуска очистительных устройств;
 6 – резервуарный парк.

2.2 Выбор архитектуры АС

При проектировании АС на начальном этапе важным является разработка ее архитектуры, которая является информационной частью архитектуры предприятия в целом.

Архитектура автоматизированной системы — включает в себя модели компонентов системы и модели взаимодействия между компонентами.

Компонент архитектуры - модель (абстракция) датчика, измерительный преобразователь, устройство ввода-вывода, ПЛК, компьютер, протокол, интерфейс, промышленные сети, исполнительные устройства, драйвера, каналы передачи информации.

Базовая модель среды открытых систем предусматривает разделение АС на прикладное ПО (рисунок 2).

Прикладное ПО реализует заданные функции информационной системы, платформу, которая обеспечивает подготовку и выполнение приложений, а также внешнюю среду.

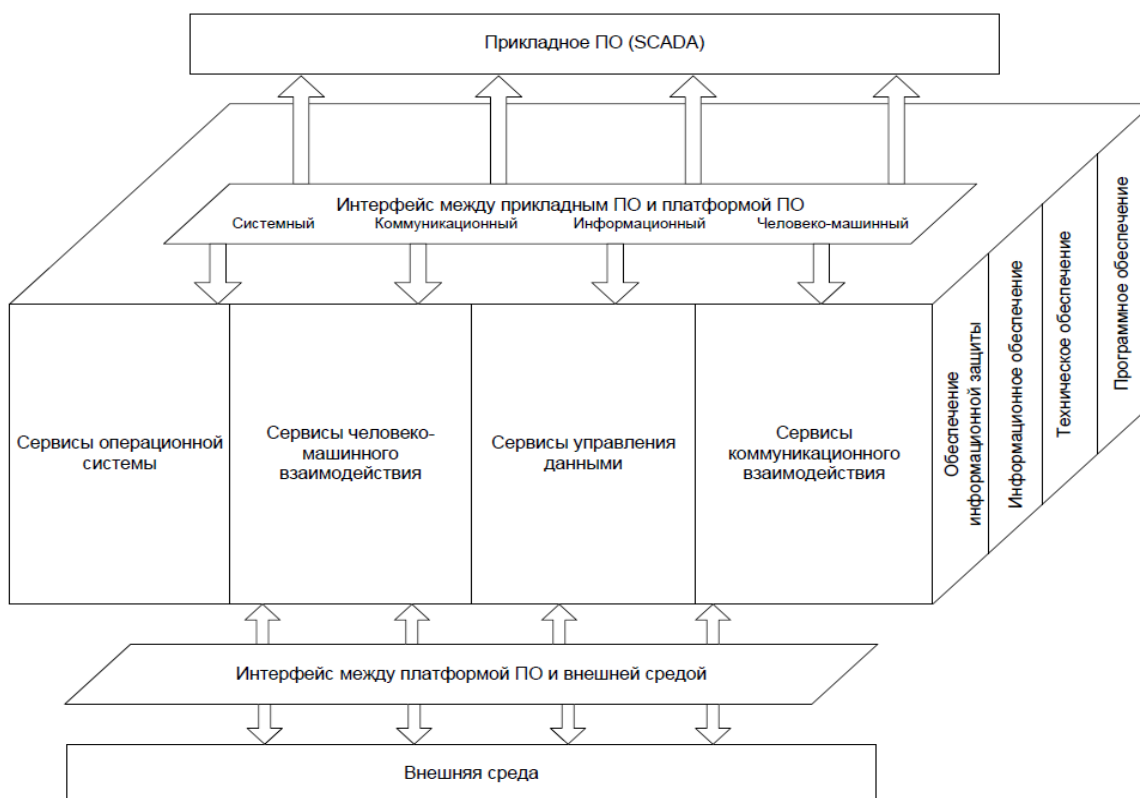


Рисунок 2 – Модель архитектуры OSE/RM

Модель архитектуры OSE/RM (закреплена документом ISO/IEC 14252) делит программное обеспечение на три уровня:

- внешняя среда – полевой уровень АС;
- платформа сервисов – предоставление сервисов класса API и EEI;
- прикладное ПО - содержит SCADA-системы, СУБД и HMI.

Взаимодействие уровней происходит через интерфейсы.

Связь датчиков и исполнительных устройств со SCADA происходит путём унифицированного токового сигнала 4...20 мА. Для передачи данных используются последовательные линии связи сети TCP/IP и RS-232, RS-422, RS-48. Стандарт PROFINET поддерживающий почти все существующие сети полевого уровня служит доступом к датчикам и исполнительным устройствам. Путём протокола SNMP происходит связь источника бесперебойного питания со SCADA. Контроль сетевой инфраструктуры, управление сетевым оборудованием, наблюдение за работой служб OSE/RM, а также анализ по результатам работы за определённый период происходит через протокол SNMP.

Протокол ODBC позволяет единообразно оперировать с разными источниками данных. С использованием протокола ODBC строится создание отчётов в автоматизированной системе. Профиль среды автоматизированной системы должен включать в себя следующие стандарты:

- локальных сетей (Ethernet IEEE 802.3);
- протокола транспортного уровня Modbus;
- средств сопряжения проектируемой автоматизированной системы с сетями передачи данных общего назначения.

Функциональная область профиля инструментальных средств включает в себя:

- настройку пользовательского интерфейса;
- перенастройку приложения (в случае изменения прикладных функций АС);
- ведение базы данных системы;
- восстановление работоспособности.

2.3 Разработка структурной схемы автоматизированной системы

Объектом управления является ГНПС, в соответствии с техническим заданием была разработана система автоматизированного управления блоком стабилизации давление МНА. Командами централизованного управления являются: открыть, закрыть, включить, выключить, запустить, остановить. Автоматическое регулирование технологическим параметром является управлением на полевым

уровне. SCADA – система отвечает за обеспечение автоматического дистанционного наблюдения и дискретного управления функциями распределенных устройств. В SCADA – систему поступают все измеряемые и контролируемые параметры.

Исполнительными устройствами являются задвижки с электроприводом и насосы. В рамках работы выбрали трехуровневую архитектуру системы, на каждом из трёх уровней реализуется непосредственное управление технологическим процессом:

- нижний уровень - первичные датчики;
- средний уровень – контроллеры и прочие устройства аналого-цифрового преобразования;
- верхний уровень - компьютеры, объединенные в локальную сеть Ethernet.

2.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема – является техническим документом, который определяет структуру и характер автоматизации технологического процесса, а также оснащение его приборами и средствами автоматизации.

На функциональной схеме условно изображают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления, приборы и средства автоматизации, а также связи между ними. В соответствии с заданием были разработаны функциональные схемы автоматизации согласно ГОСТ 21.208-2013 и ANSI/ISA. Для разработки функциональной схемы автоматизации был выбран один магистральный насосный агрегат и были рассмотрены его вспомогательные системы.

2.4.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013

Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408–2013 приведена в приложении А.

2.4.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA

Функциональная схема автоматизации по ANSI/ ISAS5.1 приведена в приложении Б.

На схеме рассмотрены следующие операции:

– измерение температуры обмоток статора электродвигателя, ее индикация и регистрация на щите КИПиА, аварийное отключение МНА при превышении допустимого значения,

– измерение температуры подшипников насосного агрегата, ее индикация и регистрация на щите КИПиА, аварийное отключение МНА при превышении допустимого значения,

– измерение температуры корпуса насосного агрегата, ее индикация и регистрация на щите КИПиА, аварийное отключение МНА при превышении допустимого значения,

– измерение температуры внутри корпуса электродвигателя, ее индикация и регистрация на щите КИПиА, аварийное отключение МНА при превышении допустимого значения,

– измерение давления нефти на входе МНА, индикация и регистрация на щите КИПиА, аварийное отключение МНА при минимальном и максимальном значении параметра,

– измерение давления нефти на выходе МНА, индикация и регистрация на щите КИПиА, аварийное отключение МНА при минимальном и максимальном значении параметра,

– сигнализация уровня по достижению максимума нефти в поплавковой камере торцевых уплотнений системы сбора утечек и отключение МНА.

2.5 Разработка схемы информационных потоков

Схема информационных потоков включает в себя три уровня сбора и хранения информации. Параметры передаются в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC и включают в себя:

- положение задвижек;

- давление в трубопроводе до насоса;
- перепад давления на фильтрах;
- давление в трубопроводе после насоса.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой ТЕГ (идентификатор), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид: AAA_BBB_CCCC_DDDDD, где параметр - AAA, может принимать следующие значения:

- REG – регулирование;
- DVL – давление;
- TMP – температура;
- PRK – перекачка;
- IND – индикация.

BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:

- ZD1 – задвижка Zн1;
- ZD2 – задвижка Zн2;
- ZD3 – задвижка Z1;
- ZD4 – задвижка Z2;
- ZD5 – задвижка Z3;
- FT1 – фильтр 1;
- FT2 – фильтр 2;
- FT3 – фильтр 3;
- FT4 – фильтр 4;
- VLT – входная линия трубопровода;
- WLT – выходная линия трубопровода;

CCCC – уточнение, не более 4 символов:

- OPN - открыть;
- CLS - закрыть;
- STP – стоп;
- OPND – открыто;

- CLSD – закрыто;
- AVAR – авария;
- POPN – открывается;
- PCLS – закрывается;
- REME – дистанционный режим;
- STRT – пуск;
- STOP – останов (стоп);
- WORK – рабочее состояние;
- H – верхнее предельное значение;
- L – нижнее предельное значение;
- HH – аварийное верхнее предельное значение;
- LL – аварийное нижнее предельное значение;

DDDDD – примечание, не более 5 символов. Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 1.

Таблица 1- Кодировка всех сигналов в SCADA-системе

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Примечание
Перепад давления на фильтре XX	DVL_XX_WORK	Обозначение XX соответствует: F1- фильтр F1; F2- фильтр F2; F3- фильтр F3; F4- фильтр F4.
Перепад давления на фильтре XX max	DVL_XX_HL	
Давления на входной линии	DVL_VLT_WORK	
Давления на входной линии max	DVL_VLT_H	
Давления на входной линии min	DVL_VLT_L	
Аварийное давление на входной линии min	DVL_VLT_LL	
Давления на выходной линии	DVL_WLT_WORK	
Аварийное давление на выходной линии max	DVL_WLT_HH	
Давления на выходной линии max	DVL_WLT_H	
Давления на выходной линии min	DVL_WLT_L	
Аварийное давление на выходной линии min	DVL_WLT_LL	
x открыть	REG_LT _x _OPN	Обозначение x соответствует: 1- задвижка Z _{H1} ; 2 - задвижка Z _{H2} ; 3- задвижка Z ₁ ; 4- задвижка Z ₂ ; 5- задвижка Z ₃
x закрыть	REG_LT _x _CLS	
x. стоп	REG_LT _x _STP	
x открыт	IND_LT _x _OPND	
x закрыт	IND_LT _x _CLSD	
x авария	IND_LT _x _ALRM	
x открывается	IND_LT _x _POPN	
x закрывается	IND_LT _x _PCLS	
x дистанционный режим	IND_LTH_REMT	
Насос Н-1. Пуск	SWG_PM1_STRT	
Насос Н-1. Стоп	SWG_PM1_STOP	
Насос Н-1. Включен	SWG_PM1_WORK	
t _{min} < +5 °С	SWG_PM2_STRT	
Насос Н-2. Стоп	SWG_PM2_STOP	
Насос Н-2. Включен	SWG_PM2_WORK	

2.6 Выбор средств реализации

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования

В основе АСУ ТП будем использовать Modicon M340 BMXP342020 компании Schneider-electric.

Сверхкомпактный, новый ПЛК Modicon M340 отличается гибкостью и службами ПЛК высшего класса. Будучи интегрированным в систему, ПЛК предоставляет встроенные решения Plug&Work с другими устройствами Telemecanique. Невероятные возможности решения Unity в ваших руках позволят

упростить процесс программирования и сократить временные издержки. Modicon M340 - это действительно маленький гигант.

Выбранный ПЛК удовлетворяет следующим параметрам:

Таблица 2 – Параметры ПЛК

Питание контроллера	230 В
Управление ПЛК	Управление происходит как минимум одним устройством. По командам человека, готовности, прерываниям.
Программное обеспечение	АС работает в режиме реального времени, необходимо приобретение ядра программ реального времени. Базируется на флеш-памяти (FlashEPROM)
Ограничения по эстетическим параметрам, по размеру, весу	Отсутствуют
Контроль и управление следующих типов I/O-устройств	Сенсоры (вибрация, давление, температура, уровень)
Возможность ПЛК работы при напряжении сети питания технологической площадки	Да
УСО ввода/вывода	4 канала ввода дискретных сигналов, 13 каналов ввода аналоговых сигналов и 13 каналов ввода аналоговых сигналов). Токовые сигналы унифицированы.
Алгоритмы управления	Числовые и битовые операции
Общий объем манипуляций для одного ПЛК	Не менее 100 команд
Отказоустойчивость	Высокая
Удерживание напряжения в узком фиксированном диапазоне изменений	Есть
Рабочий ток	140 мА

Технические параметры представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Технические параметры контроллера

Технические параметры		ModiconM340 BMXP34 2020
Рабочая память встроенная, RAM		256 Кбайт
Загружаемая память (микро-карта памяти Flash-EEPROM)		До 16 Мбайт
Минимальное время выполнения	булевы операции/ операций со словами	0,12/0,25мкс
	арифметических операций с фиксированной/ плавающей точкой	1,16 мкс
Адресное пространство ввод/вывод	дискретные IO/ аналоговые IO	До 1024/256
Типы интерфейсов		RS 485, RS 232, Modbus, Ethernet
Напряжение питания	номинальное	24В
	допустимое	18...31,6 В
Потребляемый ток	номинальный	95мА
Потребляемая мощность, Вт		2,28 Вт
Габариты ШxВxГ, мм		100 x 32 x 93 мм
Масса, кг		0,205
Диапазон рабочих температур, °С		-25...+70
Степень защиты по IP		IP20



Рисунок 3 – Внешний вид контроллера Modicon M340 Schneider-electric.

Для автоматизации МНА будут использоваться два (локальный и коммуникационный) программно-логических контроллера Modicon M340 компании

Schneider-electric. Связь между контроллерами будет выполняться на базе интерфейса Ethernet.

Блок-схема УСО ПЛК представлена на рисунке 4.

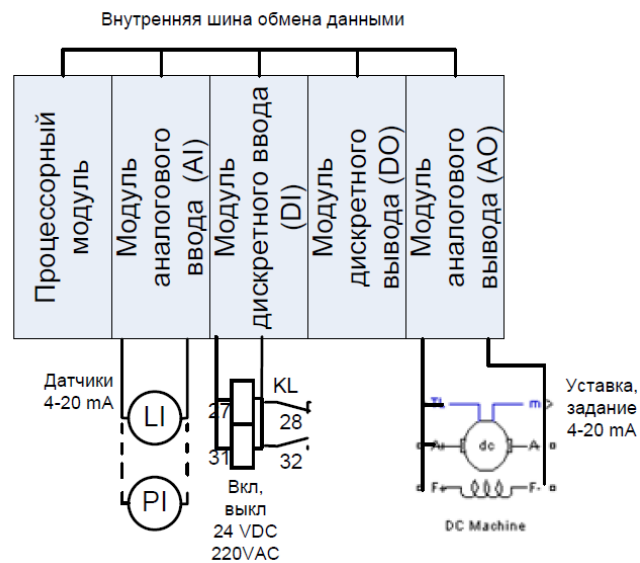


Рисунок 4 - Блок-схема УСО ПЛК

Технические характеристики модуля ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334 и модуля ввода/вывода дискретных сигналов BMXAMM 0600 приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Технические характеристики модуля ввода/вывода аналоговых сигналов

Технические параметры		Значения
Модуль ввода/вывода дискретных сигналов ВМХАММ 0600		
Масса (кг)		0,26
Габариты ШхВхГ (мм)		40x125x120
Длина кабеля (обычного/экранированного), не более		600 м/1000 м
Количество входов		16
Количество выходов		16
Напряжение питания	номинальное значение	24 В
	допустимый диапазон изменений	20,4...28,8 В
Количество одновременно опрашиваемых входов		16
Гальваническое разделение		Есть
Фронтальный соединитель		40-полюсный
Потребляемый ток, не более		80 мА
Индикация состояний входов и выходов		1 зеленый диод на каждый канал
Потребляемая мощность		6,5 Вт
Модуль ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334		
Количество входов		4
Габариты ШхВхГ (мм)		40x125x120
Масса (кг)		0,2
Количество выходов		2
Фронтальный соединитель		20 полюсный
Питание датчиков		Есть
Длина экранированного кабеля, не более		100 м

2.6.2 Выбор датчиков

Монтаж первичных приборов и датчиков происходит непосредственно на технологическом оборудовании.

При выборе датчиков будем ориентироваться на соответствие датчиков необходимым требованиям:

- диапазон измерений;

- диапазон рабочих температур;
- тип выходного сигнала;
- класс точности и т.д.

2.6.2.1 Выбор датчика-сигнализатора уровня

В процессе работы МНА необходимо отслеживать скорость утечки. Для этих целей будем использовать сигнализаторы уровня поплавкового типа

Требования к выбору датчика представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Требования к выбору датчика – сигнализатора уровня

Техническая характеристика	Значение
Выходной сигнал - магнитоуправляемый замыкающий герконовый контакт с параметрами	0,2 А; 50 В; 10 Вт
Расстояние от точки срабатывания до дна поплавковой камеры	80 ± 3 мм при подъеме уровня жидкости с плотностью 690 кг/м ³
Температура окружающей среды	от -40 °С (спец исполнение от -60 °С) до +65 °С (при очистке до +100°С)
Давление процесса	от -0,1 до 1 МПа
Вес датчика в сборе	до 6 кг
Диаметра ответного фланца (внутренний)	33 мм
Режим работы	«сухой» или «мокрый» контакт
Вибрационная вилка	Короткая вилка для установки с минимальной погружаемой частью минимум 50 мм (2 дюйма). Удлинение вилки до 3 м (118 дюймов).
Конструкционные материалы	сталь с антикоррозийным покрытием Ц15Хр; внутренняя поверхность дополнительно защищена эпоксидной эмалью
Срок службы	12 лет
Выходное напряжение, U _о	13,2 В
Выходной ток, I _о	24 мА

Согласно требованиям нам подходит датчик-сигнализатор уровня ДС-СУ1-01

Состав изделия:

- Преобразователь ПВ-СУ1;

- Датчики ДС необходимого типа.

Дополнительно в состав датчиков ДС-СУ1-01 и ДС-СУ1-02 входят:

- Поплавковая камера;
- Комплект паронитовых прокладок;
- Комплект ответных фланцев;
- Комплект крепления;

Датчик состоит из следующих составных частей:

- чувствительный элемент (поплавок);
- контактное устройство;
- клеммная коробка;
- поплавок камера ПК1.

Контактное устройство содержит 4 геркона которые укреплены на определенной высоте внутри нержавеющей трубки (внешний Ø10мм). Трубка при помощи стягивающегося разрезного штуцера закреплена в отверстии крышки. Нижняя часть трубки герметично заварена, на верхней части трубки расположена клеммная коробка. Чувствительный элемент выполнен в виде тороидального поплавка с закрепленным в нем кольцевым магнитом. Поплавок надевается на трубку контактного устройства. Когда происходит изменение уровня жидкости, поплавок перемещается вдоль трубки.

При приближении магнита к герконам контакты замыкаются. На трубке имеются упоры, которые ограничивают рабочее перемещение поплавка. В момент увеличения скорости притока нефти из трубопровода утечек, превышающего скорость стока нефти через калиброванное отверстие, уровень нефти в поплавковой камере повышается и происходит срабатывание датчика. Изменение уровня срабатывания достигается перемещением трубки датчика в крышке поплавковой камеры в условиях специализированного ремонтного производства. Очистка сливного отверстия, элементов поплавковой камеры и датчика от парафиновых осадков производится путем заливки кипящей воды в окно на крышке поплавковой камеры. Окно закрывается резьбовой заглушкой. Преобразователь необходим для преобразования низкоуровневых электрических сигналов магнитоуправляемых

контактов датчиков в выходные сигналы постоянного тока, которые в свою очередь используются для управления срабатыванием соответствующего реле. Выходные контакты блока реле преобразователя выведены на клеммы ХТ2. Питание преобразователя осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц через клеммы питания ХТ3.

Питание преобразователя сигналов и цепей датчиков и блока реле осуществляется через понижающий трансформатор TV1.

2.6.2.2 Датчик температуры

В ходе работы НПС необходимо измерять температуру нефти в корпусе МНА, температуру масла в маслосистеме МНА, а также температуру подшипников насоса и электродвигателя, температуру обмоток и сердечника статора. Для измерения температуры переднего и заднего подшипников электродвигателя, насоса, а также корпуса существенно использовать поверхностные термометры сопротивления типа ТСМ 9703.



Рисунок 5 - Термометр сопротивления типа ТСМ 9703

Технические характеристики приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Технические характеристики ТСМ 9703

Наименование параметра	ТСМ-9703
Область применения, контролируемая среда	плоские, гибкие и криволинейные поверхности
Пределы измерения, °С	-60...+180/-60...+200
Длина монтажной части, мм	8...32
НСХ	ТСМ/ТСП 9703: 50М; 100М/50П; 100П; 500 П;

Класс допуска	В; С
Показатель тепловой инерции, с	1
Материал арматуры	-
Схема соединения чувствительного элемента	2-х проводная
Исполнение	IP55; не герметичное к контролируемой среде
Габаритные размеры, мм	-
Масса, кг	0,005
Срок службы, лет	-
Срок и метод поверки	-
ГОСТ, ТУ	ДДШ 0.282.009 ТУ
№ ГОСРЕЕСТРА, сертификата	-

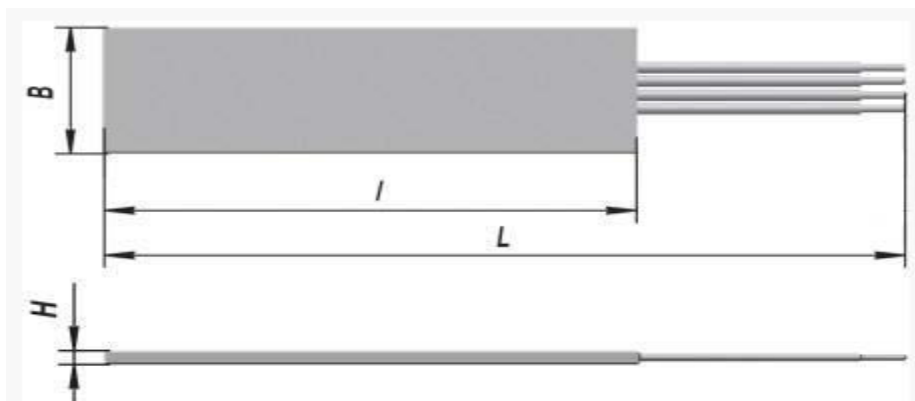


Рисунок 6 - Термометр сопротивления ТСМ 9502

Технические характеристики ТСМ 9502 сведены в таблицу 7.

Таблица 7 - Технические характеристики ТСМ 9502

Технические характеристики	ТСП 9502	ТСМ 9502
Диапазон измеряемых температур, °С	0...+180	0...+180 *
Номинальная статическая характеристика	50П; 100П	50М; 100М
Класс допуска	В	В; С
Время термической реакции, с	12	
Степень защиты от пыли и воды	IP51	
Материал корпуса	ДСВ-2-0	

Номинальное значение a , °C ⁻¹ ; (W_{100})	0,00391; (1,3910)	0,00428; (1,4280)
Устойчивость к вибрации	F3	
Вид климатического исполнения	У2, Т2	
Масса, кг не более	0,009.0,019	
Средняя наработка до отказа, ч, не менее	200000	

Для корректной работы предпочтителен сигнал с датчиков в диапазоне от 4 до 20 мА, для чего применяется преобразователь типа E875, использующий HART протокол для связи с компьютерной средой.

2.6.2.3 Датчик вибрации

Вибрация происходит центробежной силой, при этом центры тяжести отдельных сечений ротора не совпадают с линией, вокруг которой происходит его вращение. Причиной такого несовпадения является:

1. Из-за наличия неуравновешенной массы происходит несовпадение линии геометрических центров отдельных сечений с линией центров тяжести этих же сечений;
2. Смещение отдельных сечений относительно оси вращения.

Для контроля вибрации выбран датчик ИВД-3.

Датчик предназначен для работы в системах вибрационного контроля и защиты оборудования электрических станций, нефтеперекачивающих и газокompрессорных станций и других промышленных объектов.

Установка датчика возможна во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, с возможным образованием паро-газовоздушных смесей категорий ПА, ПВ, ПС групп Т1-Т5.

Датчик обеспечивает измерение СКЗ виброскорости / мгновенного значения виброускорения по одному или трем взаимоперпендикулярным направлениям.

Основные функции

- измерение СКЗ виброскорости по одному или трем взаимоперпендикулярным направлениям;

- разложение сигнала по частотным составляющим методом быстрого преобразования Фурье;
- обмен данными по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU);
- воспроизведение унифицированного токового сигнала 4-20 мА, пропорционального СКЗ виброскорости;
- формирование статусов («предупреждение» и «авария») и дискретных сигналов на внешние устройства при превышении измеряемым параметром величины заданных уставок (датчик-реле);
- дистанционное конфигурирование параметров: сетевого адреса, скорости обмена, величин предупредительной и аварийной уставок и калибровки измеренного канала.
- сравнение величины измеряемого параметра с предельными значениями (уставками), хранящимися в энергонезависимой памяти датчика.



Рисунок 7 - Монтаж датчика вибрации

Датчик крепится на корпусе винтового блока при помощи шпильки (рис. 7).

2.6.2.4 Датчик давления

МНА как объект автоматизации имеет две точки измерения давления нефти (на всасывании, на выходе) и одну точку измерения перепада давления на фильтре. Для этой цели подходят датчики Метран 150, а также датчики фирмы Honeywell.

Датчики Honeywell являются передовыми и обладают хорошими техническими характеристиками, недостатком по сравнению с датчиками Метран является высокая цена.

Для проекта выберем интеллектуальные датчики Метран 150, обладающие похожими техническими характеристиками, но имеющие более доступную цену, что является экономически более целесообразным.

Датчик Метран 150 предназначен для преобразования входных измеряемых величин (избыточное, абсолютное, гидростатического давление, разности давлений) в унифицированный токовый выходной сигнал, либо цифровой сигнал в стандарте протокола HART.

Учитывая диапазон измерения давления нефти на входе и выходе из агрегата (предельное 7,5 МПа) целесообразно использование датчика избыточного давления Метран 150CG5.

Технические характеристики представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Технические характеристики датчика

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	жидкость, газ, пар
Выходной сигнал	4...20 мА/HART
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0,05%
Верхний предел измерения Pmax	10МПа
Температура окружающего воздуха	-55...80°C
Диаметр условного прохода трубопровода	Dy 50мм
Протоколы связи с компьютерной средой	HART
Физические интерфейсы связи с компьютерной средой	Hart
Расстояние передачи токового сигнала	до 1 км
Взрывозащищенное исполнение	есть
Срок службы	12 лет
Средняя наработка на отказ	150000 часов
Межповерочный интервал	4 года

Для монтажа датчика рекомендуется применение кабеля с резиновой изоляцией, для сигнализации и блокировки с полиэтиленовой изоляцией. Разрешается применение другого кабеля с сечением жилы до 1,5 мм².

Допускается совместная прокладка в одном кабеле цепей питания и выходного сигнала с использованием изолированных жил с сопротивлением изоляции не менее 50 Мом.

Применение экранированного кабеля с изолирующей оболочкой рекомендуется при прокладке линии связи вблизи электроустановок мощностью более 0,5 кВт.

Монтаж датчика приведен на рис. 8.

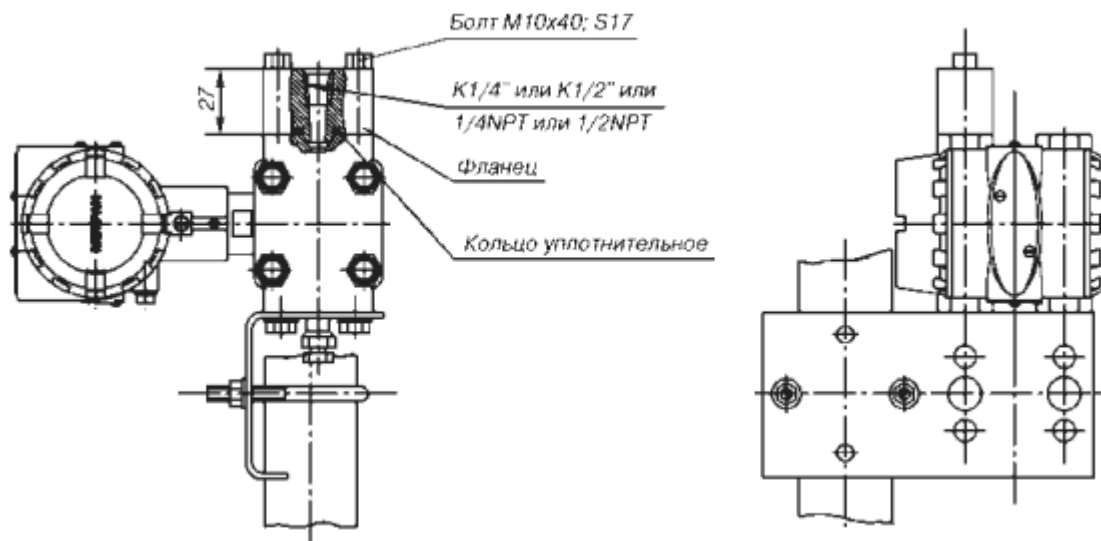


Рисунок 8 - Датчики мод.150CG с установленным монтажным фланцем с резьбовым отверстием и монтажным кронштейном для установки на трубе Ø50 мм.

Для измерения избыточного давления в системе маслоснабжения приемлем датчик серии Метран 150 CG3. Данный той же серии, что и датчик Метран 150 CG5, однако имеет иной диапазон измерения.

Технические характеристики представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Технические характеристики датчика

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	жидкость, газ, пар
Нижний предел измерения P_{\min}	32кПа
Верхний предел измерения P_{\max}	1600кПа
Выходной сигнал	4...20 мА/HART
Расстояние передачи токового сигнала	до 1 км
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	$\pm 0,1\%$
Физические интерфейсы связи с компьютерной средой	Hart
Протоколы связи с компьютерной средой	HART
Температура окружающего воздуха	-55...80°C
Диаметр условного прохода трубопровода	Dу 100мм
Взрывозащищенное исполнение	есть
Средняя наработка на отказ	150000 часов
Средний срок службы расходомера	12 лет
Межповерочный интервал	4 года

Для контроля давления воды в контуре охлаждения, давления воздуха в системах вентиляции выбран датчик Метран 150 CG4. Диапазон изменения данных параметров давления лежит в диапазоне измерения Метран 150 CG4, который подходит как для жидких, так и для газообразных сред.

Технические характеристики представлены в таблице 10.

Таблица 10 –Техническая характеристики датчика

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	жидкость, газ, пар
Верхний предел измерения P_{max}	1600кПа
Нижний предел измерения P_{min}	32кПа
Диаметр условного прохода трубопровода	Dу 100мм
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	$\pm 0,1\%$
Температура окружающего воздуха	-55...80°C
Выходной сигнал	4...20 мА/HART
Расстояние передачи токового сигнала	до 1 км
Физические интерфейсы связи с компьютерной средой	Hart
Протоколы связи с компьютерной средой	HART
Взрывозащищенное исполнение	есть
Средний срок службы расходомера	12 лет
Средняя наработка на отказ	150000 часов
Межповерочный интервал	4 года

2.6.3 Выбор исполнительных механизмов.

Исполнительный механизм - устройство, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие от исполнительного механизма меняет процесс, в заданном направлении, для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины. В процессе перекачки нефти требуется управление входной и выходной задвижкой МНА, а именно открытие и закрытие задвижек в соответствии с выбранной программой управления, запуске и останове МНА, а так же отсекаание МНА от магистрального нефтепровода при срабатывании агрегатных

защит или выводе МНА в ремонт. Диаметр задвижки и её тип выбирается в соответствии с руководящими документами. Алгоритм выбора исполнительного устройства приведён на рисунке 9.

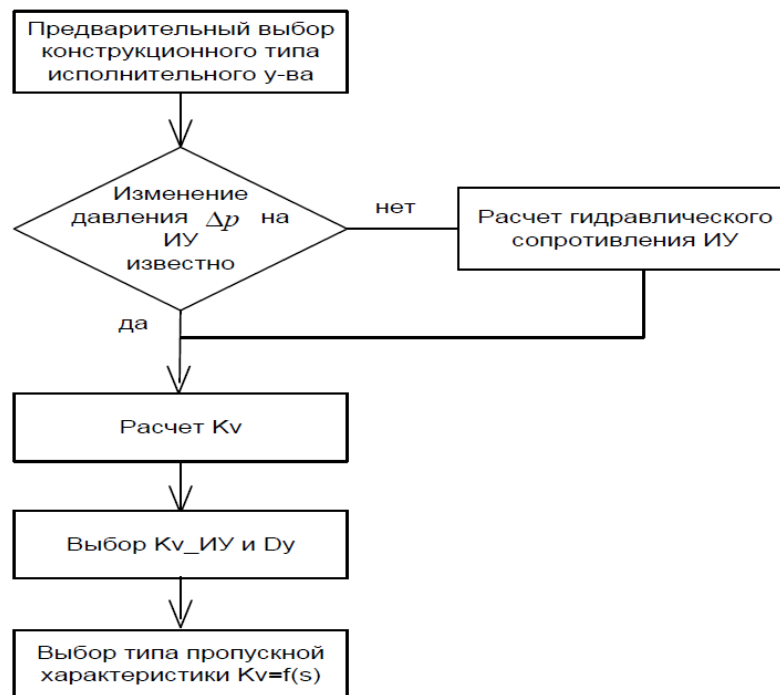


Рисунок 9 - Алгоритм выбора (расчета) исполнительного устройства

Пропускная способность задвижки Kv (м³/час) рассчитывается по формуле:

$$Kv = Q_{max} \sqrt{\frac{\Delta p_0}{\Delta p}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}},$$

где Δp_0 – потеря давления на задвижке (ее принимают равной 1 кгс/см²);

Δp – изменение давления в трубопроводе до и после задвижки;

ρ – плотность среды (кг/м³);

$\rho_0=1000$ кг/м³ – плотность воды (в соответствии с определением значения Kv).

Исходными данными для расчета пропускной способности являются:

Δp_0 – потеря давления на клапане принята равной 1 кгс/см²;

Δp – изменение давления в трубопроводе 0,5 кгс/см²;

ρ – плотность нефти 838 кг/м³;

Q_{\max} – максимальное значение расхода 480 м³/ч.

Расчетная пропускная способность клапана должна быть не менее 621 м³/ч.

В соответствии с таблицей зависимости диаметра трубопровода от расхода жидкости получен присоединительный размер задвижки к трубопроводу = 400 мм.

Задвижка соответствует ОТТ:75.180.00:КТН:273:06.

В соответствии с таблицей расчётная пропускная способность клапана соответствует условной пропускной способности клапана.

Задвижка шиберная с электроприводом и ручным управлением DN изображена на рисунке 10.

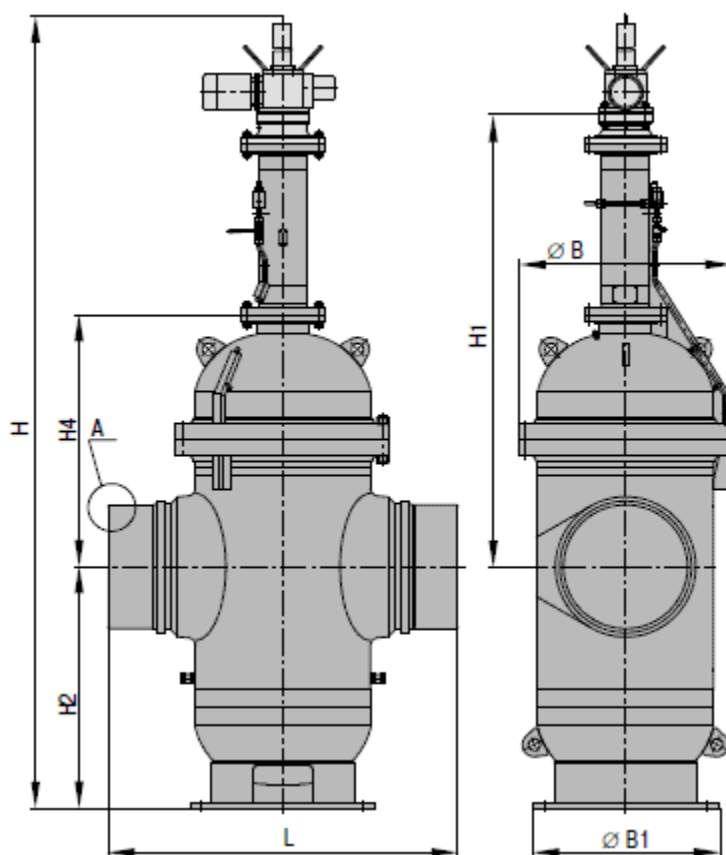


Рисунок 10 - Задвижка шиберная с электроприводом и ручным управлением

Технические характеристики задвижки приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Технические характеристики задвижки

Техническая характеристика	Значение
Условное давление P_u , МПа	6,3; 10,0; 15,0
Условный проход, мм	300, 350, 400, 500, 700, 800, 1000, 1050
Пропускная характеристика	линейная, равнопроцентная
Диапазон температур окружающей среды	-40/-50/-60... + 70°C,
Присоединительные размеры	Сварное соединение $\phi 1020 \times 12$ мм
Материал корпуса	сталь 20, углеродистые низкотемпературные стали, 12X18H10T, 10X17H13M2T, специальные сплавы;
Класс герметичности для регулирующих клапанов по ГОСТ 23866-87(по DIN)	По ГОСТ выше IV (по DIN – V)
Класс герметичности по ГОСТ 9544-93	A

Был выбран электропривод ЭПЦ 15000. Взрывозащищенные электроприводы "ЭПЦ-15000/20000/35000/50000" предназначены для эксплуатации в составе запорной арматуры DN 800..1200 PN 8,0..15,0 при перепадах рабочего давления на затворе от 3,0 МПа до 11,0 МПа в наружных установках и в помещениях во взрывоопасных зонах класса "1" и "2" по ГОСТ Р 51330.9 и ПУЭ.

Функциями электропривода являются:

- Открытие - Закрытие проходного сечения арматуры, остановка затвора в определённом положении по команде оператора;
- Автоматическое отключение по сигналам муфты ограничения крутящего момента или по сигналам датчика положения или.
- Выдача информации на встроенный мост местного управления при срабатывании муфты ограничения крутящего момента и при достижении запорным устройством арматуры крайних положений;

- Перемещение затвора арматуры от привода ручного дублера и автоматическое выключение при включении электродвигателя;
- Указание внутри заданного диапазона перемещения текущего положения затвора арматуры;
- Перевод затвора арматуры из одного крайнего положения в другое за определённое время, но не более: для нефтепровода DN 700 - 240с; для нефтепровода DN 800 - 300с; для нефтепровода DN 1000-1200 - 300..420с.

Технические характеристики привода приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Технические характеристики привода

Основные параметры	ЭПЦ-15000
Тип присоединительного места	Д
Климатическое исполнение привода	УХЛ1
Максимальный крутящий момент на выходном звене, Нм	15000
Частота вращения выходного звена, об/мин:	10
Диапазон ограничения крутящего момента на выходном звене, Нм	3000...15000
Погрешность останова вых. звена в заданном положении, угл. град., не более	
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	1000x950x1500
Масса, кг, не более	1000

2.7 Разработка схемы внешних проводок

Чертежи схем внешних проводок представляют собой проектную документацию, на которой показаны с помощью графических условных изображений все линии связей между приборами и средствами автоматизации и щитами всех назначений. Сигналы поступают со всех датчиков и исполнительных механизмов в клеммные соединительные коробки, затем они приходят на щит

оператора. Для соединения кабелей при монтаже выберем клеммную коробку КСК-20 на 20 контактов.

В качестве контрольных кабелей передающих сигнал от первичных преобразователей и исполнительных механизмов, будет использоваться кабель КВВГнг-LS. КВВГнг-LS - сокращенное наименование кабеля контрольного с медными жилами в негорючей ПВХ изоляции с пониженным дымо выделением, полная маркировка: КВВГнг(А)-LS.

Расшифровка маркировки:

К - кабель контрольный.

В - изоляция из ПВХ пластиката.

В - оболочка из ПВХ пластиката.

Г - не имеет бронированного покрова.

Нг - изготовлен из негорючих материалов.

(А) - не распространяет горение при прокладке в пучках по категории А согласно ГОСТ-Р 53315-2009.

LS - пониженное образование дыма.

Кабель контрольный КВВГнг-LS предназначен для неподвижного присоединения к аппаратам, электрическим приборам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 Вольт частотой до 100 Герц или постоянным напряжением до 1000 Вольт. Используют для прокладки в зданиях и сооружениях, каналах, туннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель.

Количество жил в контрольных кабелях выберем: 4 и 14 при соединении приборов с КСК; 19 при соединении КСК со шкафом управления.

Полученная схема соединения внешних проводок приведена в альбоме схем (ФЮРА.425280.001.ЭС.05).

2.8 Выбор алгоритмов управления АС

В автоматизированной системе используются различные алгоритмы на разных уровнях управления:

- на ПЛК и SCADA-форме реализуются алгоритмы пуска (запуска)/ останова технологического оборудования;
- ПИД или релейные алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование расхода, уровня и т. п.);
- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров);
- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ);
- алгоритмы централизованного управления АС (реализуются на ПЛК и SCADA-форме) и др.

2.8.1 Алгоритм сбора данных измерений

Каналом измерения выбран канал измерения уровня нефти в резервуаре.

Для него необходимо разработать алгоритм сбора данных и их отображения.

Алгоритм представлен на рисунке 11.

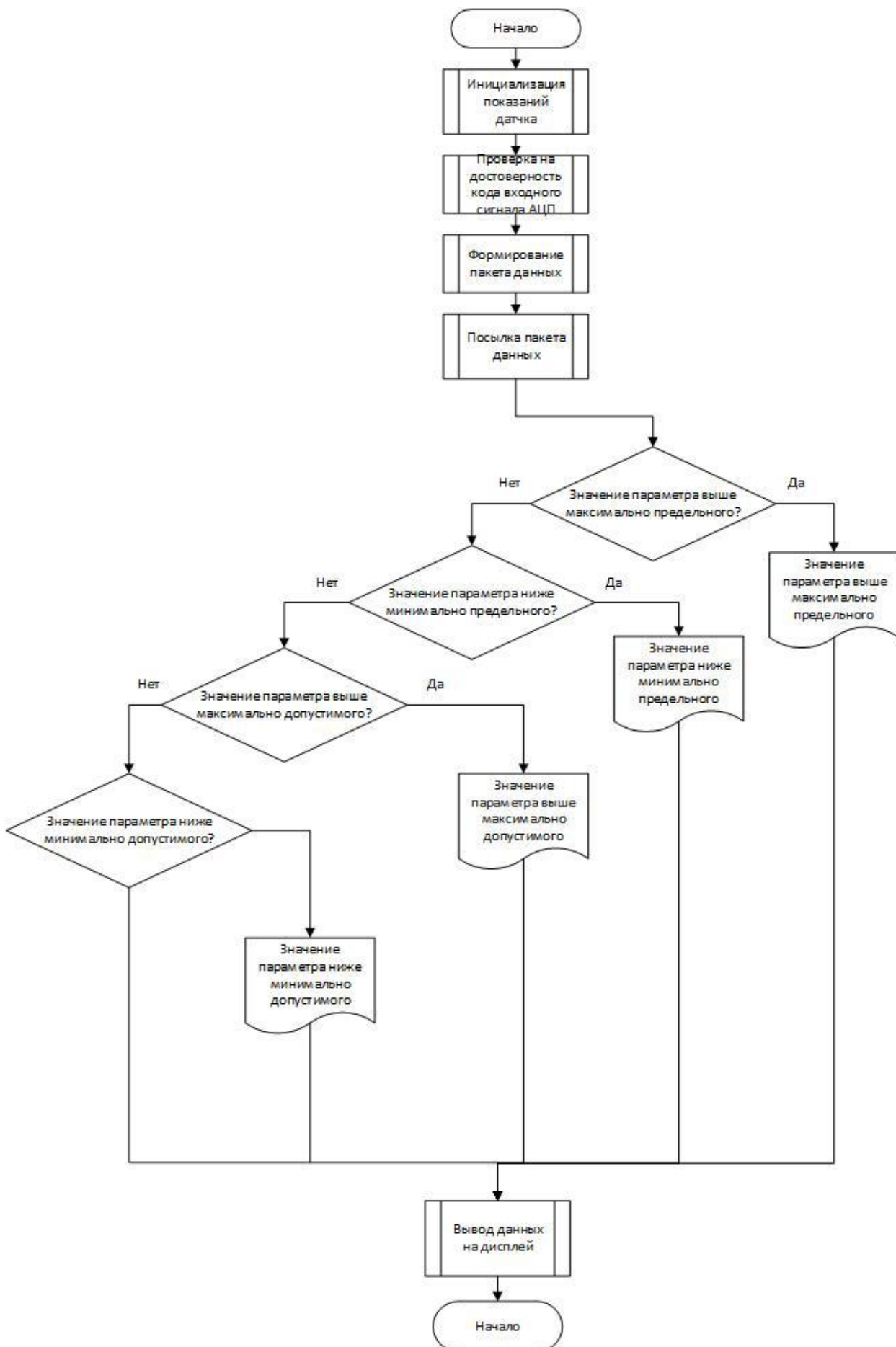


Рисунок 11 - Общий алгоритм сбора и отображения данных

2.8.2 Алгоритм автоматического управления технологическим параметром

Когда на ГНПС идет перекачка нефти, обязательно нужно поддерживать давление нефти в трубопроводе на выходе ПНС, это производится потому, чтобы оно не было выше заданного уровня, и не опускалось ниже заданного уровня, исходя из условий кавитации насосных агрегатов.

Регулируемым параметром технологического процесса является давление нефти в трубопроводе на выходе МНА. В качестве алгоритма регулирования был выбран алгоритм ПИД регулирования. Что позволит обеспечить хорошее качество регулирования, малое время выхода на режим и низкую чувствительность к внешним возмущениям.

Объектом управления является участок трубопровода (5 метров) между точкой измерения давления и регулирующим органом. Длина участка определена правилами установки датчика и регулирующих органов.

Динамика объекта управления $W(p)$, выражается как отношение «расход вещества через клапан» к «расходу вещества через расходомер» описывается апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием. Таким образом используя типовую передаточную функцию трубопровода, согласно для схемы управления насосом дросселированием потока на линии нагнетания. Передаточная функция участка регулируемого объемного расхода жидкости трубопровода равна:

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

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 13.

Таблица 13 - Характеристики объекта управления

Наименование	Ед. изм.	Количество
Плотность нефти	кг/м ³	838
Вязкость нефти при 20°С	мм ² /с	5,86
Выход фракций, не менее, до температуры:		
200 °С	% об.	27
300°С		47
350°С		57
Массовая доля парафина, не более	% масс.	6
Массовая доля воды, не более	% масс.	0,5
Класс опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76*		3
Предельно допустимая концентрация аэрозоля нефти в воздухе рабочей зоны	мг/м ³	10
Температура самовоспламенения	°С	250
Рабочее давление в трубопроводе, не более	МПа	6
Объемный расход жидкости	м ³ /ч	480
Длина участка трубопровода	м	5
Диаметр трубы	мм	200
Объемный расход жидкости	кгс/см ³	0,6

Рассчитаем передаточную функцию объекта управления:

$$f = \frac{\pi * 0.2^2}{4} = 0.0314 \text{ м}^2$$

$$c = \frac{Q}{f} = \sqrt{\frac{p}{2\Delta p}} = \frac{\frac{480}{3600}}{0.0314} * \sqrt{\frac{838}{2 * 0.098 * 0.6 * 10^6}} = 0.3827 \text{ с.}$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q} = \frac{2 * 5 * 0.0314 * 0.3827^2}{\frac{480}{3600}} = 0.354 \text{ с}$$

$$t_0 = \frac{Lf}{Q} = \frac{5 * 0.0314}{\frac{480}{3600}} = 1.2c$$

$$W(p) = \frac{1}{Tp + 1} * e^{-t_0p} = \frac{1}{0.354p + 1} * e^{-1.2p}$$

Датчик давления сравнивает текущее давление и заданное. На основании рассогласования регулятор уровня формирует задание по положению регулирующего органа. Текущее положение сравнивается с заданным, и по данным рассогласования формируется управляющий сигнал на исполнительный механизм.

Соотношение входного сигнала 4-20мА, частота до 30Гц, коэффициент передачи равен 1,5. Значение для постоянной времени возьмем 0,004.

Передаточная функция электропривода:

$$W_{дв}(p) = \frac{K_{дв}}{T_{дв} \cdot p + 1} = \frac{0,004}{0,08 \cdot p + 1}$$

Модель в пакете Simulink представлена на рисунке 12.

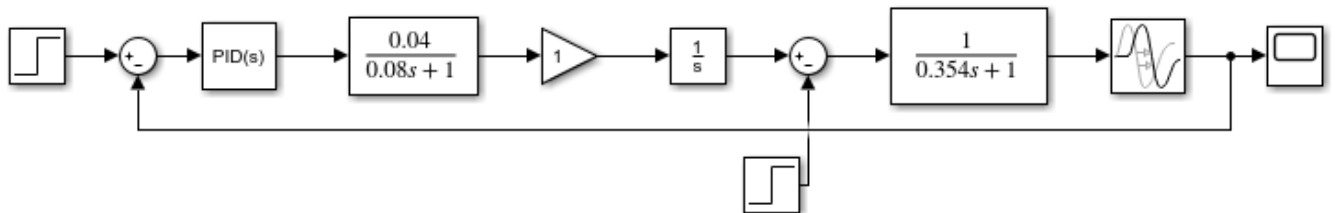


Рисунок 12 - Схема моделирования регулируемого процесса

Процесс регулирования давления выполняется следующим образом. На объект управления в процессе работы оказывают воздействия разные факторы, поэтому выход объекта управления суммируется с возмущающим воздействием. Итоговое давление на выходе объекта управления измеряется при помощи расходомера. Полученный сигнал поступает на АЦП и преобразуется в цифровой. Далее сигнал с АЦП сравнивается с заданным условием. В результате чего вычисляется ошибка регулирования. Результат вычисления ошибки поступает на ПИД-регулятор, тот в свою очередь в зависимости от значения ошибки формирует управляющее воздействие на объект управления. Управляющее воздействие регулятора подается

на регулирующий орган, а тот в свою очередь, в зависимости от управляющего воздействия, оказывает воздействие на объект управления с целью уменьшения ошибки.

График переходного процесса САР можем наблюдать на рисунке 13.

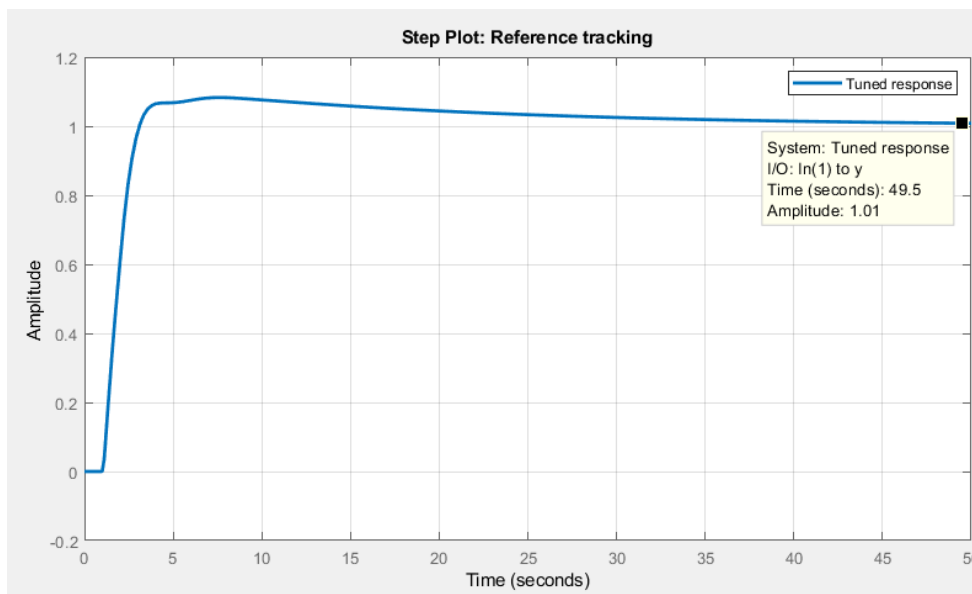


Рисунок 13 - График переходного процесса САР

Время перерегулирования приблизительно равно 50 сек.

2.9 Экранные формы АС

SCADA система Trace Mode высокотехнологичная российская программная система для автоматизации технологических процессов.

SCADA система позволяет наглядно оценить технологический процесс на МНА. Там представлены значения давления на входе и на выходе, которыми мы можем управлять в данной системе, контролируя остальные параметры. Также отображаются остальные измеряемые величины такие как: давление масла в системе маслоснабжения, давление воды в системе водяного охлаждения, температура переднего и заднего подшипников насоса, температуры переднего и заднего подшипника электродвигателя, температура корпуса насоса, температура воздуха в корпусе электродвигателя, температура обмоток электродвигателя, состояния входной и выходной задвижек, верхний предельный уровень нефти в поплавковой камере торцевого уплотнения системы сбора утечек. Это очень удобно выполнять оператору, он всегда оценивает предельные значения контролируемых величин и

может регулировать ими. Если возникнет экстренная ситуация или поломка, он сможет отключить подачу нефти, закрыв задвижку на входе и отключить МНА.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т32	Смирновой Татьяне Алексеевне

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка эффективности работы
Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентных технических решений 2. График проведения работ 3. Бюджет НИ 	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Смирнова Татьяна Алексеевна		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет найти ответы на такие вопросы, как: востребованность на рынке, цена, бюджет научного проекта, срок для выхода разработки на рынок и т.д.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперекачивающие станции, предприятия, имеющие насосные агрегаты. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система блока стабилизации давления, а так же автоматическая система регулирования определенными параметрами технологического процесса. Основные сегменты рынка определим по следующим критериям: размер компании–заказчика, направление деятельности, приведены в таблице 14.

Буквенное обозначение соответствующее компании:

«А» – ООО «Элком +», «Б» – ОАО «ТомскНИПИнефть»,

«В» – ОАО «Роснефть».

Таблица 14 - Основные сегменты рынка

Направление деятельности				
	Проектирование	Выполнение	Разработка АСУ	Внедрение

		строительства	проектов строительства	ТП	SCADA систем
Компании	Размер				
	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.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В таблице 15 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

В данной карте выставляются оценочные баллы, где 5 баллов принимается за наивысший бал, 1- низший бал.

Таблица 15 - Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления компанией	Разработка АСУ ТП сторонней	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
1. Повышение производительности	0,05	5	1	4	0,25	0,05	0,2
2. Удобство в эксплуатации	0,06	3	2	4	0,18	0,12	0,24
3. Помехоустойчивость	0,04	2	3	2	0,1	0,15	0,1
4. Энергоэкономичность	0,09	3	4	2	0,27	0,36	0,18
5. Надёжность	0,11	5	2	5	0,55	0,22	0,55
6. Уровень шума	0,03	2	2	2	0,06	0,06	0,06
7. Безопасность	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55
8. Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	2	2	1	0,06	0,06	0,03
10. Простота эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	0	4	0,2	0	0,02
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	5	0	5	0,1	0	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,06	0,03	0,09
2. Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
3. Цена	0,06	3	5	1	0,18	0,3	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35

5. Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
6. Финансирование научной разработки	0,03	2	1	1	0,06	0,03	0,03
7. Срок выхода на рынок	0,04	2	4	5	0,08	0,16	0,2
8. Наличие сертификата разработки	0,02	1	3	5	0,02	0,06	0,1
Итого:	1	63	52	67	0,54	2,71	3,53

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

3.1.3 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 16.

Таблица 16 – Итоговая матрица SWOT- анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
--	-----------------	----------------

		Сл.5. Большой срок поставок используемого оборудования	Сл.4. Отсутствие необходимого оборудования	Сл.3. Мало инжиниринговых компаний, способной построить производство под ключ	Сл.2. Отсутствие у подальных потребителей квалифицированных кадров	Сл.1. Отсутствие прототипа проекта	С5. Квалифицированный персонал	С4. Наличие бюджетного финансирования	С3. Более низкая стоимость	С2. Экологичность технологий	С1. Экономичность и энергоэффективность проекта
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	+
РР03М	У1. Отсутствие спроса на новые	+	0	0	+	+	-	-	-	-	-

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

3.2 Планирование научно–исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

1. Определение структуры работ в рамках научного исследования;
2. Определение участников каждой работы;
3. Установление продолжительности работ;
4. Построение графика проведения научных исследований

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 17.

Таблица 17 - Перечень этапов и работ

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель
Теоретическое и экспериментальное исследование	5	Проведение технических расчётов и обоснований	Инженер
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель
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-систем	Инженер

Оформление отчёта	18	Составление пояснительной записки	Инженер
-------------------	----	-----------------------------------	---------

3.2.2 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:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни = 365;

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни = 52;

$T_{\text{пр}}$ – праздничные дни = 12

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 12} = 1,213$$

В таблице 18 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 18 - Расчеты длительности отдельных видов работ

	Трудоёмкость работ, дни			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календарных днях	
	min	max	ожд.		Р	И	Р	И
1. Составление и утверждение технического задания	2	4	2,8	Р	2,8	-	4	-
2. Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	И	-	3,2	-	5
3. Изучение существующих объектов проектирования	2	5	3,2	И	-	3,2	-	5
4. Календарное планирование работ	1	2	1,4	Р, И	1,4	1,4	2	2
5. Проведение теоретических расчётов и обоснований	1	3	1,8	И	-	1,8	-	3
6. Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	4	2,8	И	-	2,8	-	4
7. Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	И	-	0,7	-	1
8. Оценка эффективности полученных результатов	0,35	1	0,7	Р, И	0,35	0,35	1	1
9. Определение целесообразности проведения ОКР	0,35	1	0,7	Р, И	0,35	0,35	1	1
10. Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	2	1,4	И	-	1,4	-	2
11. Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	И	-	0,7	-	1
12. Составление схемы информационных потоков	0,5	1	0,7	И	-	0,7	-	1
13. Разработка схемы внешних проводок	1	3	1,8	И	-	1,8	-	3
14. Разработка алгоритмов сбора данных	1	3	1,8	И	-	1,8	-	3
15. Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	Р, И	0,7	0,7	1	1
16. Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	4	2,8	Р, И	2,8	2,8	4	4

17. Проектирование SCADA-систем	2	5	3,2	И	-	3,2	-	5
18. Составление пояснительной записки	1	3	1,8	И	-	1,8	-	3
Итого:				Р, И	8,4	28,7	13	45

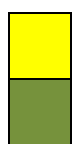
На основе таблицы 19 построим календарный план-график.

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта.

В таблице 19 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и дням за период времени дипломирования.

Таблица 19 – Календарный план-график

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



- руководитель

- инженер

3.3 Бюджет научно–технического исследования

3.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 20 приведены материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15–25% от стоимости материалов.

Таблица 20 - Материальные затраты

Наименование	Ед.изм.	Количество	Цена за ед./руб.	Затраты на материалы/руб.
Контроллер «ModiconM340 ВМХР34»	шт.	2	350000	760000
Датчик давления «Метран 150»	шт.	4	15000	68800
Датчик вибрации «ИВД-3»	шт.	4	15000	64400
Датчик температуры «ТСМ-9703»	шт.	7	2500	21500
Уровнемер «ДУ-СУ1-01»	шт.	1	74000	108600
Задвижка «SIPOS 5 Flash»	шт.	2	1123500	2543000
Итого:				3566300

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Siemens. В таблице 21 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 21 - Расчет бюджета затрат на приобретение ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования/руб.	Общая стоимость/руб.
Simatic Step 7	1	31800	31800
Итого:			31800

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данной статье рассматривается основная заработная плата руководителя и инженерного работника, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоёмкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p,$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дни;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата работника рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m * M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб;

M – количество месяцев работы без отпуска в течении года:

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

при отпуске в 48 раб.дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная рабочая неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (таблица 22).

Таблица 22 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней <ul style="list-style-type: none"> •Выходные дни •Праздничные дни 	111	111
Потери рабочего времени <ul style="list-style-type: none"> •Отпуск •Больничный 	24	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	254	254

Расчёт расходов на оплату труда берётся на основе отраслевой оплаты труда в НИИ ТПУ, где в соответствии с должностями исполнителей, где руководитель - старший преподаватель, студент – вспомогательный персонал.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} * k_p,$$

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

k_p – районный коэффициент, 30%.

$$Z_{тс,р} = 24900 \text{ руб.};$$

$$Z_{тс,и} = 9489 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад руководителя:

$$Z_m = 24900 * 1,3 = 32370 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад студента:

$$Z_m = 9489 * 1,3 = 12335,7 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$Z_{дн} = 32370 * 11,2/254 = 1427,34 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата студента:

$$Z_{дн} = 12335,7 * 11,2/247 = 559,35 \text{ руб.}$$

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 23.

Таблица 23 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Тарифная заработная плата/руб.	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника/руб.	Среднедневная заработная плата/руб.	Продолжитель ность работ/час.	Заработная плата основная/руб.
Руководитель	24900	1,3	32370,00	1427,34	8,4	11989,66
Инженер	9489	1,3	12335,7	559,35	28,7	16053,45
Итого:						28043,11

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп})$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 24.

Таблица 24 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата/руб.
Руководитель	11989,66
Инженер	16053,45
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	0,3
Итого:	8412,93

3.3.5 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:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 6) \cdot k_{нр} ,$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{накл} = 3566300 + 31800 + 28043,11 + 8412,93 * 0,16 = 581528,97 \text{ руб.}$$

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект приведен в таблице 25.

Таблица 25 - Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект

Наименование статьи	Сумма/ руб.
1. Материальные затраты	3566300,00
2. Затраты на специальное оборудование	31800,00
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	28043,11
5. Отчисления во внебюджетные фонды	8412,93
6. Накладные расходы	581528,97
7. Бюджет затрат НИИ	4216085,01

3.3.7 Определение эффективности исследования

На основании проведенных исследований выявлено, что на фоне других конкурентных проектов данная разрабатываемая автоматизированная система блока стабилизации давления является наиболее эффективной, так как позволяет улучшить технические характеристики: производительность, удобство эксплуатации, надежность, уровень шума, безопасность. Внедрение разрабатываемой АСУ ТП позволяет повысить надёжность и безопасность системы, увеличения срока безотказной работы оборудования.

Планирование научно исследовательских работ позволило наглядно продемонстрировать все этапы работ и сроки, а также распределить нагрузку между исполнителями.

Расчет бюджета затрат научно исследовательских работ позволил определить объем вложенных (необходимых) инвестиций.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т32	Смирновой Татьяне Алексеевне

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Контроллерное оборудование	
2. Датчик давления «Метран 150»	
3. Датчик температуры «ТСМ-9703»	
4. Уровнемер «ДУ-СУ1-01»	
5. Датчик вибрации «ИВД-3»	
6. Интерфейс оператора	
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	1. Приборы КИП и А

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т32	Смирнова Татьяна Алексеевна		

4 Социальная ответственность

Введение

Одной из важнейших задач по сохранению производительности труда и экономической эффективности производства является организация и улучшение условий труда на рабочем месте. Необходимые показатели в этой области достигаются соблюдением законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Строгое выполнение норм техники безопасности обеспечивает защиту сотрудника от опасностей и рисков, которые могут возникнуть на работе. Безопасность жизнедеятельность на производстве была создана, чтобы обеспечить правильную среду обитания на рабочем месте, и не навредить деятельности и здоровью человека.

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы блока стабилизации давления магистрального насосного агрегата на нефтеперекачивающей станции. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. Задачей оператора АСУ является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций. В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика оборудованию, установленному по месту и рабочему месту.

4.1 Контроллерное оборудование

В ВКР используется контроллер Modicon M340 VMXP342020 компании Schneider-electric.

Сверхкомпактный, новый ПЛК Modicon M340 отличается гибкостью и службами ПЛК высшего класса. Будучи интегрированным в систему, ПЛК предоставляет встроенные решения Plug&Work с другими устройствами

Telemecanique. Невероятные возможности решения Unity в ваших руках позволят упростить процесс программирования и сократить временные издержки. Modicon M340 - это действительно маленький гигант.

Основные технические характеристики:

1. Питание контроллера: напряжение 230 В сети переменного тока (через блок питания);
2. Возможность ПЛК работы при напряжении сети питания технологической площадки;
3. Управление ПЛК: по прерываниям, по готовности или по командам человека. Необходимо управлять как минимум одним устройством;
4. Для развития собственного ядра программ персонала и времени: не достаточно.
5. Пользовательское программное обеспечение базируется на: флеш-памяти (FlashEPROM). АС работает в режиме реального времени и для этого необходимо приобрести ядро программ реального времени.
6. Ограничения по размеру, весу, эстетическим параметрам: нет.
7. Периферийные устройства (дисплей, принтер): не используются.
8. Контроль и управление следующих типов I/O-устройств: сенсоры (температура, давление, уровень, вибрация).
9. УСО ввода/вывода: 13 каналов ввода аналоговых сигналов и (модуль ввода/вывода ВМХАММ 0600) 4 канала ввода дискретных сигналов (модуль ввода/вывода ВМХДДИ 1603)(все унифицированные токовые сигналы).
10. Алгоритмы управления включают в себя числовые и битовые операции.
11. Общий объем манипуляций для одного ПЛК: не менее 100 команд.
12. Отказоустойчивость источник напряжения: высокая.
13. Удерживание напряжения в узком фиксированном диапазоне изменений: есть.
14. Рабочий ток: 140 мА.
15. Возможность работы контроллера от сети: есть.
16. Возможность работы контроллера от батарей: есть.

17. Время работы батареи без перезарядки: не менее 24 часов в рабочем режиме и не менее 12 месяцев при работе в режиме ожидания.

18. Требования к условиям окружающей среды:

– температура: -40°C до +70°C;

– атмосферное давление: от 1080 гПа до 660 гПа (соответствует высоте от -1000м до 3500м);

– относительная влажность: от 10% до 95%, без конденсации.

Для автоматизации МНА будет использоваться два ПЛК Modicon M340 компании Schneider-electric (первый контроллер – локальный, а второй – коммуникационный). Связь между локальным контроллером и контроллером верхнего уровня будет выполнена на базе интерфейса Ethernet.

4.2 Датчики

4.2.1 Датчик давления

Был выбран преобразователь давления Метран 150. Измерительный блок датчика состоит из корпуса 1 и емкостной измерительной ячейки Rosemount 2. Емкостная ячейка изолирована механически, электрически и термически от измеряемой и окружающей сред. Датчики давления Метран 150 имеют взрывозащищенное исполнение по ГОСТ Р 51330.0, ГОСТ Р 51330.1, ГОСТ Р 51330.10. вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" с уровнем взрывозащиты "особовзрывобезопасный", маркировка по взрывозащите 0ExiaIICT5X; вид взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" с уровнем взрывозащиты «взрывобезопасный» с маркировкой по взрывозащите 1ExdIICT6X или 1ExdIICT5X.

Электрическое питание датчиков Метран 150 общепромышленного исполнения и взрывозащищенного исполнения вида «взрывонепроницаемая оболочка»

осуществляется от источника постоянного тока напряжением: 12-42 В (10,5-42,4 В) для выходного сигнала 4-20 мА; 22-42 В для выходного сигнала 0-5 мА, при этом пределы допустимого нагрузочного сопротивления (сопротивления приборов

и линии связи) зависят от установленного напряжения питания датчиков и не должны выходить за границы рабочей зоны.

Датчики имеют встроенный блок защиты от переходных процессов в линии связи, вызванных разрядами молний, работой сварочного оборудования. Датчики устойчивы к электромагнитным помехам. Критерий качества функционирования А. Датчики соответствуют нормам помехоэмиссии, установленным для класса Б в соответствии с ГОСТ Р 51318.22.

Средний срок службы датчика: 12 лет, кроме датчиков, эксплуатируемых при измерении агрессивных сред, средний срок службы которых зависит от свойств агрессивной среды, условий эксплуатации и применяемых материалов; 30 лет (с опцией ML).

Для обеспечения устойчивой связи по HART-протоколу рекомендуется использовать кабель - экранированная витая пара, экран рекомендуется заземлять на приемной стороне (у сопротивления нагрузки). Не допускается заземлять экран в двух точках. Неэкранированный кабель может быть использован, если помехи не влияют на качество связи. Рекомендуется провод с сечением жилы не менее 0,2 мм², длина которого не превышает 1500 м.

Основные технические характеристики:

Измеряемые среды: жидкости, в т.ч. нефтепродукты; пар, газ, газовые смеси

Диапазоны измеряемых давлений:

- минимальный 0-0,025 кПа;
- максимальный 0-68 Мпа.

Выходные сигналы:

- 4-20 мА с HART-протоколом (возможность переключения между 5-й и 7-й версиями HART);
- 0-5 мА.

Основная приведенная погрешность до $\pm 0,075\%$; опция до $\pm 0,2\%$.

Диапазон температур окружающей среды от -40 до 85°C; от -55 до 85°C (опция)

Перенастройка диапазонов измерений до 100:1.

Соответствие стандарту функциональной безопасности ГОСТ Р МЭК 61508 - SIL2 (SIL3 – при резервировании).

Взрывозащищенное исполнение вида "искробезопасная цепь" и "взрывонепроницаемая оболочка".

Гарантийный срок эксплуатации - 3 года.

Интервал между поверками - 5 лет.

Средняя наработка датчика на отказ составляет 150 000 ч.

4.2.2 Датчик-сигнализатор уровня

Датчик-сигнализатор уровня ДС-СУ1-01 предназначен для контроля предельной скорости утечек нефти через торцевые уплотнения в магистральных и подпорных насосных агрегатах. В комплекте с преобразователем ПВ-СУ1 обеспечивается уровень взрывозащиты «0» («особо взрывобезопасное оборудование») и вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ia» по ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60070-11-98).

Принцип действия датчика заключается в том, что при превышении скорости притока нефти из трубопровода утечек над скоростью стока ее через калиброванное отверстие сменной шайбы, уровень нефти в поплавковой камере повышается, поплавок перемещается вверх и магнит замыкает герконовые контакты.

Основные технические характеристики:

Материал камеры: сталь с антикоррозийным покрытием Ц15Хр. Внутренняя поверхность дополнительно защищена эпоксидной эмалью.

Выходной сигнал – магнитоуправляемый замыкающий герконовый контакт с параметрами: 0,2А; 50В; 10 Вт.

Расстояние от дна поплавковой камеры до точки срабатывания: 80 ± 3 мм при подъеме уровня жидкости с плотностью 690 кг/м³.

Условия эксплуатации: температура от минус 40°С (специсполнение от минус 60°С) до 65°С (кратковременно при очистке до 100°С), давление – нормальное атмосферное.

Вес датчика в сборе с поплавковой камерой и ответными фланцами: не более 6 кг.

Внутренний диаметр ответного фланца: 33 мм.

Срок службы: 12 лет.

4.2.3 Датчик температуры

Термометр представляет собой гибкое основание с закрепленным на нем чувствительным элементом.

Основные характеристики:

Тип: термометр сопротивления медный;

Диапазон измеряемых температур: 0...1800С;

Способ крепления: устанавливается в пазах статора, приклеивание (клей К-300, К-400), механический прижим;

Выходной сигнал: 0-5 мА;

Погрешность измерения: $\pm 0,5\%$;

Расстояние передачи токового сигнала: до 1 км;

Межповерочный интервал: 1 год;

Диапазон рабочих температур: -40..550С;

Средняя наработка до отказа: 50000 ч.

4.2.4 Датчик вибрации

Вибрация происходит центробежной силой, при этом центры тяжести отдельных сечений ротора не совпадают с линией, вокруг которой происходит его вращение. Для контроля вибрации выбран датчик ИВД-3. Данный датчик применяют в системах вибродиагностики и виброзащиты турбоагрегатов, насосов.

Электропитание датчика осуществляется постоянным напряжением от 10,5 до 13,5 В, ток потребления не более 60 мА. Номинальное напряжение питания Датчика – 12 В постоянного тока.

Режим работы датчика - непрерывный.

Максимальная температура нагрева наружной поверхности датчика не превышает 85°С, а внутренних частей не превышает 100°С.

Длина линии связи от датчика до преобразователя интерфейса RS485 - RS232 при использовании кабеля КИПЭВ 2×0,6 не должна превышать 1000 м;

Электрическая прочность изоляции между жилами кабеля и корпусом в нормальных условиях не менее 500 Вэфф промышленной частоты, при повышенной влажности не менее 300 Вэфф промышленной частоты.

Сопротивление изоляции между жилами кабеля и корпусом в нормальных условиях не менее 500 МОм, при повышенной температуре не менее 5 МОм, при повышенной влажности не менее 1 МОм.

Тип кабеля, входящего в комплект поставки, КИПЭВ 4×2×0,60 ТУ 16.К99–008–2001. Длина кабеля по заказу, но не менее 1,5 м.

Время установления рабочего режима не более 5 сек.

Стойкость датчика к промышленным электромагнитным полям – 4 группа по ГОСТ Р 50648.

Основные технические характеристики

Диапазон цифрового измерения виброускорения: от 0,1 до 50 м/с²

Диапазон измерения виброскорости: от 0,3 до 70 мм/с

Диапазон токового сигнала виброускорения: от -20 до +20 мА

Частотный диапазон изменения вибропараметров: от 2 до 1000 Гц

Основная погрешность измерения вибропараметров во всем частотном диапазоне: не более 5 %

Основная погрешность измерения вибропараметров на базовой частоте 160 Гц: не более 1 %

Время установления рабочего режима: не более 5 сек

Напряжение питания: 24 В

Ток потребления без дискретных сигналов: не более 60 мА

Средняя наработка на отказ – не менее 50000 ч.

Ресурс – 10 лет.

Система автоматизации

Система автоматизации структурно представлена на рисунке 1.

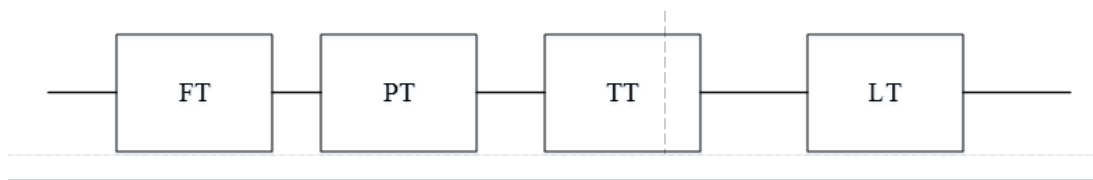


Рисунок 14 – Приборы КИПиА

Для повышения надежности необходимо зарезервировать систему.

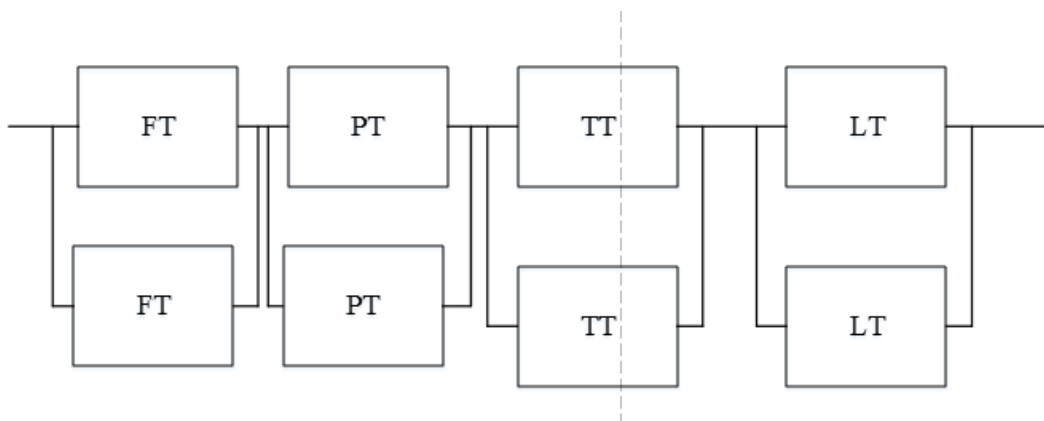


Рисунок 15 – Резервирование приборов КИПиА

Таким образом, резервирование позволяет повысить надежность системы.

Связь контроллера и оператора

Связь контроллера с компьютером идет по протоколу Modbus RTU с интерфейсом RS-485. Для защиты информации используется опрос проверки контрольной суммы. Контрольная сумма (хеш) — определенное значение рассчитанное для данных с помощью известных алгоритмов. Предназначается для проверки целостности данных при передаче.

Применяется для проверки целостности передачи данных. Программы-архиваторы включают CRC исходных данных в созданный архив для того, чтобы получающий мог удостовериться в корректности полученных данных. Такая контрольная сумма проста в реализации и обеспечивает низкую вероятность возникновения коллизий.

Заключение

В процессе выполнения курсового проектирования была разработана система автоматического управления блока стабилизации давления ГНПС, включающая в себе каналы измерения по технологическим параметрам, контуры регулирования и аварийной защиты. Разработанная система имеет трехуровневую архитектуру: сигналы с датчиков полевого уровня поступают через контроллерное оборудование на АРМ оператора в виде экранных форм SCADA-системы. При разработке САУ были детально проработаны структурные и функциональные, соответствующие ГОСТ и стандарту ANSI/ISA, схемы. В процессе работы были изучены все необходимые стандарты для разработки АСУ ТП, а также детально разобран технологический процесс ГНПС. Разработанная система автоматического управления отвечает всем заявленным в техническом задании требованиям к разным видам обеспечения и системе в целом.

Список использованной литературы

1 Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно–методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.

2 Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.

3 Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.

4 ГОСТ 21.408–93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.– 44с.

5 Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.

6 Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд–во, 1986. – 311с.

7 <http://klapan.ru>

8 <http://wikipedia.org>

9 <http://aelectric.ru/?p=8107>

10 <http://www.metran.ru>

11 http://klapan8.ru/klapany_reguliruyuschie_

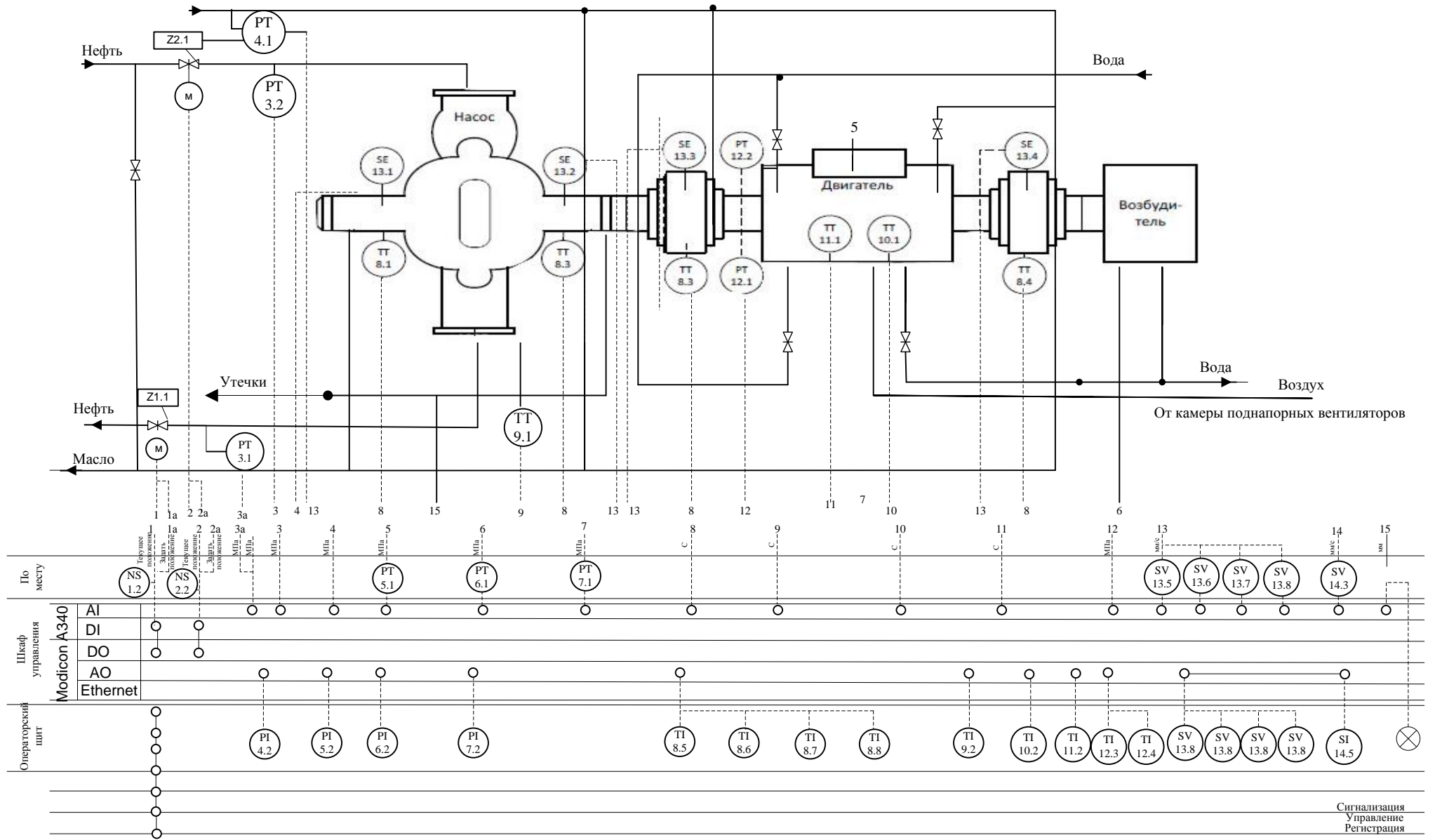
12 <http://pipeline.gubkin.ru/oil/nps.html>

13 <http://www.asutp.ru/?p=400505>

14 <http://www.unipark.ru/>

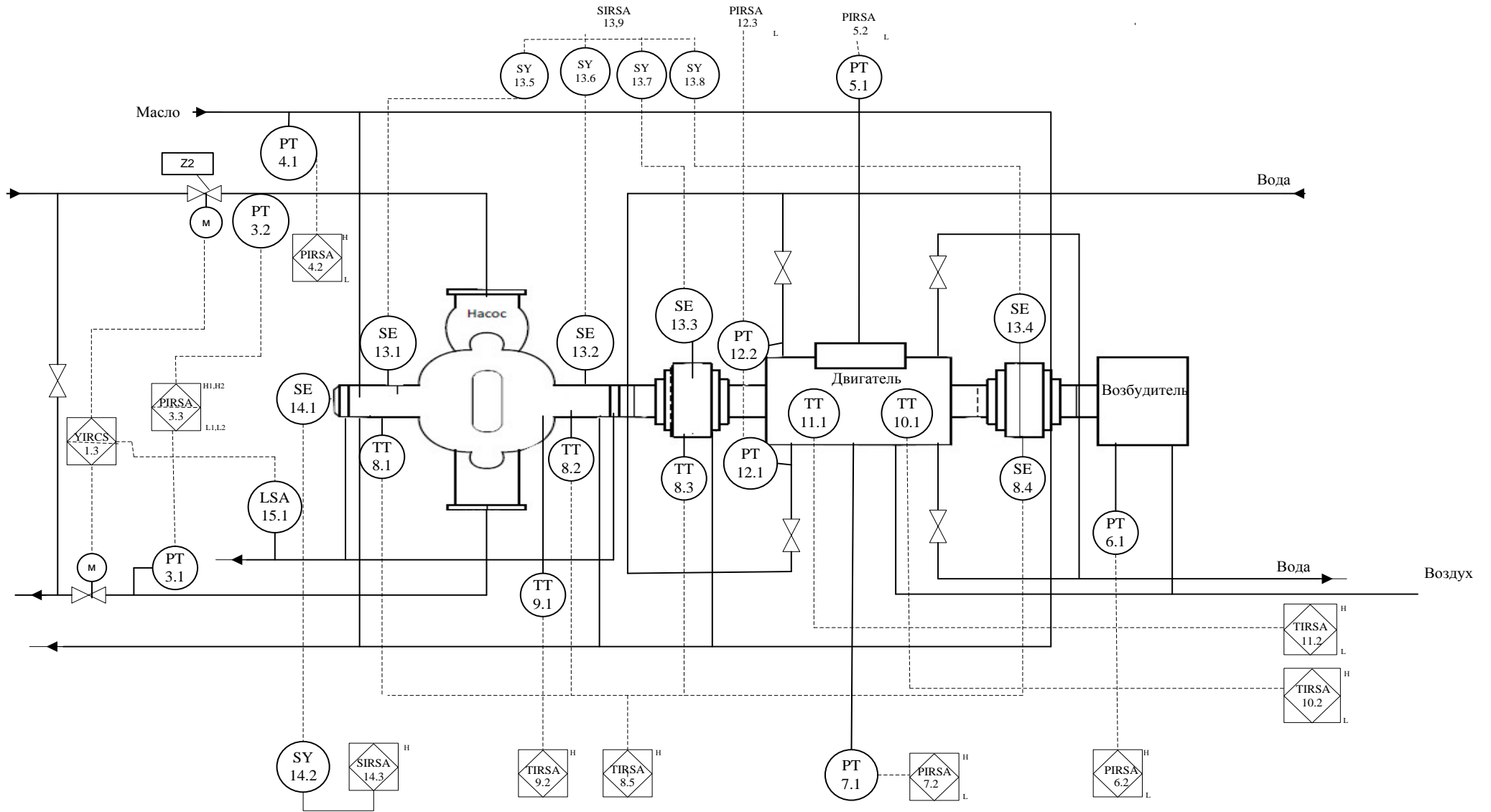
15 http://www.rlda.ru/NPS_Automation.htm

Приложение А



Приложение Б

Функциональная схема по ANSI/ISA



Приложение В

Трехуровневая система АС

Сервер БД



АРМ оператора



АРМ оператора



АРМ диспетчера



ПЛК



Датчики

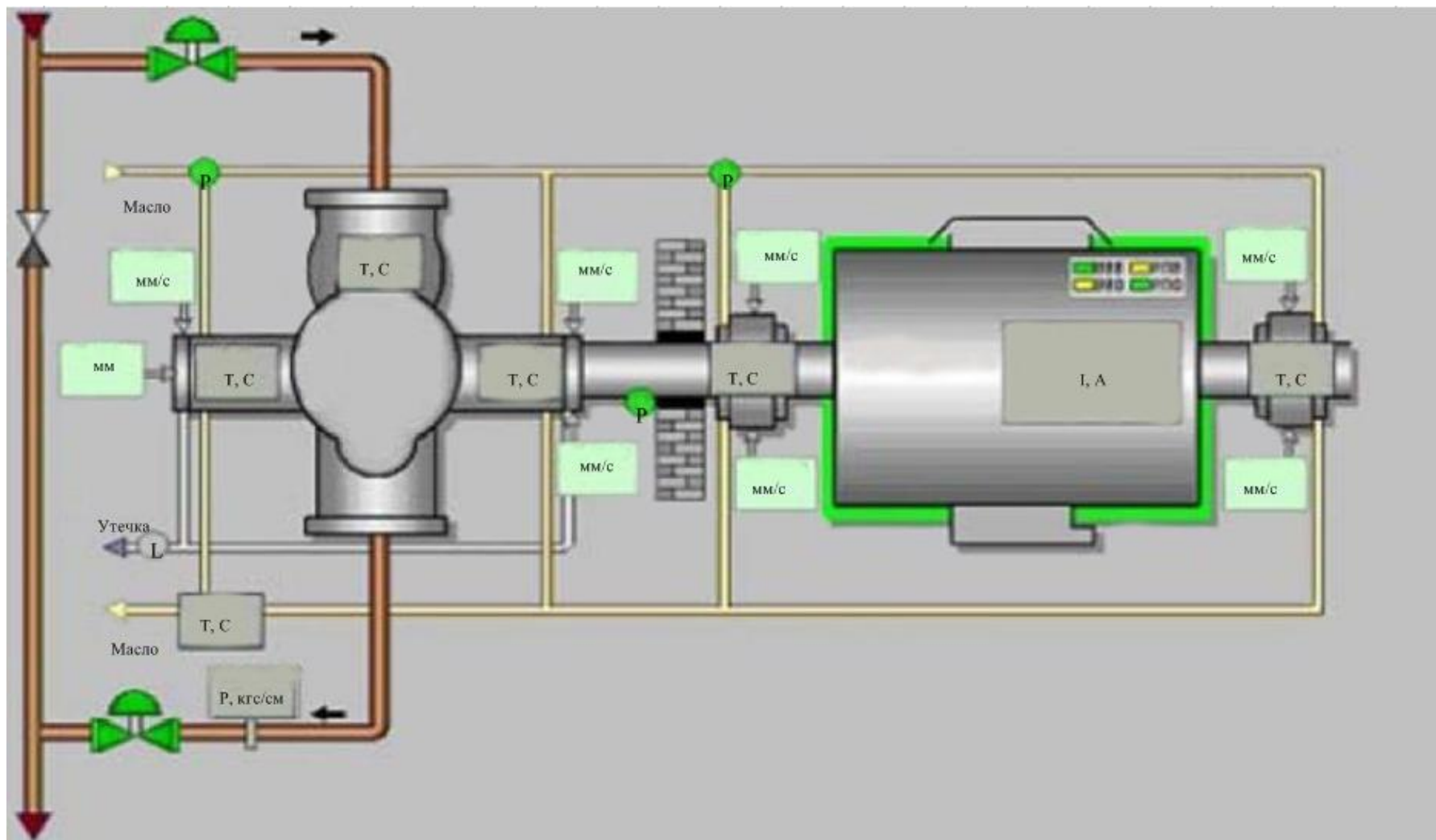


Нижний уровень: полевой

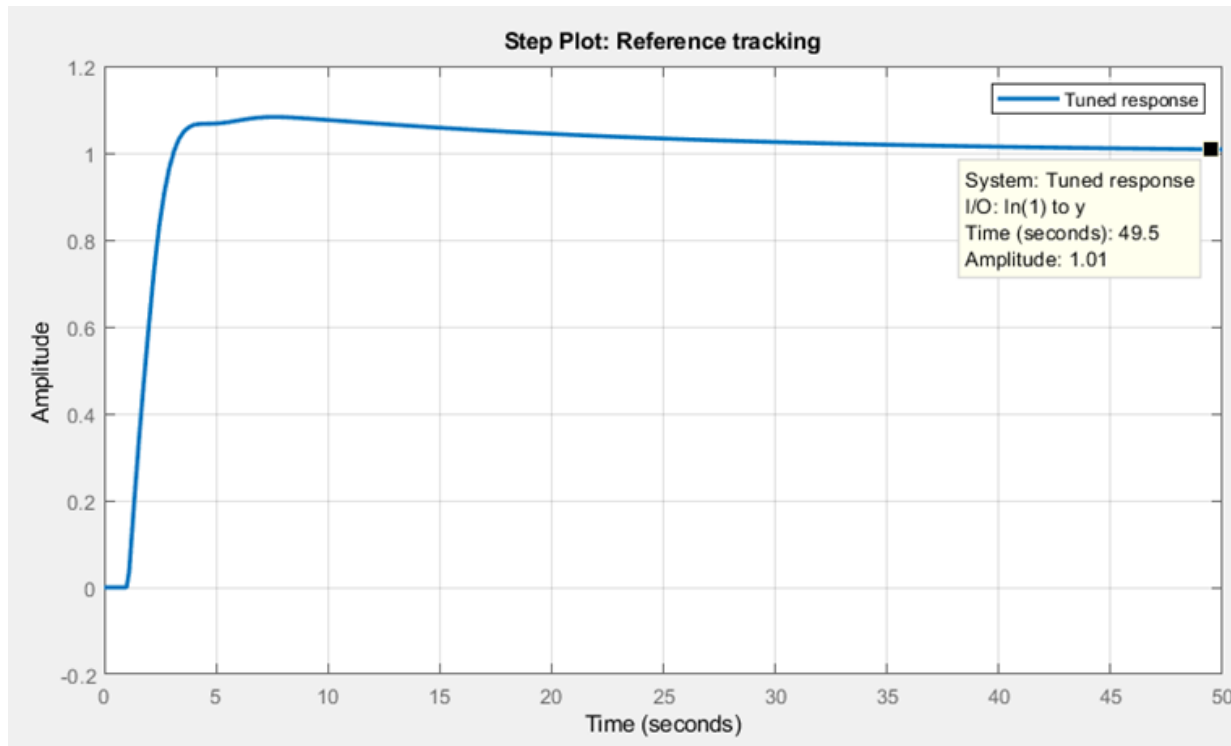
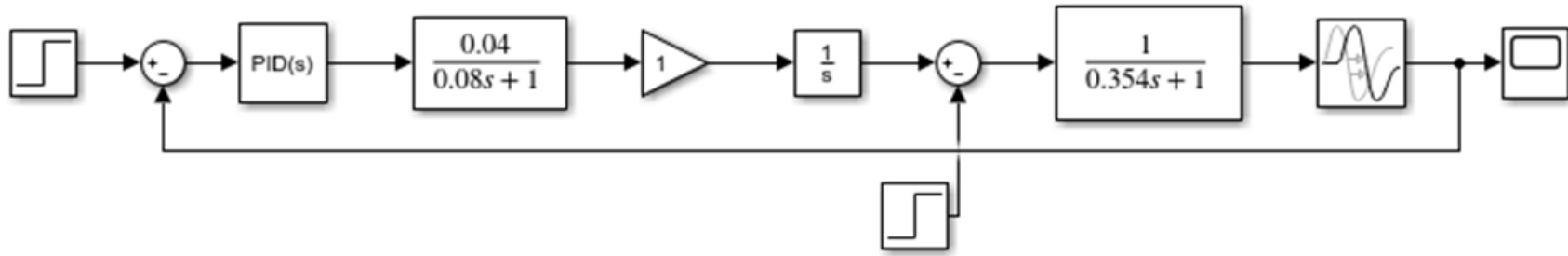


Исполнительные устройства

Приложение Г
Экранные формы



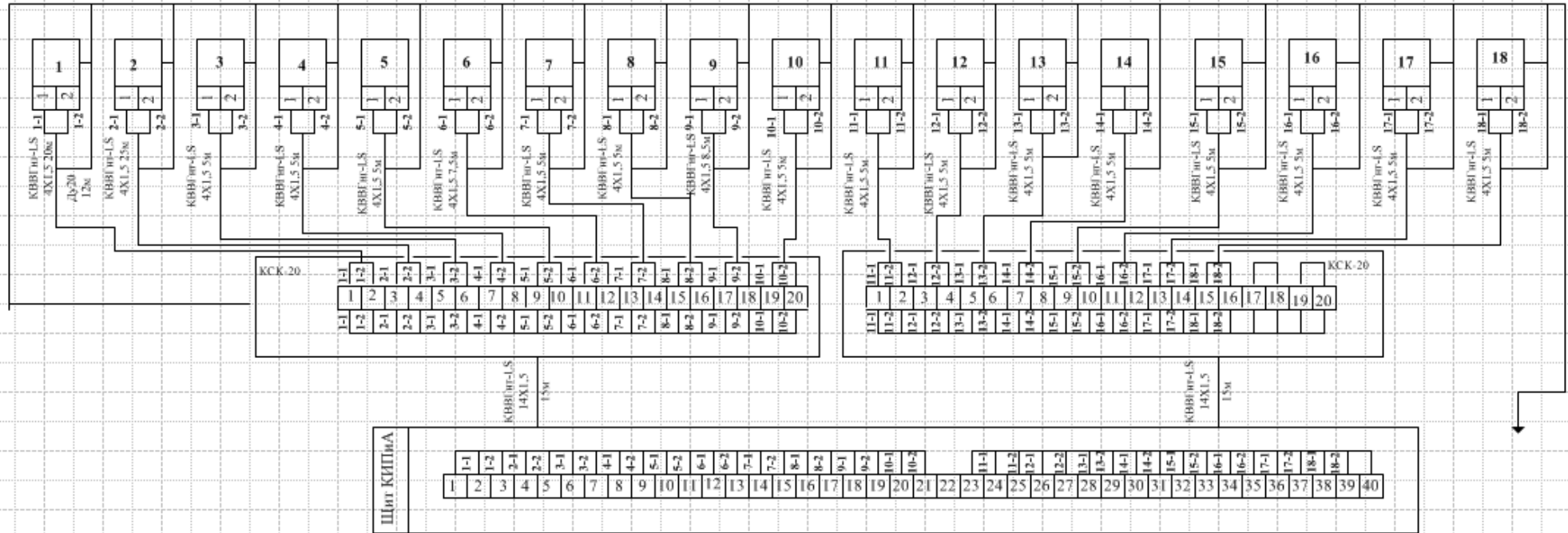
Приложение Д
Модель алгоритма ПИД-регулирования



Приложение Е

Схема внешних проводов

Наименование	Давление				Температура							Вибрация			Уровень	Задвижка		
	Вход МНА	Выход МНА	Система маслоснабжения	Система водного охлаждения	Передний подшипник насоса	Задний подшипник насоса	Передний подшипник эл.дв.	Задний подшипник эл.дв.	Обмотка статора эл.дв.	Корпус насоса	Внутри корпуса эл.дв.	Передний вертикальный насос	Задний вертикальный насос	Передний вертикал. эл.дв.	Задний вертикал. эл.дв.	Торцевой утечки	Вход МНА	Выход МНА
Место установки	Вход МНА	Выход МНА	Система маслоснабжения	Система водного охлаждения	Передний подшипник насоса	Задний подшипник насоса	Передний подшипник эл.дв.	Задний подшипник эл.дв.	Обмотка статора эл.дв.	Корпус насоса	Внутри корпуса эл.дв.	Передний вертикальный насос	Задний вертикальный насос	Передний вертикал. эл.дв.	Задний вертикал. эл.дв.	Торцевой утечки	Вход МНА	Выход МНА
Тип устройства	Метран 150CG5	Метран 150CG5	Метран 150CG3	Метран 150CG4	TCM 9703	TCM 9703	TCM 9703	TCM 9703	TCM 9502	TCM 9703	TCM 9703	ИВД-3	ИВД-3	ИВД-3	ИВД-3	ДУ-СУ1-01	SIPOS 5 Flash	SIPOS 5 Flash
Позиция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18



Приложение Ж

Перечень входных и выходных сигналов

Наименование сигнала	Идентификатор	Диапазон и измеренная	Тип сигнала	Ед.и изм.	Технологические установки			
					min	max	min	max
Давление на входе МНА	DZH_NAS_NEFT_VH	0...7	4-20mA	МПа	+	+	+	+
Давление на выходе МНА	DZH_NAS_NEFT_VvH	0...7	4-20mA	МПа	+	+	+	+
Давление масла в системе маслонабжения	DZH_MAS	0...30	4-20mA	кПа	-		+	+
Давление воды в системе водного охлаждения электродвигателя	DZH_VOD	0...300	4-20mA	кПа	-		+	+
Температура переднего подшипника насоса	TMP_NAS_PEPD	0...60	4-20mA	°C	+	+	+	+
Температура заднего подшипника насоса	TMP_NAS_ZARD	0...60	4-20mA	°C	+	+	+	+
Температура переднего подшипника электродвигателя	TMP_ELD_PEPD	0...60	4-20mA	°C	+	+	+	+
Температура заднего подшипника электродвигателя	TMP_ELD_ZARD	0...60	4-20mA	°C	+	+	+	+
Температура корпуса насоса	TMP_NAS_KORP	-10...150	4-20mA	°C	-			+
Температура в воздухе в корпусе электродвигателя	TMP_ELD_KORP_VOZDU	-10...150	4-20mA	°C	-			+
Температура обмоток электродвигателя	TMP_ELD_OBE	-10...150	4-20mA	°C	-		+	+
Вертикальная виброскорость переднего подшипника насоса	VIB_NAS_PEPD_VERT	0...15	4-20mA	мм/с	-	+		+
Вертикальная виброскорость заднего подшипника насоса	VIB_NAS_ZARD_VERT	0...15	4-20mA	мм/с	-	+		+
Вертикальная виброскорость переднего подшипника электродвигателя	VIB_ELD_PEPD_VERT	0...15	4-20mA	мм/с	-	+		+
Вертикальная виброскорость заднего подшипника электродвигателя	VIB_ELD_ZARD_VERT	0...15	4-20mA	мм/с	-	+		+
Горизонтальная виброскорость переднего подшипника насоса	VIB_NAS_PEPD_HORIZ	0...15	4-20mA	мм/с	-	+		+
Состояние входной задвижки	SST_ZV1	открыта/ закрыта	4-20mA	-	-			
Состояние выходной задвижки	SST_ZV2	открыта/ закрыта	4-20mA	-	-			
Команда открытия/закрытия входной задвижки	SST_ZV1_NEFT_CHNGE	открыта/ закрыта	4-20mA	-	-			
Команда открытия/закрытия выходной задвижки	SST_ZV2_NEFT_CHNGE	открыта/ закрыта	4-20mA	-	-			
Верхний предельный уровень нефти в поплавковом уровне торговом уплотнении системы сбора утечек	URV_CAM_NEFT_AVARH		4-20mA	-	-			+