

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

---

Институт Кибернетики  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и  
производств  
Кафедра ИКСУ

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Модернизация АС управления дожимной насосной станции</b>

УДК 658.512.4.011.56:621.65

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т21	Скрипников Олег Валентинович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Аспирант ТПУ	Рыбаков Е. А.	-		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры МЕН ИСГТ ТПУ	Николаенко В.С.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Антоневич О.А.	Кандидат биологических наук		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИКСУ	Лиепиньш Андрей Вилнисович	Кандидат технических наук		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Показывать базовые математические и естественнонаучные знания для решения инженерных и научных задач в области проектирования, синтеза, анализа, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Умело сочетать теорию с практикой, а также методами решения инженерных задач.
P2	Иметь знания о передовом зарубежном и отечественном опыте в области проектирования, производства, теории и эксплуатации систем АТПП.
P3	Использовать полученные знания и применять их для решения инженерных задач, определения и формулирования при проектировании, эксплуатации и производстве современных систем АТПП.
P4	Иметь навыки для выбора и применения соответствующих методов проектирования и аналитических методов систем автоматизации технологических процессов и уметь обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Иметь навыки в нахождение необходимой литературы и других источников информации для АТПП.
P6	Иметь навыки планирования и проведения эксперимента, анализирования данных и их использования для ведения инновационной инженерной деятельности в области АТПП.
P7	Иметь навыки в использование и выборе подходящего программно-технического оборудования и инструментов для решения задач АТПП.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, который позволит работать в интернациональной среде с пониманием языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве руководителя и члена группы с ответственностью за проделанную работу и риски коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной нормам и этике.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на окружающую среду и социальный контекст.
P11	Иметь понимать в необходимости самостоятельного обучения и повышения квалификации в течение всего периода профессиональной деятельности.

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

Институт электронного обучения  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)  
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой ИКСУ  
 \_\_\_\_\_ Лиепиньш А.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т21	Скрипникову Олегу Валентиновичу

Тема работы:

Модернизация АС управления дожимной насосной станции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2016г
--	-------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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>Объект исследования: дожимная насосная станция                      Режим работы – круглосуточный, круглогодичный.                      Объекты процесса: насосы центробежные                      Повышенные требования к точности измерений.                      Требования к диагностике электроавтоматики.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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>	<p>Проектирование автоматизированной системы управления дожимной насосной станции.                      Разработка схем автоматизации.                      Выбор комплекса аппаратно-технических средств.                      Разработка схем соединений внешних проводок.                      Разработка алгоритмов управления.                      Разработка экранных форм.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Структурная схема.                      Принципиальная технологическая схема.                      Функциональная схема автоматизации.                      Схемы соединений внешних проводок.                      План расположения оборудования и проводок.</p>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич
Социальная ответственность	Антоневич Ольга Алексеевна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Аспирант ТПУ	Рыбаков Евгений Александрович	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т21	Скрипников Олег Валентинович		

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

---

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

Уровень образования – бакалавриат

Период выполнения – весенний семестр 2016 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	9.06.2016
--	-----------

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИКСУ	Громаков Евгений Иванович	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	К.Т.Н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 107 с., 25 рисунков, 47 таблиц, 21 источника, 4 приложений.

Ключевые слова: ДОЖИМНАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, СЕПАРАТОР, КЛАПАН С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

Объектом исследования является ДНС.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы управления ДНС с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA–системы.

В данном проекте была разработана система управления и контроля технологическим процессом на базе промышленного контроллера Siemens SIMATIC S7-300, с применением SCADA–системы Trace MODE.

Разработанную систему возможно применять в системах управления, контроля и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит повысить надежность и точность измерений, сократить число аварий и увеличить производительность.

## Содержание

Глоссарий.....	10
Введение.....	12
1 Техническое задание.....	14
1.1 Назначение, цели и состав системы.....	14
1.2 Характеристика объекта автоматизации.....	15
1.3 Требования к техническому обеспечению.....	15
1.4 Требования к метрологическому обеспечению.....	17
1.5 Требования к программному обеспечению.....	18
1.6 Требования к математическому обеспечению.....	19
2 Основная часть.....	20
2.1 Описание технологического процесса.....	20
2.2 Выбор архитектуры АС.....	21
2.3 Разработка структурной схемы АС.....	23
2.4 Разработка функциональная схема автоматизации.....	25
2.5 Выбор средств реализации ДНС.....	26
2.5.1 Выбор контроллерного оборудования ДНС.....	26
2.5.2 Выбор датчиков.....	34
2.5.2.1 Выбор расходомера.....	34
2.5.2.2 Выбор датчиков давления.....	37
2.5.2.3 Выбор датчика температуры.....	41
2.5.2.4 Выбор уровнемера.....	44
2.5.2.5 Выбор датчика скорости.....	47
2.5.3 Выбор исполнительных механизмов.....	49
2.5.3.1 Выбор регулирующего клапана.....	49
2.5.3.2 Выбор регулятора асинхронного двигателя.....	52
2.6 Разработка схемы внешних проводок.....	54
2.7 Выбор алгоритмов управления АС ДНС.....	55
2.7.1 Разработка алгоритма сбора данных измерений.....	56
2.7.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.....	57
2.8 Экранные формы АСУ.....	60
2.8.1 Разработка дерева экранных форм.....	60

2.8.2	Разработка экранных форм .....	61
3	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности .....	64
3.1	Потенциальные потребители результатов исследования .....	64
3.1.1	Анализ конкурентных технических решений .....	64
3.1.2	SWOT – анализ .....	66
3.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	68
3.2.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	68
3.2.2	Разработка графика проведения научного исследования.....	69
3.3	Бюджет научно-технического исследования .....	72
3.3.1	Расчет материальных затрат .....	72
3.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование .....	73
3.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы .....	73
3.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	74
3.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	74
3.3.6	Накладные расходы .....	75
3.3.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	75
3.3.8	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	76
4	Социальная ответственность .....	80
	Введение.....	80
4.1	Производственная безопасность .....	80
4.1.1	Анализ вредных и опасных факторов .....	80
4.1.2	Анализ вредных факторов.....	81
4.1.2.1	Отклонения показателей микроклимата.....	81
4.1.2.2	Недостаточная освещённость рабочей зоны .....	82
4.1.2.3	Повышенный уровень шума .....	87
4.1.2.4	Электромагнитное излучение .....	88
4.1.3	Анализ опасных факторов.....	90
4.2	Экологическая безопасность.....	90
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	94
4.3.1	Пожарная безопасность .....	94
4.4	Организационные мероприятия обеспечения безопасности .....	96
4.4.1	Эргономические требования к рабочему месту.....	96



4.4.2 Окраска и коэффициенты отражения.....	97
4.5 Особенности законодательного регулирования проектных решений...	97
Заключение .....	99
Список публикаций студента.....	100
Список использованных источников .....	101
Приложение А .....	103
Приложение Б .....	104
Приложение В.....	105
Приложение Г .....	106

## Глоссарий

Термин	Определение
АС	Автоматизированная система это - комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации
Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN)	Интерфейс – это совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой
Мнемосхема	Мнемосхема – это представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ
Интерфейс оператора	Интерфейс оператора – это совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой
Профиль АС	Понятие «профиль» определяется как <i>подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС.</i> Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM (Open System Environment/Reference Model), предложена в ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000-3–99
Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet)	Протокол – это набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами
Техническое задание на АС (ТЗ)	Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы
Технологический процесс (ТП)	Технологический процесс – последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов)
СУБД	Система управления базами данных это – совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным

Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых компонуется АС
SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных)	Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных
ФЮРА. 425280	ФЮРА это – код организации разработчика проекта (ТПУ); 425280 это – код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85 (в соответствии с шестизначный классификационной характеристикой ОКП этот код означает проектирование распределенного автоматизированного управления технологическим объектом)
ОРС-сервер	ОРС-сервер – это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС
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
Программируемый логический контроллер (ПЛК)	Программируемый логический контроллер или программируемый контроллер – специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьёзного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды.
Диспетчерский пункт (ДП)	Диспетчерский пункт – центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства
Автоматизированное рабочее место (АРМ)	Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA-системы
Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор	Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор – устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

## Введение

В настоящее время нефтедобывающее предприятие является сложным комплексом, состоящим из технологических объектов, размещённых на внушительных площадях, величина которых достигает сотни километров, осуществляющих добычу, первоначальную подготовку, хранение, транспортировку и внешнюю перекачку газа и нефти, а также выполняющих технологические процессы поддержания пластовых давлений.

Непрерывность процесса добычи нефти и газа, а также рассредоточенность технологических объектов на огромных площадях привела к необходимости разработки и внедрения систем автоматизации и организационных структур дистанционного управления и контроля технологическими процессами и объектами.

Оснащение технологических объектов, охватываемых АСУ ТП, измерительными преобразователями, датчиками, исполнительными механизмами и другой аппаратурой предусматривается в объеме, позволяющем осуществить следующие основные функции АСУ ТП по контролю и управлению этими объектами:

- автоматическое регулирование режимных технологических параметров;
- дистанционное и автоматическое управление приводами, защиты и блокировки при возникновении аварийных ситуаций;
- индикацию и регистрацию режимных и учетных технологических параметров;
- сигнализацию аварийную о предельных значениях технологических параметров;
- сигнализацию предупредительную об отклонениях от нормы режимных технологических параметров;
- сигнализацию исполнительную о состоянии насосов и вентилятора ("включен-отключен-режим управления") и исполнительных механизмов ("открыт-закрыт-режим управления");

- контроль параметров, обеспечивающих выполнение требований техники безопасности и охраны окружающей природной среды.
- Проектируемые программно-технические средства автоматизации и оперативного управления для объектов ДНС обеспечивают:
- контроль основных параметров, которые характеризуют технологический процесс, а также состояние объекта;
- контроль работы технологических объектов в автоматическом режиме с заданными параметрами технологического процесса, в условиях нормальной эксплуатации;
- формирование и передачу информации на верхний уровень управления;
- сбор, обработку и представление в удобной форме информации специалистам о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса в реальном масштабе времени;
- автоматизированный контроль функционирующих объектов и оборудования, анализ работы и состояния технологического оборудования, оценка режимов работы, своевременное обнаружение и локализацию аварийных ситуаций и неисправностей, реализацию поступающих команд управления.

Целями выпускной квалификационной работы является разработка автоматизированной системы управления дожимной насосной станции.

# 1 Техническое задание

## 1.1 Назначение, цели и состав системы

Дожимные насосные станции (ДНС) применяются тогда, когда на месторождениях или группе месторождений недостаточно пластовой энергии для транспортировки нефтегазовой смеси до ЦППН или УПСВ. Оборудование ДНС, такое как насосы, сообщает газу и нефти дополнительный напор, который необходим для их транспортирования в направлении высоконапорных участков через системы сбора и подготовки.

В состав типовой ДНС входит следующее технологическое оборудование:

- газосепараторы;
- нефтегазосепараторы;
- узел учёта газа;
- насосы перекачки нефти и воды;
- резервуары;
- дренажные ёмкости;
- отстойники;
- узел учёта нефти;
- электродвигатели;
- регулирующие клапаны;
- печи.

Назначением системы является разработка АСУ ТП ДНС. АСУ ТП должна обеспечивать:

- автоматизированный контроль и управление в реальном масштабе технологическим процессом ДНС;
- обеспечение обслуживающего персонала оперативной достоверной информацией;
- сбор и передачу данных в базу данных предприятия;
- безопасность технологического процесса;

- контроль технологических параметров (Состояние насосных агрегатов, уровень, расход и другое);
- дистанционного и автоматического приведения технологического процесса в безопасное состояние при возникновении неполадок или аварий (отказ технологического оборудования, пожар и прочее).

## **1.2 Характеристика объекта автоматизации**

Цель создания системы - формирование высокого качественного уровня для решения следующих основных экономических, организационных и технологических задач:

- оперативное предоставление достоверной информации о технологическом объекте;
- улучшение экологической обстановки в районе производства, повышение безопасности производства;
- повышение оперативности и точности измерения параметров технологических процессов;
- внедрение математических и автоматизированных методов управления и контроля технологическими процессами и объектами;
- снижение трудоёмкости управления технологическими процессами;
- оптимизация режимов работы технологических объектов;
- минимизация технологических издержек (продление ресурса электродвигателей, экономия электроэнергии).

## **1.3 Требования к техническому обеспечению**

Оборудование, которое устанавливается на открытых площадках должно быть устойчивым к воздействию влажности 80 % и более при температуре 35 °С и температур от -50 °С до +50 °С.

Программно-технический комплекс АС должен допускать возможность модернизации, наращивания и развития системы. Комплекс должен иметь резерв по каналам ввода/вывода от 30 % и более.

Датчики, используемые в системе, необходимо выбирать основываясь на требованиях взрывобезопасности. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов, либо должны быть использованы разделители сред. Следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями.

Степень пылевлагозащиты технических средств должна быть не менее IP56.

Показатели надежности датчиков общепромышленного назначения необходимо выбирать, опираясь на лучшие образцы отечественных изделий и показатели мирового уровня, а именно:

- 1) срок службы должен составлять не менее 10 лет;
- 2) время наработки на отказ должно составлять не менее 100 тысяч часов.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, которая позволяет свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать не только модули с искробезопасными входными цепями, но и внешние барьеры искробезопасности, которые размещаются в отдельном конструктиве.

Комплекс технических средств ДНС должен быть достаточен для реализации определённых данным ТЗ функций, и строиться на базе следующих специализированных программно-технических комплексов:

- периферийные микропроцессорные контроллеры и устройства;
- средства КИПиА, в том числе исполнительные механизмы, датчики, электронные микропроцессорные регуляторы и анализаторы качества поточные;



- многофункциональные операторские и инженерные станции;
- средства архивирования данных;
- средства метрологической проверки оборудования;
- специализированные микропроцессорные контроллеры системы;
- сетевое оборудование.

Систему измерений необходимо строить на базе электронных датчиков перепада давления, уровня, скорости, температуры и расхода.

Средства измерений должны иметь сигналы, соответствующие стандарту в диапазоне 4-20 мА.

Для осуществления сбора и обработки информации в составе подсистем управления должны быть предусмотрены модули:

- ввода сигналов 4-20 мА и сигналов 4-20 мА со встроенными барьерами искрозащиты;
- ввода сигналов по протоколу RS-422/RS-485 от периферийных микропроцессорных устройства;
- ввода дискретных сигналов.

Вывод управляющих воздействий, рассчитанных по законам регулирования, выполняется через модули вывода аналоговых токовых сигналов на электропневмопозиционеры, которые устанавливаются на пневматических исполнительных механизмах.

Вывод дискретных блокировок и управляющих воздействий для управления электрооборудованием осуществляется с помощью модулей вывода дискретных сигналов.

#### **1.4 Требования к метрологическому обеспечению**

Для измерения расхода нефти в трубопроводе использовать расходомер основная относительная погрешность измерения которого составляет не более 1%.

Основная приведённая погрешность датчиков давления не более 1%, а для фильтров не более 0,2%.

Основная относительная погрешность сигнализаторов, вибрации, датчиков температуры должна составлять не более 0,2%.

Для измерения уровня нефти в сепараторе использовать уровнемер, основная погрешность измерения которого составляет не более 0,125%.

### **1.5 Требования к программному обеспечению**

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

Программное обеспечение АС включает в себя:

- общее (базовое) прикладное ПО;
- инструментальное ПО;
- специальное прикладное ПО;
- системное ПО (операционные системы).

Аппаратура обработки информации должна обеспечить хранение архивов информации:

- протокол событий, тренды – 1 месяц;
- отчеты за два часа, смену, сутки – 3 месяца;
- месячные отчеты – 1 год.

ПО должно иметь резервные архивные копии на компакт-диске.

Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту IEC 61131-3.

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС, такие как расчёты, алгоритмы управления и другие. Базовое ПО должно выполнять обеспечение выполнения стандартных функций (опрос, регистрация, сигнализация, визуализация, фильтрация, измерение и другие).

При работе в автоматическом режиме не должны искажаться первичные данные, поступающие со средств измерений и измерительных систем; при любых способах ввода данных должны быть предусмотрены

соответствующие способы контроля, исключая или выявляющие возможные ошибки.

### **1.6 Требования к математическому обеспечению**

Математическое обеспечение системы должно обеспечивать реализацию перечисленных в данном ТЗ функций, а также выполнение операций управления базами данных, программирования, документирование и конфигурирование.

Прикладное ПО АСУ ТП должно обеспечить реализацию требуемых алгоритмов регулирования, отображения информации, контроля и защиты, архивирования данных и сигнализации.

Алгоритмы управления должны реализовываться через библиотечные блочные структуры, и иметь возможность переконфигурирования.

## **2 Основная часть**

### **2.1 Описание технологического процесса**

Нефть с кустов поступает на устройство предварительного отбора газа (УПОГ), где отбирается свободный газ, выделившийся из продукции нефтяных скважин. Затем нефть поступает в трёхфазный нефтегазосепаратор, где происходит первичное разделение на нефть, газ и воду. После первичной сепарации нефть переходит в горизонтальные отстойники (Е-1,2,3) для обезвоживания и затем в буферные ёмкости для дегазации. Газ переходит в газосепаратор для окончательной осушки газа. Вода переходит в водоочистное сооружение и дальше на кустовую насосную станцию. С резервуарного парка нефть подаётся на насосную нефти, после чего через узел учёта нефти направляется в магистральный нефтепровод. Газ через узел учёта газа подаётся на газоперекачивающий завод и факел высокого и низкого давления.

Технологическая схема ДНС приведена в приложение А.

## 2.2 Выбор архитектуры АС

Профилем прикладного программного обеспечения выбрана готовая к использованию и открытая SCADA-система Trace MODE. Профиль среды АС базируется на операционной системе Windows XP. Профиль инструментальных средств будет основываться на среде OpenPC. Профиль защиты информации будет содержать стандартные средства защиты операционной системы.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM ДНС представлена на рисунке 1.

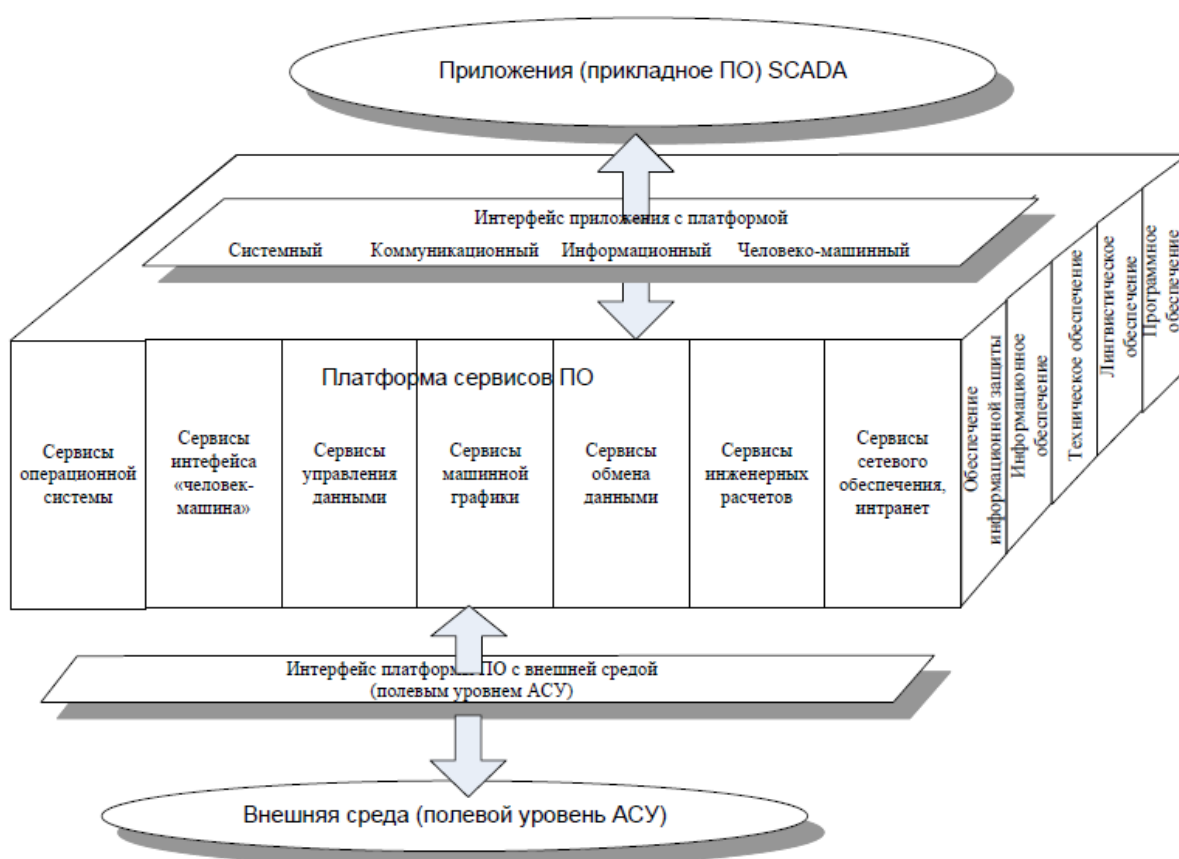


Рисунок 1 – Модель архитектуры OSE/RM

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

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

Уровни устанавливают связь (взаимодействуют) между собой с помощью интерфейсов. Полевой уровень АС является внешней средой АС. Платформа сервисов предоставляет сервисы классов ЕЕІ и АРІ через подходящий интерфейсы.

Верхний уровень (прикладное ПО) содержит СУБД, НМІ и SCADA-системы.

Открытые распределённые АС с архитектурой клиент-сервер - наиболее используемые прикладные программные системы АС. Для того чтобы решить задачу взаимодействия клиента с сервером используются стандарты OPC. Основная идея OPC сводится к следующему: предложить разработчикам промышленных программ универсальный интерфейс.

Взаимодействие ПЛК со SCADA осуществляется посредством OPC-сервера.

Исполнительные устройства и датчики связаны со SCADA с помощью стандартного токового сигнала 4-20 мА. Чтобы осуществлять передачу данных используют сети TCP/IP и последовательные каналы связи RS-422, RS-485, RS-232.

Также, профиль защиты информации должен обеспечивать осуществление безопасности информации. Функциональная область защиты информации содержит функции защиты, которые реализуются разными компонентами АС:

- функции управления средствами безопасности;
- функции защиты программных средств, включая также защиту от вирусов;
- функции администрирования данными, которые реализует СУБД;
- функции защиты от несанкционированного доступа;
- функции защиты, которые реализует операционная система.

## 2.3 Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является ДНС. Дожимная насосная станция после первоначальной сепарации нефти обеспечивает ее перетёк далее к установкам последующего технологического цикла, а также обеспечивает поддержание там необходимого давления.

Трехуровневая структура АС приведена в приложение Б.

АСУ ТП ДНС представляет собой трехуровневую систему управления.

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных датчиков (датчики уровня, датчики температуры с автоматическим выключателем, датчика давления, датчики скорости, исполнительных устройств (клапанов с электроприводом)).

Средний уровень (контроллерный) включает в себя локальный контроллер.

Верхний уровень (информационно-вычислительный) содержит коммуникационный контроллер, играющий роль концентратора, а также сервер базы данных и компьютер, которые объединены в локальную сеть Ethernet. На компьютерах операторов и диспетчеров установлены операционная система Windows XP и программное обеспечение Trace Mode.

Информация с датчиков нижнего (полевого) уровня переправляется локальному контроллеру (ПЛК) на средний уровень управления. Он в свою очередь выполняет следующие функции:

- автоматическое логическое регулирование и управление;
- выполнение команд, приходящих с пункта управления;
- сбор, первичную обработку и хранение информации о параметрах технологического процесса и состоянии оборудования;
- обмен информацией с пунктами управления.

Данные с локального контроллера передаётся в сеть диспетчерского пункта с помощью коммуникационного контроллера верхнего уровня, реализующий следующие функции:

- взаимодействие между локальными контроллерами и верхним уровнем;
- сбор данных с локальных контроллеров;
- архивирование по выбранным параметрам;
- синхронизация работы подсистем.

ДП состоит из нескольких станций управления, которые представляют собой АРМ оператора диспетчера. Также в ДП установлен сервер базы данных. Экраны компьютера диспетчера предназначены для оперативного управления и отображения хода технологического процесса.

Всё оборудование системы управления связано между собой каналами связи. На нижнем (полевом) уровне контроллер связан с исполнительными устройствами и датчиками. Взаимодействие между локальным контроллером и коммуникационным контроллером верхнего уровня осуществляется с помощью интерфейса Ethernet.

Взаимодействие АРМ диспетчеров и операторов между собой, а также с контроллером верхнего уровня осуществляется с помощью сети Ethernet.



## 2.4 Разработка функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации – это технический документ, который определяет функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического управления, регулирования и контроля технологического процесса, а также оснащения объекта управления средствами автоматизации и приборами. На функциональной схеме могут быть изображены системы дистанционного управления, регулирования, автоматического контроля, сигнализации и измерения.

Каждый элемент системы управления изображаются в виде условных изображений и связываются в единую систему соответствующими линиями функциональной связи. Технологическое оборудование изображается в виде условных изображений. Функциональная схема автоматического управления и контроля представляет собой упрощенное представление технологической схемы автоматизируемого процесса.

При проектировании функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- получение первичной информации о состоянии оборудования и технологического процесса;
- стабилизации технологических параметров процессов и прямое воздействия на технологический процесс в целях управления данным процессом;
- контроль и регистрации состояния технологического оборудования и технологических параметров процессов.

Соответствуя заданию была разработана функциональная схема автоматизации в соответствии с ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах». [5]

Функциональная схема автоматизации ДНС представлена в приложении В.

## **2.5 Выбор средств реализации ДНС**

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

Программно-технические средства АС ДНС имеют в своём составе: измерительные устройства и исполнительное оборудование, контроллерное оборудование и системы сигнализации.

Измерительные приспособления производят сбор и передачу информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства осуществляют преобразование электрической энергии в механическую (или другую) для того чтобы осуществлять воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование производит выполнение задач логических операций и вычисления.

В ходе технологического процесса в соответствии с ТЗ предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА, при этом подбор необходимо вести для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями.

### **2.5.1 Выбор контроллерного оборудования ДНС**

В ходе работы были рассмотрены контроллеры различных производителей, представленных ниже:

Программируемые контроллеры НІТАСНІ:

Являются одними из самых компактных систем, которые продаются во всём мире. Были разработаны с учётом возможности объединения международных стандартов и возможностью уменьшения ЕМС шумов. Это было получено благодаря внедрению инновационных и современных составляющих программируемых контроллеров. С помощью расширенного набора команд, хорошей гибкости управления и отличными возможностями обмена данными каждая из серий устанавливает новые стандарты в своём

классе. Данные контроллеры производятся сериями, например, EH-150, H-302, EC, H-board и другие.

Программируемые контроллеры SLC 500, фирмы Allen Bradley:

SLC 500 становятся одними из самых широко используемых контроллеров в мире благодаря своей гибкости, мощи и относительно невысокой цене. Данные контроллеры построены по модульному принципу, содержат большое количество различных модулей ввода-вывода, а также коммутационных модулей и имеют возможность расширения.

SIMATIC S7-300 – контроллеры фирмы SIEMENS:

SIMATIC S7-300 предназначены для решения задач регулирования и управления в системах автоматизации. Они позволяют проектировать не только автономные системы управления, но и системы, которые работают в общей информационной сети. Область применения контроллеров SIMATIC S7-300 очень широка и охватывает задачи, начиная от простейших и заканчивая комплексной автоматизацией.

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики рассматриваемых контроллеров HITACHI, SLC 500, SIMATIC S7-300.

Таблица 1 – Сравнение контроллерного оборудования

Технические параметры		Siemens CPU315-2 PN/DP	SLC 500 Allen Bradley	HITACHI H series, EH- 150
Встроенная память, RAM		256 КБайт	1 Мбайт	64Кбайта
Дополнительная память (микро-карта памяти Flash-EPR0M)		до 8 МБайт	До 4 Мбайт	до 8 МБайт
Время выполнения (min)	булевы операции/ операций со словами	0,1/0,2 мкс	2,4/4мкс	0,15/0,3мкс
	арифметических операций с фиксированной/ плавающей точкой	3 мкс	8 мкс	2 мкс
Адресное пространство ввод/вывод	дискретные IO/ аналоговые IO	до 16384/1024	До 1024/256	до 1024/256

Используемые интерфейсы		RS 485, PROFINET, Ethernet	RS 485, RS 232, Modbus, Ethernet	PROFIBUS- DP, INTERBUS-S, CANOPEN, ASI
Напряжение питания	номинальное	24В	24В	24В
	допустимое	20,4...28,8 В	18...31,6 В	21,6...26,4 В
Потребляемый ток	номинальный	0,8 А	95мА	0.4 А
Потребляемая мощность, Вт		3,5	2,28 Вт	3
Габариты ШxВxГ, мм		80x125x130	100 x 32 x 93 мм	60 x 100 x 95
Масса, кг		0,46	0,205	0,18
Диапазон рабочих температур, °С		-40...+70	0...+60	0-55
Степень защиты по ip		ip65	Ip65	ip56

Для выполнения задач, связанных с управлением и контролем процессов на ДНС при проектирование системы автоматического регулирования (САР) был выбран контроллер SIMATIC S7-300 семейства контроллеров Siemens, основываясь на следующих параметрах:

- многофункциональность и возможность работы ПЛК в сложнейших климатических условиях, а также высокая автономность;
- обмен данными: поддержка стандартных форматов данных и сетевых протоколов, производительность;
- относительно невысокая стоимость как самого контроллера, так и его обслуживания.

В основе системы автоматизированного управления дожимной насосной станции используем два ПЛК Siemens SIMATIC S7-300 (рисунок 2) (первый контроллер – локальный, второй – коммуникационный). Взаимодействие между локальным контроллером и коммуникационным производится на базе интерфейса Ethernet.



Рисунок 2 – Siemens SIMATIC S7-300

Siemens SIMATIC S7-300 – модульный программируемый контроллер, который предназначен для создания систем автоматизации низкой и средней степени сложности.

Модульная конструкция контроллера, возможность использовать структуры распределённого и локального ввода-вывода, работа с естественным охлаждением, обширные коммуникационные возможности, удобство обслуживания и эксплуатации предоставляют возможность получения правильных решений для разработки систем автоматического управления различных областей промышленного производства. Для эффективного применения контроллеров Siemens SIMATIC S7-300 предусмотрены: возможность использования нескольких типов центральных процессоров с различной производительностью, наличие функциональных модулей, модулей ввода вывода аналоговых и дискретных сигналов, и коммуникационных процессоров.

Контроллеры Siemens SIMATIC S7-300 обладают модульной конструкцией и могут включать в свой состав:

- Коммуникационные процессоры (CP);
- Интерфейсные модули (IM);
- Сигнальные модули (SM);

- Модуль центрального процессора (CPU);
- Функциональные модули (FM);
- Модули блоков питания (PS).

Все модули работают с естественным охлаждением.

Выделенный ПЛК (Siemens SIMATIC S7-300 с процессорным модулем CPU315-2 PN/DP) удовлетворяет параметрам таким как:

1. Периферийные устройства ввода/вывода информации (дисплей, принтер): используются.
2. Алгоритм контроля имеет числовые и битовые операции.
3. УСО ввода/вывода: восемь каналов ввода аналоговых сигналов и один канал вывода аналоговых сигналов (модуль SM 334), четыре канала ввода дискретных сигналов (модуль SM323).
4. Управление ПЛК производится: по готовности, по прерываниям или по командам человека. Управление хотя бы одним устройством.
5. Общий объем манипуляций для одного ПЛК: не менее 100 команд.
6. Отказоустойчивость источника напряжения: высокая.
7. Управление и контроль типов I/O-устройств такие как: сенсоры (вибрация, давление, уровень, температура).
8. Питание контроллера: напряжение 230В от сети переменного тока.
9. Рабочий ток: 140мА.
10. Возможность работы ПЛК при напряжении сети питания технологической площадки: есть.
11. Удержание напряжения в фиксированном узком диапазоне изменений: есть.
12. Возможность работы от батареи: есть.
13. Возможно работы от сети: есть.

14. Время работы батареи без подзарядки: 24 часа и более в рабочем режиме и 12 месяцев и более при работе в режиме ожидания.
15. Требования к условиям эксплуатации (окружающей среды):
- влажность: 10-95% без конденсации;
  - температура окружающей среды: от -40°C до +70°C
  - давление атмосферное: от 1080 до 660 гПа  
(соответственно высоте от -1000 до 3500 м)
16. Степень пыле-влагозащиты – IP-65 по ГОСТ 14254-96  
«Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)»
17. Пользовательское ПО основывается на: флеш-памяти (Flash EPROM). Так как АС работает в режиме реального времени, следовательно, есть необходимость в приобретении ядра программ реального времени.

Блок-схема УСО ПЛК (рисунок 3)

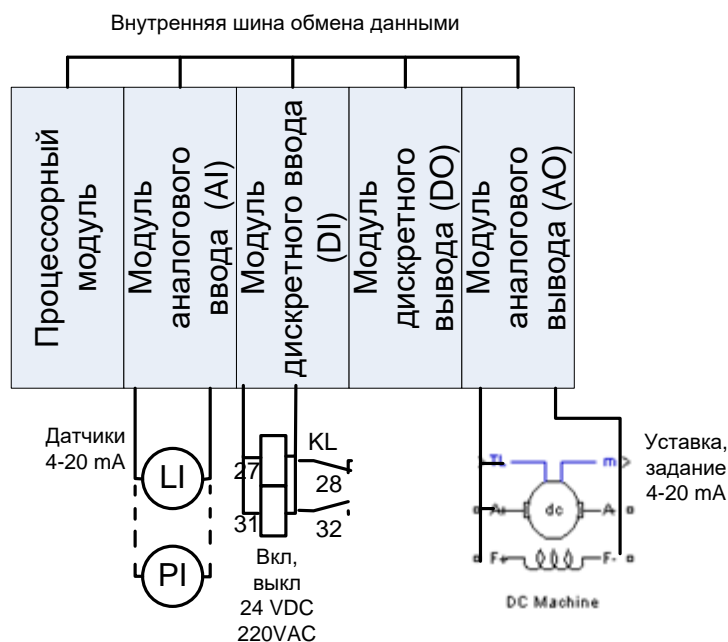


Рисунок 3 – Блок-схема УСО ПЛК

Технические характеристики процессорного модуля CPU315-2 PN/DP представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики процессорного модуля CPU315-2 PN/DP

Технические параметры		Значение
Встроенная память, RAM		256 КБайт
Дополнительная память (микрокарта памяти Flash-EPROM)		до 8 МБайт
Время выполнения (min)	булевы операции/ операций со словами	0,1/0,2 мкс
	арифметических операций с фиксированной/ плавающей точкой	2/3 мкс
Количество счётчиков		256
Количество таймеров		256
Напряжение питания	номинальное	24В
	допустимое	20,4...28,8 В
Потребляемый ток	номинальный	0,8 А
Потребляемая мощность, Вт		3,5
Габариты ШxВxГ, мм		80x125x130
Масса, кг		0,46
Диапазон рабочих температур, °С		-40...+70
Степень защиты по IP		IP65
Количество монтажных стоек (базовых/расширения)		1/3
Адресное пространство ввод/вывод	ввод/вывод	2048/2048 байт
	Отображение процесса	128/128 байт
	Дискретные I/O (общее количество/ в системе локального I/O)	До 16384/1024
	Аналоговые I/O (общее количество/ в системе локального I/O)	До 1024/256

Технические характеристики модулей ввода/вывода аналоговых (SM 334) и дискретных (SM 323) сигналов приведены в таблице 3.



Таблица 3 – Технические характеристики модулей SM 334 и SM 323

Технические параметры		Значения
<b>Модуль ввода/вывода дискретных сигналов SM 323</b>		
Габариты ШхВхГ (мм)		40x125x120
Масса (кг)		0,26
Количество входов		16
Количество выходов		16
Длина кабеля (обычного/экранированного), не более		600м/1000м
Фронтальный соединитель		40-полюсный
Напряжение питания	номинальное значение	=24В
	допустимый диапазон изменений	20,4...28,8 В
Количество одновременно опрашиваемых входов		16
Гальваническое разделение		есть
Потребляемый ток, не более		80мА
Потребляемая мощность		6,5Вт
Индикация состояний входов и выходов		1 зеленый диод на каждый канал
<b>Модуль ввода/вывода аналоговых сигналов SM 334</b>		
Габариты ШхВхГ (мм)		40x125x120
Масса (кг)		0,2
Количество входов		4
Количество выходов		2
Длина экранированного кабеля, не более		100м
Фронтальный соединитель		20полюсный
Напряжение питания нагрузки		=24В
Питание датчиков		есть
Защита от неправильной полярности		есть
Гальваническое разделение		есть
Защита датчиков от короткого замыкания		есть
Потребляемый ток, не более		80мА
Потребляемая мощность		2Вт
	принцип измерения	интегрирование

Параметры аналого-цифрового преобразователя	Разрешающая способность, включая знаковый разряд	12бит
	настройка параметров интегрирования	есть
	время интегрирования	20мс
	Базовое время ответа модулю	350мс
Параметры цифро-аналогового преобразователя	Разрешающая способность, включая знаковый разряд	12бит
	Время преобразования на канал, не более	500мкс
	Время установки выходного сигнала, не более	0,8мс

## 2.5.2 Выбор датчиков

### 2.5.2.1 Выбор расходомера

В процессе работы ДНС отслеживается расход нефти. Характеристика перекачиваемой нефти приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики перекачиваемой нефти

Наименование	Ед. изм.	Количество
Плотность нефти	кг/м <sup>3</sup>	838
Вязкость нефти при 20°С	мм <sup>2</sup> /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.	6,0
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 (при перекачке и отборе проб)	мг/м <sup>3</sup>	10

Температура самовоспламенения	°С	250
Рабочее давление в трубопроводе, не более	МПа	6

Для измерения расхода будем использовать кориолисовые расходомеры. Кориолисовые расходомеры являются надёжными устройствами, они характеризуются компактностью, которая облегчает процесс монтажа и обслуживания. Кориолисовые расходомеры предлагают исключительные преимущества по сравнению с обычными технологиями измерения объёмного расхода.

Кориолисовые расходомеры:

- Предоставляют надёжные и точные технологические данные по всем личинам расхода и режимам процесса;
- Обеспечивают прямое измерение значений плотности и массового расхода в трубопроводе, а также измеряют температуру и объёмный расход с помощью всего лишь одного устройства.
- Не включают в себя движущихся частей, тем самым сводится к минимуму техническое обслуживание;
- Не требуют наличия прямотрубных участков или особых условий распределения потока, тем самым процесс монтажа удешевляется и облегчается.
- Предоставляют расширенные инструменты диагностики для процесса и расходомера.

Для выбора расходомера был проведен сравнительный анализ следующих датчиков:

- Micro Motion серии R фирмы Emerson;
- OPTIVATCH 4011 C фирмы KROHNE;
- ЭМИС-МАСС 260

Сравнительный анализ расходомеров представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительный анализ расходомеров

Критерии выбора	Micro Motion R	ОРТІВАТСН 4011 С	ЭМИС-МАСС 260
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	жидкость	жидкость
Диапазоны пределов измерений кг/ч	0–87100	0–4320	2500–50000
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,15%	0,25%
Перестройка диапазонов измерений	-	-	-
Выходной сигнал	4–20мА +HART PROFIBUS-PA	4–20мА	4–20мА
Взрывозащищенность	ExibIICT5	ExibIICT4X	ExibIICT4X
Температура окружающей среды	-50 +80 °С	-40 +60	-40 +65
Наличие ЖКИ	да	нет	да
Срок службы	12 лет	10 лет	6 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP65	IP65	IP65

Для измерения расхода был выбран кориолисовый расходомер Micro Motion серии R (рисунок 4) фирмы Emerson, так как он имеет относительно малую погрешность измерения, большой диапазон измерения и относительно высокий срок службы. Эти расходомеры поддерживают несколько протоколов цифровой связи, такие как HART, Modbus, PROFIBUS-PA.

Габаритные размеры датчика приведены на рисунке 4.



Рисунок 4 –Micro Motion R

Размеры в дюймах  
(мм)

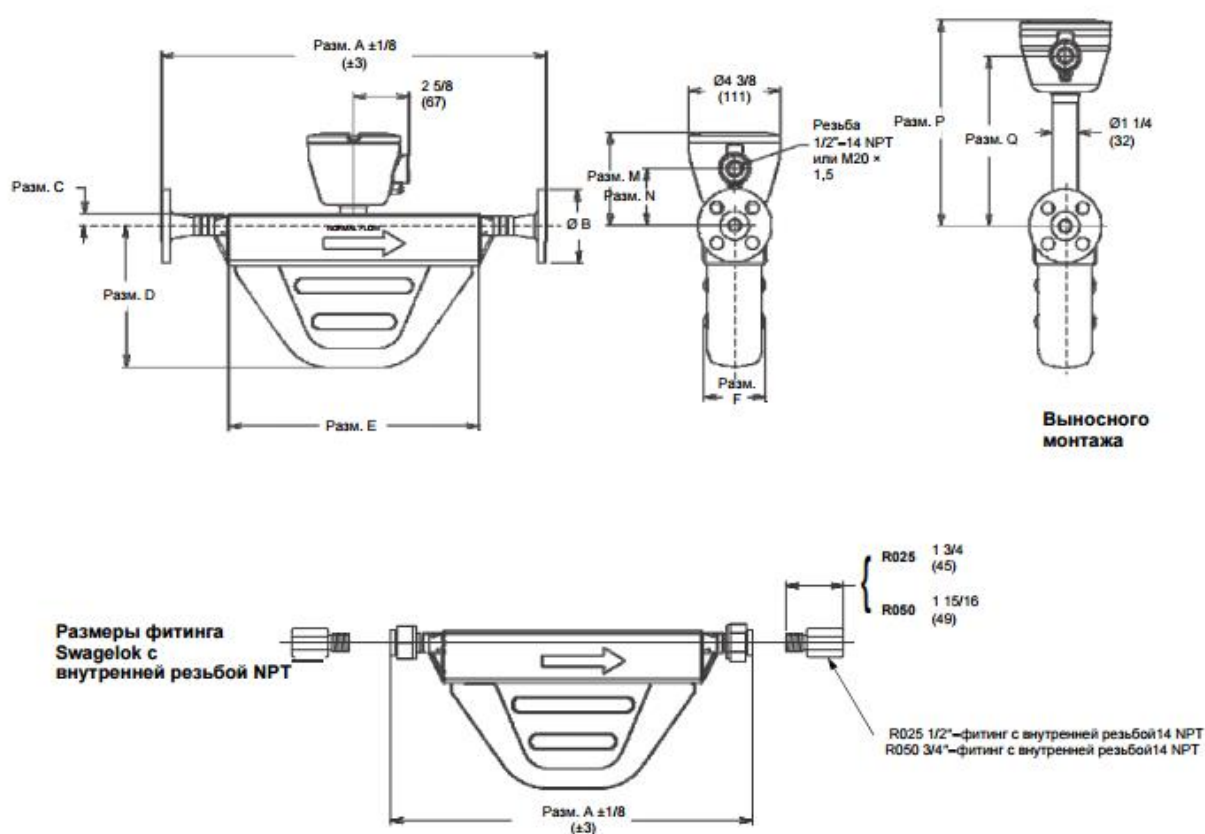


Рисунок 5 – Габаритные размеры датчика расхода Micro Motion R

### 2.5.2.2 Выбор датчиков давления

Для того чтобы выбрать датчиков давления проведём сравнительный анализ следующих датчиков:

- Метран 150;
- Метран 75;
- Сапфир-22 М;
- КВАРЦ-2.

Сравнительный анализ датчиков давления приведён в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнение датчиков давления

Критерии выбора	КВАРЦ-2	Метран-150	Сапфир-22М	Метран-75
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазоны пределов измерений	0–100МПа	0–6МПа	-	0–25 МПа

Предел допускаемой погрешности	0,1%	0,25%	0,25%	0,075%
Перестройка диапазонов измерений	-	25:1	-	100:1
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	ExiaIICT5X	ExibIICT5X	Ex	ExdIICT5
Температура окружающей среды	-40 +65	-40 +70 °С	-50 +80 °С	-40 +85 °С
Наличие ЖКИ	нет	да	нет	да
Срок службы	6 лет	12 лет	12 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP54	IP66	-	IP66

В качестве датчиков давления были выбраны датчики Метран-75 и Метран-150, т.к они имеют малую относительную погрешность, широкую возможность перестройки диапазона, поддержка HART-протокола и самое главное в связи с ТЗ о диагностики электроавтоматики, а в частности после сейсмо воздействия, интеллектуальные датчики Метран-75 и Метран-150 имеют функцию самодиагностики.

Для измерения абсолютного давления в трубопроводах будем использовать интеллектуальные датчики Метран-75 (рисунок 6).



Рисунок 6 – Метран-75

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-75 предназначены для постоянного преобразования в стандартный унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал по протоколу HART входных измеряемых величин:

- избыточного давления (Метран-75G);
- абсолютного давления (Метран-75А);
- давления-разрежения (Метран-75G).

Технические характеристики датчика давления Метран-75 приведены в таблице 7

Таблица 7 – Технические характеристики датчика давления Метран-75

Техническая характеристика	Значение
Измеряемая среда	Жидкости, газ, газовые смеси, пар
Диапазон предела измерений	От 10,5 кПа до 25МПа
Основная приведенная погрешность	$\pm 0,5\%$ ; $\pm 0,2\%$ ; $\pm 0,1\%$
Выходной сигнал	4-20 мА/HART
Взрывозащищенные исполнения	1ExdIICT6X
Диапазон рабочих температур	от -40 до 85°C;
Интервал между поверками	до 5 лет
Степень пылевлагозащиты	IP 66

Для установки датчиков применяются монтажные детали – переходники типа 1/4NPT наружная или 1/2NPT наружная или типа 1/4NPT внутренняя или 1/2NPT внутренняя (рисунок 7).

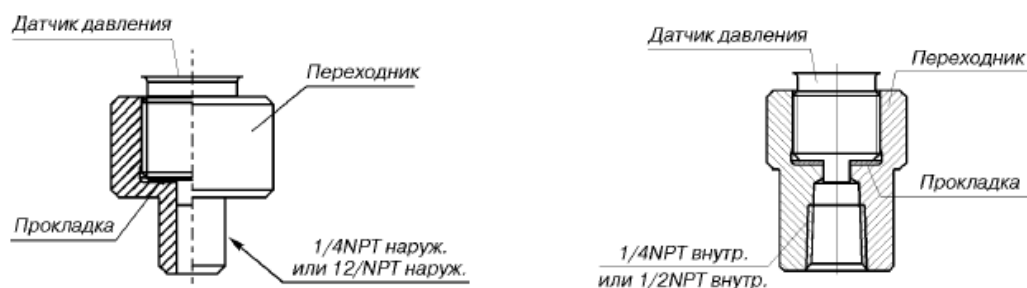


Рисунок 7 – Переходники для датчика давления Метран-75

В качестве датчиков дифференциального давления будем использовать Метран-150 АС (рисунок 8).



Рисунок 8 – Датчик давления Метран-150 АС

Датчики давления серии Метран-150 предназначены для постоянного преобразования входного сигнала в стандартный унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал стандарта протокола HART входных измеряемых величин таких как:

- гидростатическое давление (уровня);
- абсолютное и избыточное давления;
- разность давлений;
- давление-разрежения.

Управление параметрами датчика возможно производить, как непосредственно, с помощью Hart-коммуникатора или локального интерфейса оператора, так и удалённо с помощью AMS, программных средств АСУ ТП или программы HART-Master.

В состав датчика входит электронный преобразователь и сенсорный модуль. Сенсор включает в себя плату аналогового-цифрового преобразователя (АЦП) и блок измерительный. В камеру измерительного блока подаётся давление, которое приводит к деформации чувствительного элемента и тем самым к изменению электрического сигнала. Выбранный датчик давления с основной приведенной погрешностью  $\pm 0,2\%$ , так как это удовлетворяет нашим условиям.



Основные характеристики приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Основные характеристики датчика давления Метран-150 АС

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	Жидкости, газ, газовые смеси, пар
Диапазон предела измерений	От 10,5 кПа до 25МПа
Основная приведенная погрешность	$\pm 0,5\%$ ; $\pm 0,2\%$ ; $\pm 0,1\%$
Выходной сигнал	4-20 мА/HART
Взрывозащищенные исполнения	1ExdIICT6X
Диапазон рабочих температур	от -40 до 85°C;
Интервал между поверками	до 5 лет
Степень пылевлагозащиты	IP 66

Необходимо так же заказать закладную конструкцию 01,6-70-Ст.20-МП(11638бк) для крепления к трубопроводу.

### 2.5.2.3 Выбор датчика температуры

Для безопасной работы двигателей насосов, необходимо установить защиту двигателей насосов от перегрева. Будем использовать термисторную защиту электродвигателей. Датчики температуры необходимо устанавливать на обмотке двигателя. Другими словами, осуществляется прямой контроль измерения нагрева двигателя, который оснащен температурными датчиками с положительным коэффициентом сопротивления (РТС). Температурные датчики РТС встроены в обмотки электродвигателя. Используем реле термисторной защиты электродвигателя РТ-М01-1-15 МЕАНДР (рисунок 9), российского производства.

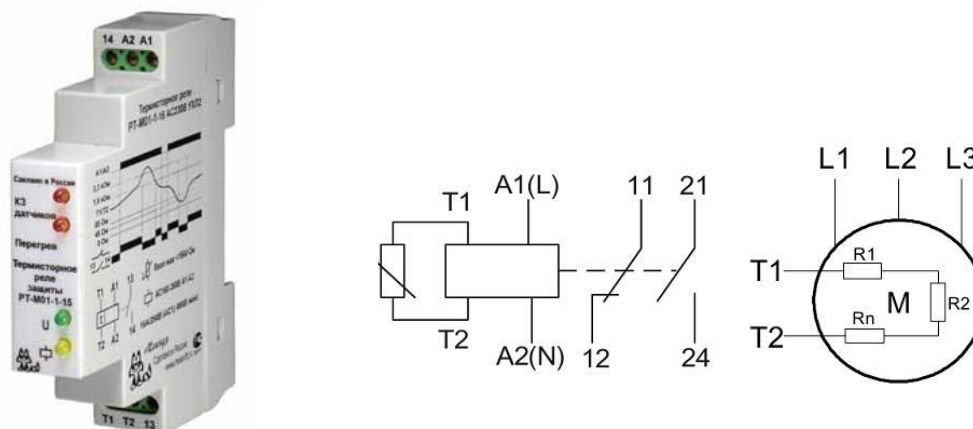


Рисунок 9 – Реле термисторной защиты электродвигателя РТ-М01-1-15

- Коммутируемый ток 5А/250В (предел 16А);
- Индикация рабочих состояний;
- Измеряет температуру двигателей;
- Напряжение питания АС 220, 100, 380.

Технические характеристики РТ-М01-1-15 представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Основные характеристики РТ-М01-1-15

Техническая характеристика	Значение
Номинальное напряжение, В	АС230
Потребляемая мощность, ВА	2
Функция контроля КЗ	есть
Сопротивление (выключение реле/включение реле), кОм	3,4/2,3 ±5%
Степень защиты по корпусу/по клеммам	IP40/IP20
Относительная влажность, %	до 80
Режим работы	круглосуточно
Температура окружающего воздуха, °С	От - 40 до +55

Также в процессе работы будем отслеживать температуру жидкости и газов при помощи датчиков. Для выбора датчика температуры проведён сравнительный анализ следующих датчиков температуры, приведённый в таблице 10:

- WIKA TR50;
- Метран ТСМУ-274;
- Метран-240.

Таблица 10 – Сравнительный анализ датчиков температуры

Критерии выбора	Метран ТСМУ-274	WIKA TR50	Метран-240
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Малогобаритные подшипники и поверхности твердых тел
Диапазон измеряемых температур	-150 +300 °С	-50 +250 °С	-40...400 °С
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,3%	0,75%
Потребляемая мощность	Не более 0,5Вт	-	-
Выходной сигнал	4–20мА+HART	4–20мА +HART	4–20мА
Взрывозащищенность	ExdIICT6	EEExiaIICT6	ExdeIICT6

Температура окружающей среды	-45 +85 °С	-40+60 °С	-10...85 °С
Срок службы	5 лет	5 лет	3 года
Степень защиты от пыли и воды	IP65	IP65	IP5x

Для измерения температуры был выбран датчик Метран-274 (рисунок 10), по причине удовлетворения степени защиты, описанной в ТЗ, а также по причине возможных сейсмических воздействий, данный датчик имеет протокол HART и возможность самодиагностики.

Предназначены для измерения температуры нейтральных и агрессивных сред. В первичном преобразователе и встроенной головке датчика чувствительный элемент производит преобразование измеряемой температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока, что предоставляет возможность создания АСУТП не применяя дополнительных нормирующих преобразователей.



Рисунок 10 – Выбранный датчик температуры Метран-274

Габаритные размеры датчика температуры представлены на рисунке 11.

Технические характеристики выбранного датчика температуры отображены в таблице 11.

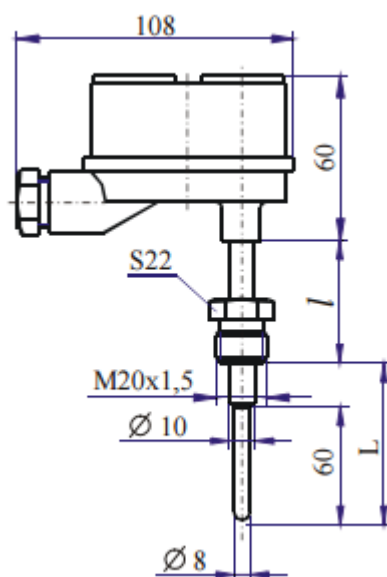


Рисунок 11 – Габаритные размеры Метран-274

Таблица 11 – Технические характеристики Метран-274

Техническая характеристика	Значение
Диапазон преобразуемых температур, °С	-150...+300
Выходной сигнал, мА	4-20
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, $\pm\gamma, \%$	0,25; 0,5
Зависимость выходного сигнала от температуры	линейная
Степень защиты от воздействия пыли и воды	IP65
Виброустойчивость	V1
Межповерочный интервал	4 года
Температура окружающего воздуха, °С	От - 45 до +85

#### 2.5.2.4 Выбор уровнемера

В процессе работы сепараторов необходимо осуществлять контроль за уровнем жидкости в них. Для выбора уровнемера рассмотрим следующие виды датчиков:

- Rosemount 3300
- OPTIFLEX 1300C
- MT2000

В таблице 11 приведены сравнительные характеристики выбранных датчиков уровня.

Таблица 12 – Сравнительный анализ датчиков температуры

Критерии выбора	Rosemount 3300	OPTIFLEX 1300C	MT2000
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измеряемых температур	-50 +400 °С	-40 +250	-50 +300 °С
Предел допускаемой погрешности	0,1%	0,3%	0,2%
Потребляемая мощность	Не более 0,5Вт	1,2 Вт	-
Выходной сигнал	4–20мА+HART	4–20мА+HART	4–20мА+HART
Взрывозащищенность	Exd[ia]IIВТ6	ExdIICT5	ЕExdIICT6
Температура окружающей среды	-40 +85 °С	-40 +80 °С	-40 +80 °С
Срок службы	20 лет	10	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP67	IP 66	IP67

Для измерения уровня и раздела сред будем использовать волновой радарный уровнемер Rosemount 3300 (рисунок 12) фирмы Emerson, так как у него относительно высокая точность измерения и срок службы.



Рисунок 12 – Выбранный датчик уровня Rosemount 3300

Уровнемеры Rosemount 3300 – интеллектуальные устройства, которые предназначены для постоянного измерения уровня и раздела сред в резервуаре. Принцип действия основан на технологии рефлектометрии с временным разрешением (TDR=Time Domain Reflectometry). Радиоимпульсы направляются вниз по зонду, который погружен в измеряемую среду. При достижении поверхности измеряемой среды, часть радиоимпульса отражается и поступает обратно в приёмник. Интервал времени между моментом передачи и приёма радиоимпульса пропорционален расстоянию до поверхности (уровню) или до границы раздела двух сред. Интервал времени преобразуется в значение, равное уровню поверхности измеряемой среды или границы раздела двух сред (рисунок 13).



Рисунок 13 – Иллюстрация принципа действия датчика

Габаритные размеры приведены на рисунке 14

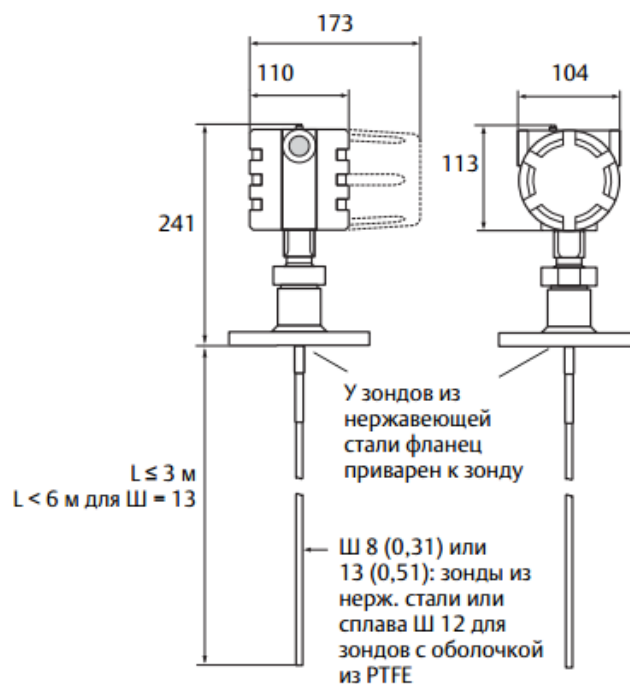


Рисунок 14 – Габаритные размеры Rosemount 3300

Технические характеристики приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики выбранного датчика уровня Rosemount 3300

Техническая характеристика	Значение
Диапазон преобразуемых температур, °С	-50...+400
Выходной сигнал, мА	4-20+HART, RS-485
Питание, В	11-30 (искробезопасное исполнение)
Единицы выходного сигнала, для уровня	Футы, дюймы, метры, см и мм
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±γ, %	0,1
Зависимость выходного сигнала от температуры	линейная
Степень защиты от воздействия пыли и воды	IP67
Виброустойчивость	V1
Межповерочный интервал	6 года
Температура окружающего воздуха, °С	От - 45 до +85

### 2.5.2.5 Выбор датчика скорости

Во время работы перекачивающих насосов необходимо контролировать скорость перекачивания. Для этого будет использоваться

датчик частоты ДПМ-336-04.1 фирмы Geosensor (рисунок 15). Он также является датчиком частоты перемещений магнитный и датчик ходов насоса.

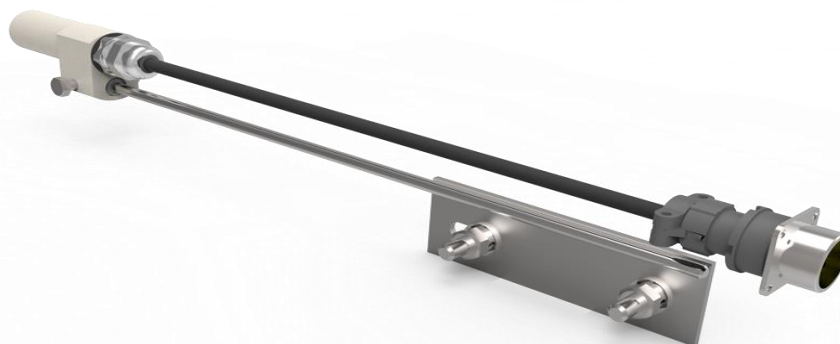


Рисунок 15 – Датчик частоты ДПМ-336-04.1

Принцип действия основывается на свойстве дросселя менять свою индуктивность во время приближения к нему постоянного магнита. Эта индуктивность измеряется электронной схемой, основой которой является микропроцессор. Следовательно, при необходимости существует возможность изменять технические характеристики датчика или добавлять к нему новые функции. Установка датчика происходит с помощью крепёжных приспособлений на корпусе механизма. Магнит устанавливается на подвижной части измеряемого механизма. Технические характеристики датчика приведены в таблице 14

Таблица 14 – Технические характеристики датчик частоты ДПМ-336-04.1

Техническая характеристика	Значение
Диапазон измерения частоты, мин-1	30...650
Выходной сигнал, мА	4-20+HART, RS-485
Питание, В	8-15
Единицы выходного сигнала, для уровня	Футы, дюймы, метры, см и мм
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, $\pm\gamma, \%$	0,2
Зависимость выходного сигнала от температуры	линейная
Степень защиты от воздействия пыли и воды	IP65
Ток потребления, мА	20
Межповерочный интервал	2 года
Температура окружающего воздуха, °С	От -50 до +50
Режим работы	постоянный



## 2.5.3 Выбор исполнительных механизмов

### 2.5.3.1 Выбор регулирующего клапана

Исполнительное устройство – это устройство, которое непосредственно реализует управляющее воздействие на объект управления со стороны регулятора путём перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие, которое производит исполнительное устройство, изменяет процесс в заданном направлении для решения поставленной задачи стабилизации регулируемой величины.

В процессе перекачивания нефти нужно регулировать выходное давление насоса таким образом, чтобы оно не превышало заданного давления основываясь на условиях прочности трубопровода и было не ниже входного давления насоса с учётом потери давления по причине кавитации насоса. Для регулирования давления нефти в качестве исполнительного механизма будем использовать клапан с электроприводом.

Для выбора клапана необходимо рассчитать пропускную способность клапана  $K_v$  ( $\text{м}^3/\text{час}$ ), при параметрах, на которых будет работать клапан.

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

где  $\Delta p_0$  – потеря давления на клапане (условно  $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$ );

$\Delta p$  – изменение давления в трубопроводе до и после клапана;

$\rho$  – плотность среды ( $\text{кг}/\text{м}^3$ );

$\rho_0 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$  – плотность воды.

Исходные данные для расчета пропускной способности следующие:

$\Delta p_0$  – потеря давления на клапане принята равной  $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ;

$\Delta p$  – изменение давления в трубопроводе  $0,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ;

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

$Q_{\max}$  – максимальное значение расхода  $700 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расчетная пропускная способность клапана составляет не менее 450 м<sup>3</sup>/ч.

Необходимо к полученному значению прибавить 30%, и после этого получим величину Kvs – требуемую минимальную пропускную способность клапана:

$$Kvs \geq 1,3 \times Kv = 1,3 \times 450 = 585 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Диаметр трубопровода можно рассчитать по следующей формуле:

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{w}} = 18.8 \sqrt{\frac{700}{3}} = 237 \text{ (мм)}$$

Следовательно, будет целесообразно использовать трубопровод с условным проходом 250 мм (Ду250).

Для выбора регулирующего органа рассмотрим следующие клапаны:

- VFG2;
- Руст 510-2;
- «Гранрег» КМ125Ф.

Сравнительные характеристики клапанов приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Сравнительные характеристики клапанов

Критерии выбора	«Гранрег» КМ125Ф	Руст 510-2	VFG2
Условный проход Ду, мм	250	250	250
Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	555	1000	400
Динамический диапазон регулирования	Более 100 : 1	Более 100 : 1	Более 100 : 1
Максимальный перепад давления для закрытия клапана, МПа	1	10	1
Протечка через закрытый клапан, %	0,1	0,05	0.1
Условное давление, МПа	1,6	1,6-16	4
Температура регулируемой среды, °С	-20...+200	-60...+550	-150...200

Исходя из сравнительных характеристик клапанов выбираем клапан РУСТ 510-2 (рисунок 16). Он удовлетворяет условному давлению и пропускной способностью. Технические характеристики данного клапана приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические характеристики клапана РУСТ 510-2

Характеристика	Значение
Условный проход Ду, мм	250
Пропускная способность Kv, м3/ч	1000
Динамический диапазон регулирования	Более 100 : 1
Температура регулируемой среды, °С	-60...+550
Присоединение	Фланцевое
Крышка и корпус клапана	жаропрочная сталь, легированная сталь, молибденсодержащая сталь, углеродистая сталь
Уплотнение сальника	паронит ПОН-Б, ТРГ

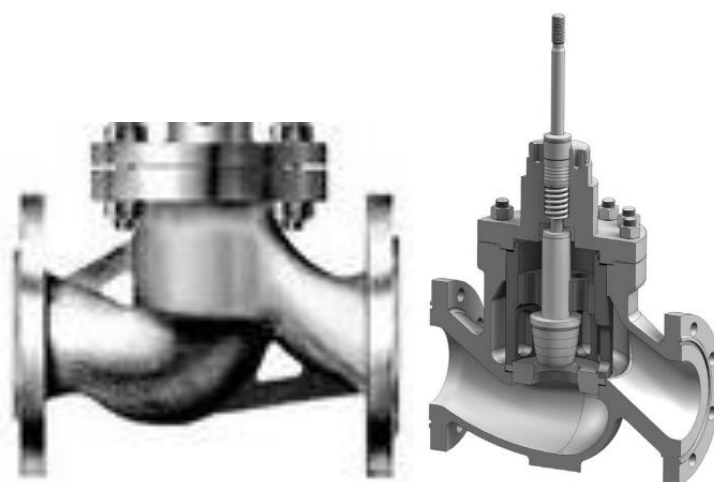


Рисунок 16 – Выбранный клапан клапан РУСТ 510-2

Для управления клапана выбран электропривод SIPOS 5 Flash 2SB5 (рисунок 17):



Рисунок 17 – Электропривод SIPOS 5 Flash 2SB5

Технические характеристики электропривода приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Технические характеристики SIPOS 5 Flash 2SB5

Характеристика	Значение
Тип сигнала управления	4–20 мА
DN, мм	250
Крутящий момент, Н·м	15–2800
Число оборотов шпинделя	63
Класс защиты	IP 67
Температурный диапазон, °С	От –40 ... до +60
Взрывозащищённое исполнение	1ExdПВТ5

### 2.5.3.2 Выбор регулятора асинхронного двигателя

Перекачка нефти осуществляется центробежным насосом. Насос же приводится в действие асинхронным двигателем. Необходимо регулировать обороты двигателя, для чего необходимо использовать преобразователь частоты (ПЧ). ПЧ генерирует трёхфазное напряжение переменной амплитуды и частоты из трёхфазного или однофазного напряжения фиксированной частоты. После этого с помощью диодного моста и конденсатора большой ёмкости происходит выпрямление трёхфазного напряжения. Напряжение постоянного тока конвертируется в трёхфазное напряжение с изменяемой амплитудой и частотой. Для этого используются оперативные электронные ключи во входной цепи, которые называют IGBT транзисторы. Эти ключи подключают каждую из фаз электродвигателя к отрицательной или положительной шине.

В качестве преобразователя частоты будем использовать HYUNDAI N700V-220HF (рисунок 18).



Рисунок 18 – Преобразователя частоты HYUNDAI N700V-220HF

Технические характеристики HYUNDAI N700V-220HF приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Технические характеристики HYUNDAI N700V-220HF

Характеристика	Значение
Пылевлагозащита	IP20
Мощность двигателя, не более(кВт)	22
Номинальный ток двигателя, не более (А)	48
Номинальное входное напряжение (В)	3-фазы 380-480 50/60Гц
Номинальное выходное напряжение (В)	3-фазы 380-480 50/60Гц
Диапазон выходных частот (Гц)	0,1 - 400
Точность частоты	Цифровая установка: $\pm 0,01\%$ от максимальной частоты; аналоговая: $\pm 0,2\%$ ( $25 \pm 10^\circ\text{C}$ )
Разрешение по частоте	Цифровая установка: 0,01 Гц; Аналоговая установка: максимальная частоты /4
Метод управления	ШИМ
Цифровой интерфейс/протокол	RS485/Modbus
Перегрузочная способность	150%/60 сек
Пусковой вращающий момент	200% при 0,5 Гц
ПИД-управление	ПИД-регулятор встроен
Аналоговая входная команда	Входное напряжение: 10В; Входное сопротивление 10 КОм; Входной ток: 4-20 мА

## 2.6 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешних проводок приведена в приложение Г. Вне щитовые и первичные приборы следующие:

- уровнемер Rosemount 3300;
- расходомер Micro Motion R;
- датчик температуры Метран 274;
- датчик скорости ДПМ 336-04;
- датчики давление Метран 75 и 150.

Выходным сигналом данных датчиков является стандартный токовый сигнал 4-20 мА, который благодаря блоку преобразователей сигнала, встроенного в клеммную коробку, преобразуется в сигнал промышленного интерфейса RS-485. Напряжение питания датчиков – 24 VDC. Все устройства на схемах внешних проводок расключены в соответствии с их схемами.

В качестве кабеля используется КВВГ. Этот кабель имеет номинальные переменное напряжением до 660 В с частотой до 100 Гц или постоянное напряжение до 1000 В. Диапазон рабочих температур окружающей среды составляет  $-50^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$ . Токопроводящие медные жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными, а изолированные жилы скручены. Кабель необходимо прокладывать в трубе диаметром 20 мм.

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

- цепи сигнализации и сигналов управления с напряжением 24 В постоянного тока и 220 В переменного тока необходимо прокладывать в разных кабелях;
- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);

- аналоговые сигналы передаются только с помощью экранированных кабелей и отдельно от цепей сигнализации и сигналов управления.

## 2.7 Выбор алгоритмов управления АС ДНС

В данной работе были разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.

Разработка алгоритмов управления преследует следующие цели:

- повышение оперативности действий персонала;
- повышение уровня информированности персонала и достоверности данных по состоянию технологического оборудования;
- повышение качества ведения технологического режима и его безопасности;
- повышение надежности управления объектом.

При представлении алгоритмов в виде блок-схем использованы следующие элементы (согласно ГОСТ 19.701-90 [17]):



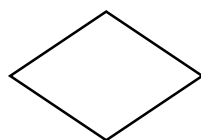
Начало

– начало алгоритма (точка входа);



Конец

– конец алгоритма (точка выхода);



– ветвление по условию:

Да – действие при выполнении условия,

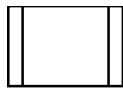
Нет – действие при невыполнении условия;



– выполняемые действия;



– переход на метку (перекрестную ссылку) другой странице или продолжение алгоритма с другой страницы;



– вызов predeterminedенного процесса (подпрограммы);



– формирование сообщения оператору.

### 2.7.1 Разработка алгоритма сбора данных измерений

Каналом измерения выберем канал измерения уровня нефти в резервуаре. Для этого канала нужно разработать алгоритм сбора и отображения данных. Алгоритм представлен на рисунке 18.

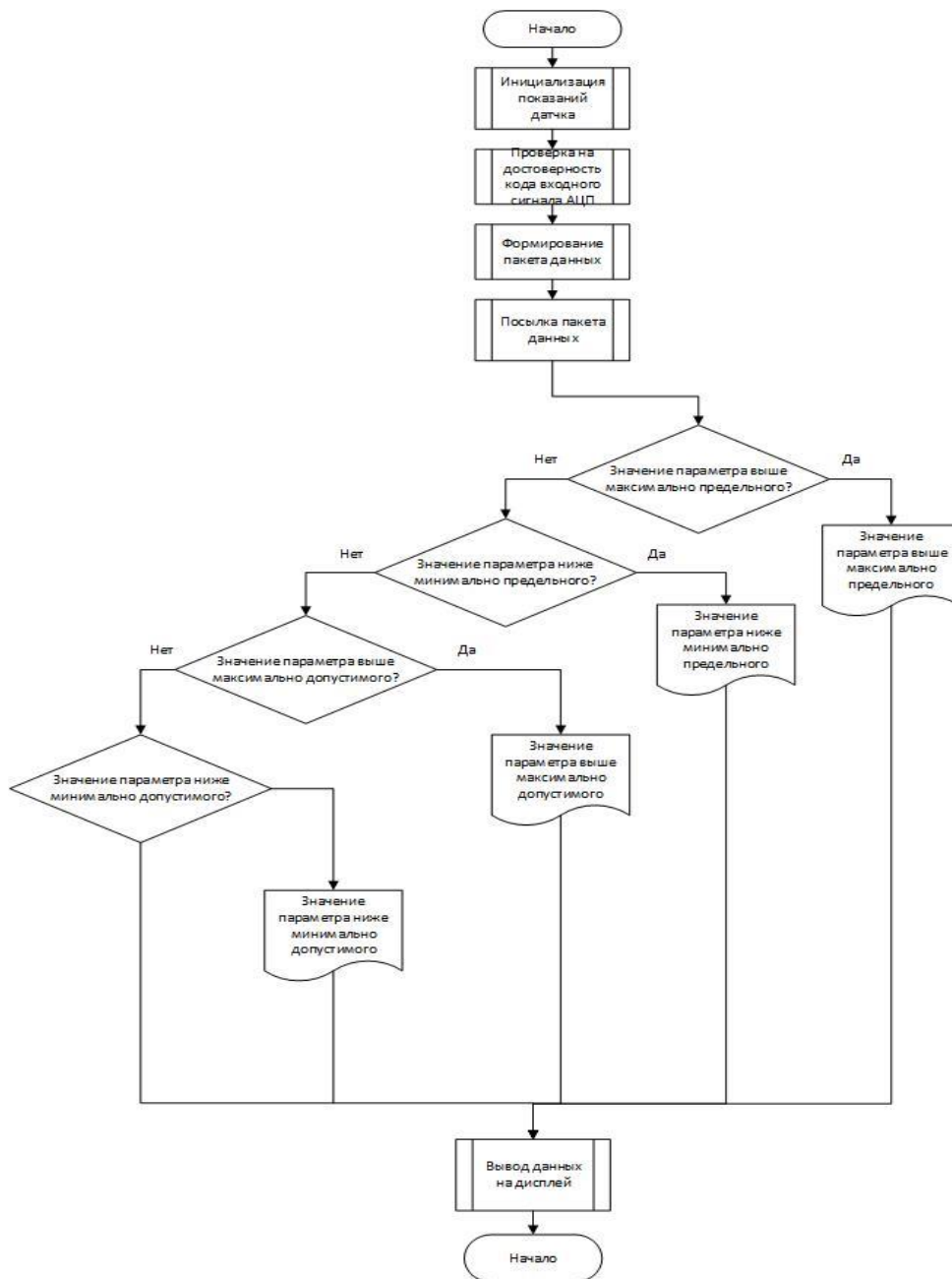


Рисунок 19 – Общий алгоритм сбора и отображения данных



## 2.7.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

Регулируемым параметром технологического процесса выступает давление на выходе насоса. Алгоритмом регулирования используем алгоритм ПИД регулирования. Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор – устройство, находящееся в цепи обратной связи, которое используется для формирования управляющего сигнала в системах автоматического управления. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, который является суммой трёх слагаемых, первое из которых – пропорциональный входной сигнал, второе – интеграл входного сигнала, третье – производная входного сигнала.

Обычно объектом управления является участок трубопровода, находящийся между регулирующим органом и точкой измерения расхода. Длина этого участка определяется в соответствии с правилами установки регулирующих органов и датчика (сужающих устройств) и обычно составляет несколько метров. Динамика канала «расход вещества через клапан – расход вещества через расходомер» приближенно описывается апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием. Время чистого запаздывания обычно составляет несколько секунд для жидкости; значение постоянной времени – несколько секунд. [1]

Передаточная функция для участка регулируемого объёмного расхода жидкости трубопровода будет равна:

$$W(s) = \frac{Q_k(s)}{Q(s)} = \frac{1}{Ts + 1e^{-\tau_0 s}},$$

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

где  $T$  – постоянная времени;

$Q_k(p)$  – объёмный расход жидкости после клапана;

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

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

$f$  – площадь сечения трубы;

$\rho$  – плотность жидкости;

$\Delta p$  – перепад давления на трубопроводе;

$d$  – диаметр трубы;

$\tau_0$  – запаздывание.

Характеристики объекта управления приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Характеристика объекта управления

	Параметр	Ед. изм.	Количество
1	Длина участка трубопровода	м	5
2	Перепад давления на трубопроводе	МПа	1
3	Плотность нефти	кг/м <sup>3</sup>	838
4	Диаметр трубы	мм	250
5	Объёмный расход жидкости в трубопроводе	м <sup>3</sup> /ч	700

Рассчитаем передаточную функцию объекта управления:

$$T = \frac{LQ}{f} * \frac{\rho}{\Delta p} = \frac{5 * \frac{700}{3600}}{(3.14 * 0.25^2)} * \frac{838}{101971} = 0.35,$$

$$\tau_0 = \frac{L}{Q} * \frac{\pi d^2}{8} = \frac{5}{\frac{700}{3600}} * \frac{(3.14 * 0.25^2)}{8} = 0.59,$$

$$W(s) = \frac{1}{Ts + 1} e^{-\tau_0 s} = \frac{1}{0.35s + 1} e^{-0.59s}.$$

Регулирующий орган описывается с помощью замкнутого контура. В прямой цепи этого контура стоит апериодическое звено первого порядка (электромеханическая составляющая), затем звено Rate Limitter, которое ограничивает скорость изменения сигнала, затем Integrator, который преобразует угловую скорость в угол перемещения и звено ограничения

Saturation, которое моделирует ШИМ. Система имеет два контура – замкнутый контур электропривода и непосредственно внешний контур регулирования. Схема модели системы, полученная в программе MATLAB представлена на рисунке 19.

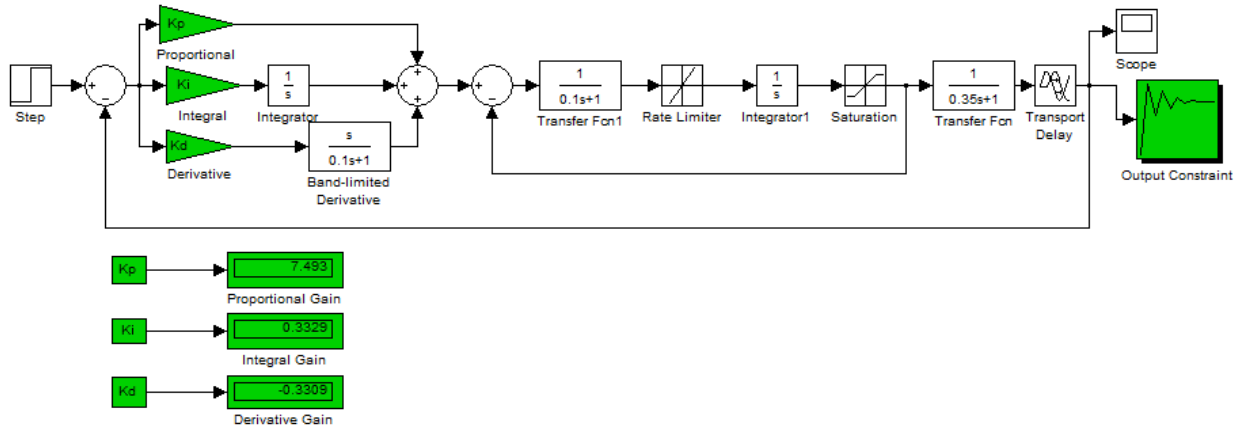


Рисунок 20 – Модель системы в программе Matlab

Была выполнена автоматическая настройка регулятора с помощью возможностей Output Contain, получен переходный процесс, показанный на рисунке 20.

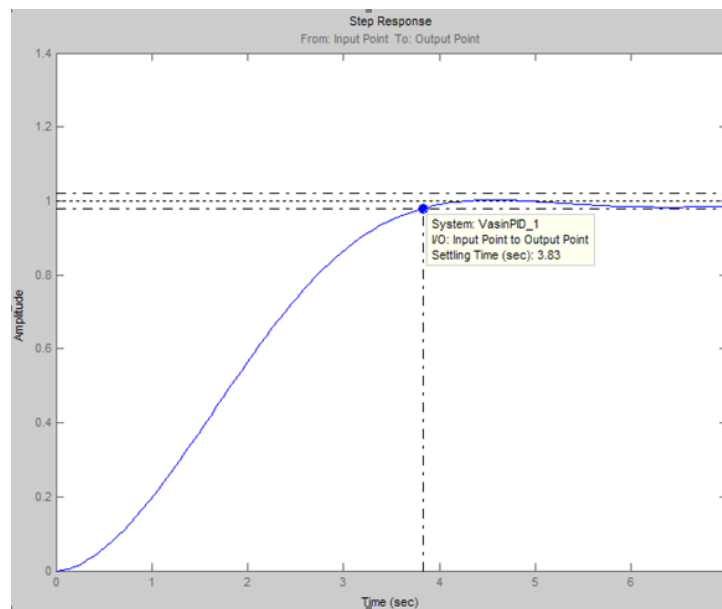


Рисунок 21 – График переходного процесса после настройки ПИД-регулятора

## 2.8 Экранные формы АСУ

Управление в АСУ реализуется с помощью SCADA-системы Trace mode. Эта SCADA-система используется на действующих технологических объектах в реальном масштабе времени и приводит к необходимости использования компьютерной техники промышленного исполнения. Иными словами, выбранная SCADA-система не создаёт ограничений по выбору аппаратуры нижнего уровня, поскольку предоставляет широкий набор серверов ввода/вывода или драйверов. Это даёт возможность взаимодействия с внешней шиной, независимо работающих компонентов, в том числе разработанных отдельно программных и аппаратных модулей сторонних производителей.

### 2.8.1 Разработка дерева экранных форм

Для того, чтобы осуществлять работу программы, используются манипуляторы «мышь» и клавиатуры.

Экран разделён на три области – кнопки переключения экранов, основное поле и окно аварий. На основном поле экрана расположены мнемосхемы узла очистки конденсата, сбора и перекачивания, параметры технологического процесса, тренды и кнопки управления программой.

Для перехода из одной экранной формы в другую необходимо перевести указатель мыши на закладку нужной экранной формы и нажать левой кнопкой мыши (рисунок 21).

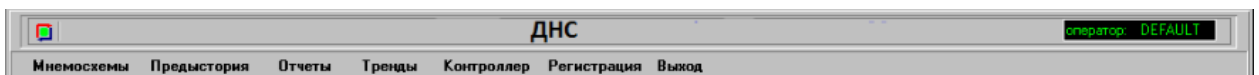


Рисунок 22 – Панель оператора

Рабочее место оператора поддерживает работу с различными группами пользователей, которые имеют разные права доступа к тем или иным элементам АРМ. Для входа в приложение под присвоенным вам именем и паролем следует нажать кнопку «пользователь» в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода, показанное ниже (рисунок 22).

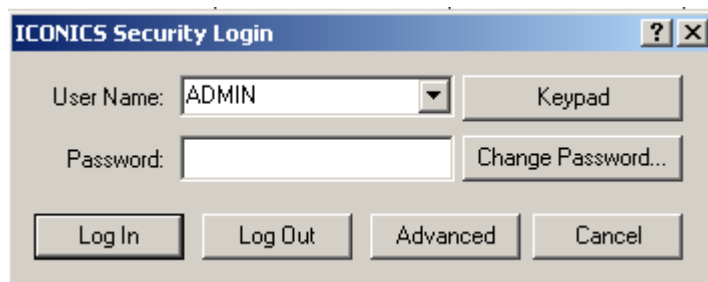


Рисунок 23 – Вход в систему

В выпадающем окне необходимо ввести данные (имя пользователя, пароль).

После того, как будет введён пароль и логин, и в случае их правильности, появляется мнемосхема основных объектов ДНС.

Переключение экранов объектов, за которым необходимо вести контроль на ДНС, осуществляется с помощью нажатия левой кнопкой мыши на прямоугольную область мнемосхемы основных объектов в соответствии с названием объекта. Экраны некоторых объектов имеют дополнительные мнемосхемы, с помощью которых возможно вести более тщательное управление состояний объектов и контроль этими объектами.

### 2.8.2 Разработка экранных форм

Переход на основной экран технологического процесса ДНС происходит путём нажатия левой кнопки мыши на вкладку «мнемосхема». Появится экранная форма, предназначенная для контроля текущих технологических параметров ДНС (рисунок 23). На данной схеме отображается отображение следующих технологических параметров:

- уровень измеряемой среды в резервуарах и очистительных ёмкостях;
- расход газа, нефти и воды;
- температура нефти в резервуаре;
- скорость перекачивания насосов;
- температура обмоток двигателя;
- давление в трубопроводе.

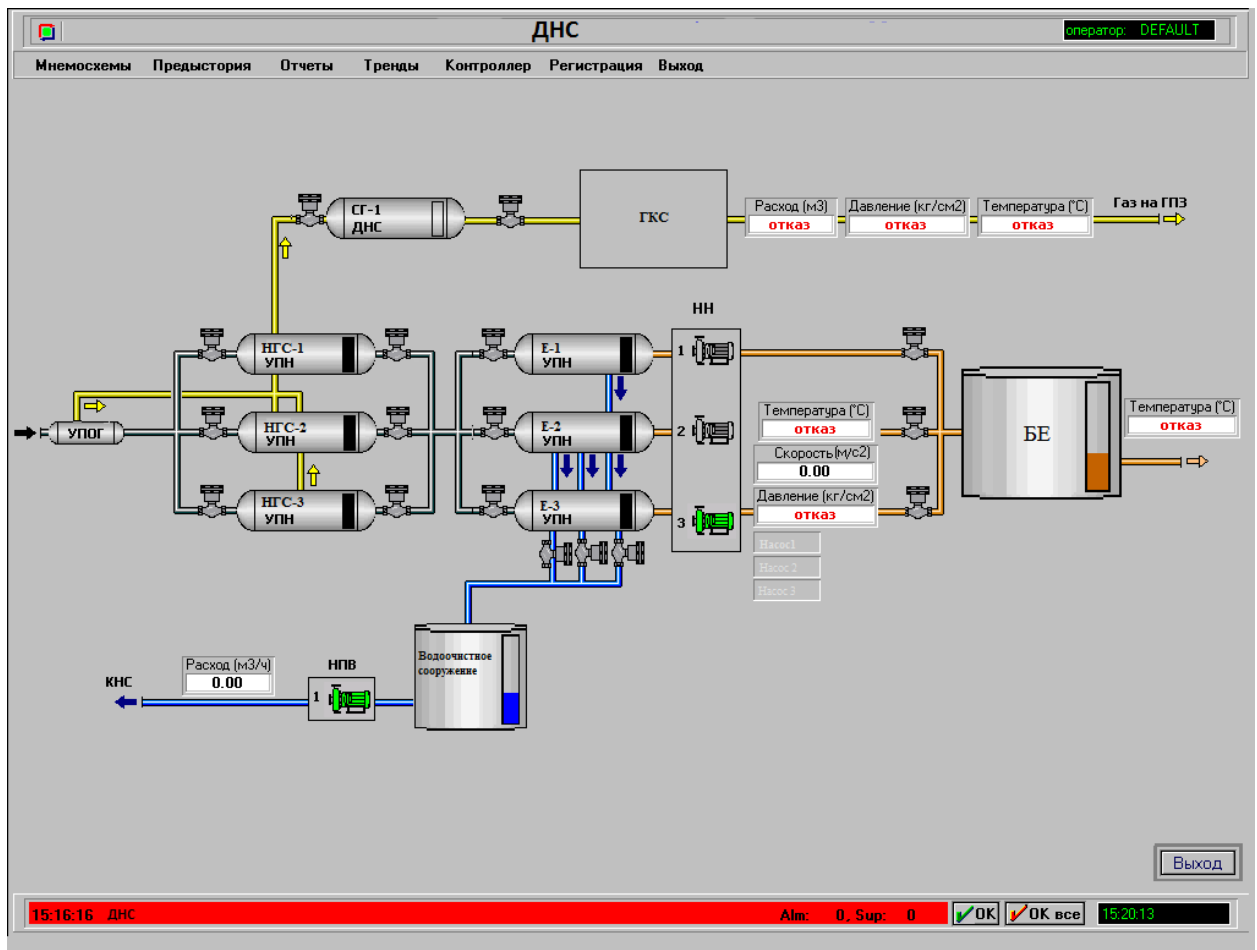


Рисунок 24 – Внешний вид основной экранной формы ДНС

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Т21	Скрипников Олег Валентинович

<b>Институт</b>	<b>Кибернетики</b>	<b>Кафедра</b>	<b>интегрированных компьютерных систем управления</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление</b>	Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

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

<p>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):</p> <p>материально-технических; энергетических; финансовых; информационных; человеческих;</p> <p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов;</p> <p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.</p>	<p>Финансовые ресурсы 2 000 000 руб.;</p> <p>Человеческие ресурсы 2 чел.;</p>
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p>1. Расчет трудоемкости этапов;</p>	<p>1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности ресурсосбережения;</p> <p>2. Планирование научно-исследовательских работ;</p> <p>3. Накладные расходы;</p> <p>4. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.</p>
---------------------------------------	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Т21	Скрипников Олег Валентинович		

### **3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности**

#### **3.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Потенциальными потребителями результатов исследований являются широкий круг коммерческих организаций в нефтегазовой отрасли, в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, имеющие ДНС, предназначенный для сбора нефти и газа на промыслах и их последующей транспортировки.

В таблице 20 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» - ООО «Нефтестройпроект»,», «Б» - ОАО «Вертек», «В» - ЗАО «ЭлеСи».

Таблица 20. Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Крупные	А, Б, В	А, Б	Б, В	В
	Средние	А, Б, В	А, Б	В	В
	Мелкие	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.

#### **3.1.1 Анализ конкурентных технических решений**

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 21. Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система



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

Таблица 21. Оценочная карта

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентоспособность		
		Разрабатываемая АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Разрабатываемая АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
Удобство в эксплуатации	0,08	4	3	4	0,32	0,24	0,32
Устойчивость	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
Энергоэкономичность	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Надежность	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
Безопасность	0,05	4	3	5	0,2	0,15	0,25
Простота эксплуатации	0,08	5	3	4	0,35	0,21	0,28
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
Конкурентоспособность	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Уровень проникновения на рынок	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Цена	0,2	5	2	1	1	0,4	0,2
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	2	4	0,5	0,2	0,4
Условия проникновения на рынок	0,06	4	3	5	0,24	0,18	0,3
Итого	1	51	35	43	4,43	2,75	3,29

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая АСУ ТП ДНС является наиболее эффективной. Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как высокая стоимость, более низкая производительность и низкий срок эксплуатации.

### 3.1.2 SWOT – анализ

SWOT-анализ – это метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) [1]. Матрица SWOT-анализа представлена в таблице 22.

Таблица 22. SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны:</b>	<b>Слабые стороны:</b>
	<p>С1. Низкая стоимость.</p> <p>С2. Научная новизна.</p> <p>С3. Современные технологии.</p> <p>С4. Высокий спрос.</p>	<p>Сл1. Высокие начальные затраты.</p> <p>Сл2. Отсутствие клиентской базы.</p> <p>Сл3. Узкая направленность.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Увеличение спроса.</p> <p>В2. Выход на иностранный рынок.</p> <p>В3. Расширение диапазона предоставляемых услуг.</p>	<p>Увеличение объема производства, прибыли и расширение границ сбыта и клиентской базы.</p> <p>Продажи как в розницу, так и в опт на разных площадках и территориях сбыта.</p>	<p>Высокие начальные затраты уменьшат и не позволят воспользоваться высоким спросом в полной мере.</p> <p>Узкая направленность затруднит увеличение спроса. Расширение диапазона позволит нарастить клиентскую базу и сгладит минусы узкой направленности.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие потребности на новые технологии.</p> <p>У2. Увеличение конкуренции.</p> <p>У3. Нестабильность экономической ситуации в стране.</p>	<p>Низкая стоимость и научная новизна с применением современных технологий улучшит конкурентную позицию, потребительскую способность и сгладит экономический кризис.</p>	<p>Высокие начальные затраты, увеличение конкуренции и нестабильная экономическая ситуация может ослабить интерес покупателей.</p>

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данные соответствия или несоответствия помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта (таблицы 23-26).

Таблица 23. Интерактивная матрица для сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	-	+	0
	В2	+	0	-	-
	В3	+	+	-	+

Таблица 24. Интерактивная матрица для слабых сторон и возможностей

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	-	+
	В2	-	0	-
	В3	0	+	+

Таблица 25. Интерактивная матрица для сильных сторон и угроз

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	+	+	+	-
	У2	+	+	+	-
	У3	+	+	+	-

Таблица 26. Интерактивная матрица для слабых сторон и угроз

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	+	-	+
	У3	+	0	+

## 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов [2].

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р), студент-дипломник (СД). Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 27.

Таблица 27. Этапы выполнения дипломной работы

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

### 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 (1) [3].

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

где:

$T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

В таблице 28 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 28. Временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t min	t max	t ож			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	1	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	1	3,2	5
Изучение существующих объектов проектирования	2	5	3,2	1	3,2	5
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	1	3	1,8	1	1,8	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	4	2,8	1	2,8	4
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	1	0,7	1

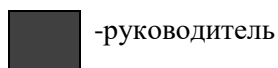
Оценка эффективности полученных результатов	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Определение целесообразности проведения ОКР	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	2	1,4	1	1,4	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Составление схемы информационных потоков	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов сбора данных	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	4	2,8	1	2,8	4
Проектирование SCADA-системы	2	5	3,2	1	3,2	5
Составление пояснительной записки	1	3	1,8	1	1,8	3

На основе таблицы 29 построим диаграмму Ганта, представляющую из себя горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 28).

Таблица 29. Календарный план-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ												
			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер													

3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер																		
4	Календарное планирование работ	Руководитель																		
		Инженер																		
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер																		
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер																		
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер																		
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель																		
		Инженер																		
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель																		
		Инженер																		
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер																		
11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер																		
12	Составление схемы информационных потоков	Инженер																		
13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер																		
14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер																		
15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер																		
16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер																		
17	Проектирование SCADA-системы	Инженер																		
18	Составление пояснительной записки	Инженер																		



-руководитель



- инженер

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле

(2):

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расxi} , \quad (2)$$

где:

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

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

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, примем равным 20%.

Таблица 30. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Датчик давления «МЕТРАН-75/150»	шт.	6	17000	122400
Контроллер «Siemens SIMATIC S7-300»	шт.	1	12000	144000
Расходомер «Micro Motion R»	шт.	2	105000	252000
Реле термисторной защиты «РТ-М01-1-15»	шт.	4	1500	7200
Датчик температуры «Метран 274»	шт.	5	2400	14400
Уровнемер «Rosemount 3300»	шт.	4	35000	168000
Датчик скорости «ДПМ 336-04»	шт.	4	5500	26400
Регулятор РУСТ-510-2	шт.	4	70000	336000
Электропривод «Sipos 5 Flash 2SB5»	шт.	4	105	504000



Преобразователь частоты HYUNDAI N700V-220HF	шт.	4	80000	384000
Итого:				1958400

### 3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для экранных форм. В таблице 31 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения:

Таблица 31. Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
Scada Trace Mode 6.09	1	45 760	45 760
Итого:			45 760

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Действительный годовой фонд рабочего времени руководителя и дипломника представлен в таблице 32. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 33.

Таблица 32. Баланс времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент-дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	104
-выходные дни	14	14
-праздничные дни		
Потери рабочего времени		
-отпуск	48	24
-невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	223

Таблица 33. Основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премимальный коэффициент	Коэффициент доплат	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника	Среднедневная заработная плата	Продолжительност ь работ	Заработная плата основная
Руководитель	35000	0,3	0,2	1,3	68250	2827,89	4	11311,56
Студент-дипломник	15000	0,3	0,5	1,3	35100	1762,87	20,2	35609,97
Итого:								46921,53

### 3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формулам (3) и (4) [4].

$$Z_{допP} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 11311,56 = 1696,7, \quad (3)$$

$$Z_{допИ} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 35609,97 = 5341,5. \quad (4)$$

### 3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений определяется по формуле (5):

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (5)$$

где:

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

На 2016 г. в соответствии с положениями ст.58.2 закона №212-ФЗ установлены следующие тарифы страховых взносов: ПФР – 0.22 (22%), ФСС РФ – 0.029 (2,9%), ФФОМС – 0,051 (5,1%). Все расчеты сведены в таблицу 34.

Таблица 34. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель проекта	Студент-дипломник
Основная заработная плата	11311,56	35609,97
Дополнительная заработная плата	1696,7	5341,5
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	20	20
Итого:	2601,7	8190,3

### 3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают все затраты, не вошедшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование, оплата электроэнергии, оплата пользования услугами и пр.

Расчет накладных расходов определяется по формулам (6) и (7) [5]:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (6)$$

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

$$Z_{\text{накл}} = (584194 + 8000 + 4692153 + 7038,2 + 10792) \cdot 0,015 = 9854,2, \quad (7)$$

где: 0,015 – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 35:

Таблица 35. Расчет бюджета затрат на НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	1958400
2. Затраты на специальное оборудование	45 760
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	46 921,53
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	7 038,2
5. Отчисления во внебюджетные фонды	10 792
6. Накладные расходы	9 854,2
7. Бюджет затрат НИИ	2078765,93

### 3.3.8 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. С помощью таблицы 36 определим интегральный показатель ресурсоэффективности.

Таблица 36. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Материалоемкость	0.05	3	4	5
2. Надежность	0.1	4	3	2
3. Производительность	0.25	5	3	4
4. Удобство в эксплуатации	0.15	4	5	3
5. Энергосбережение	0.25	5	4	3
6. Безопасность	0.2	5	3	4
Итого	1			

На основании полученных показателей выполним сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки (таблица 37).

Таблица 37. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,58	0,75	0,97
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,6	3,45
3	Интегральный показатель эффективности	8	4,8	3,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,67	2,22	1,33

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Т21	Скрипников Олег Валентинович

Институт	Институт кибернетики	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</p>	<p>Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером.</p> <p>Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров ДНС. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории ДНС.</p>
--	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность:</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> </ul>	<p><b>1. Производственная безопасность:</b></p> <p>1.1. - Повышенная или пониженная влажность воздуха;</p> <p style="padding-left: 20px;">- Недостаточная освещённость рабочей зоны;</p> <p style="padding-left: 20px;">- Повышенный уровень шумов на рабочем месте;</p> <p style="padding-left: 20px;">- Электромагнитное излучение.</p> <p>1.2. - Электрический ток (Источником является ПК, пульт управления);</p> <p style="padding-left: 20px;">- Пожар (на УКПН подготавливается нефть, которая является легковоспламеняющейся жидкостью).</p>
---	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу;</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу;</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу;</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p><b>2. Экологическая безопасность:</b> Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом.</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> Возможные ЧС на объекте: разлив нефти, утечка газа, пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является пожар(возгорание).</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>  Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	Кандидат биологических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т21	Скрипников Олег Валентинович		

## 4 Социальная ответственность

### Введение

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом ДНС. Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. Задачей оператора АСУ является контроль над параметрами технологического процесса, управление и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций.

Так как большая часть работы ведется с использованием персонального компьютера в закрытом помещении, то наиболее значимыми факторами являются микроклимат помещения, освещение, шум, электромагнитное излучение, рабочая поза. Также необходимо учесть факторы, влияющие на электробезопасность и пожарную безопасность, и рассмотреть вопросы ее организации на предприятии нефтегазовой отрасли.

### 4.1 Производственная безопасность

#### 4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 38.

Таблица 38 – Опасные и вредные фактора при работе оператора АСУ ТП

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Отклонения температуры и влажности воздуха от нормы.</li><li>2. Недостаточная освещенность.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Электро-безопасность</li><li>2. Пожаро-взрывобезопасность</li></ol>	<b>Микроклимат</b> – СанПиН 2.2.4.548 – 96 [16] <b>Освещение</b> – СП 52.13330.2011 [14] <b>Шумы</b> – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [13]



<p>персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров ДНС. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории ДНС.</p>	<p>3. Повышенный уровень шумов 4. Электромагнитные излучения</p>		<p><b>Электромагнитное излучение</b> - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12] <b>Электробезопасность</b> – ГОСТ 12.1.038-82 [17] <b>Пожарная безопасность</b> – СНиП 2.11.03-93 [20]</p>
---	--	--	---

## 4.1.2 Анализ вредных факторов

### 4.1.2.1 Отклонения показателей микроклимата

Высокая производительность и комфортность труда на рабочем месте оператора АСУ зависит от микроклимата в производственном помещении.

По степени физической тяжести работа оператора АСУ относится к категории лёгких работ. [12]

В помещении должны быть обеспечены оптимальные параметры микроклимата, которые установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека.

В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены оптимальные величины показателей микроклимата согласно требованиям СанПиН и приведены в таблице 39, допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведены в таблице 40.

Таблица 39 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах по СанПиН 2.2.4.548-96

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	23-25	40-60	0,1

Теплый	20-22	40-60	0,1
--------	-------	-------	-----

Таблица 40 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах по СанПиН 2.2.4.548-96

Период года	Температура воздуха		Относительная влажность воздуха	Скорость движения воздуха	
	Ниже оптимальных не более	Выше оптимальных не более		Ниже оптимальных не более	Выше оптимальных не более
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,2

В зимний период времени (при работающей системе отопления) параметры температурно-влажностного состояния помещения определяются тепловой мощностью системы отопления и теплозащитными качествами наружной стены с одним или несколькими окнами.

В летний период (при выключенной системе отопления) в помещении с не кондиционируемым микроклиматом формируется температурно-влажностный режим, близкий по параметрам к наружной среде, а его параметры определяются теплозащитными качествами наружных ограждающих конструкций и естественным воздухообменом в помещении.

В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно СанПиН 2.2.4.548-96 и приведен в таблице 41.

Таблица 41 – Расход свежего воздуха по СанПиН 2.2.4.548-96

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м <sup>3</sup> /на одного человека в час
Объем до 20 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 30
20...40 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 20
Более 40 м <sup>3</sup> на человека	Естественная вентиляция

#### 4.1.2.2 Недостаточная освещённость рабочей зоны

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию

близорукости. Слишком низкие уровни освещенности и длительное пребывание в световой среде с ограниченным спектральным составом света и монотонным режимом освещения вызывают апатию, сонливость, а в некоторых случаях способствуют развитию чувства тревоги. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме и ослаблением его реактивности. [14]

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, кератиты, катаракты и другие нарушения. [14]

Для обеспечения рационального освещения (отвечающего техническим и санитарно-гигиеническим нормам) необходимо правильно подобрать светильники в сочетании с естественным светом. Поддерживать чистоту оконных стекол и поверхностей светильников. [14]

Рабочая зона или рабочее место оператора АСУ освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения, а также исключается прямое попадание лучей источника света в глаза.

Уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 - 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. По нормам освещенности СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений. Нормирование освещенности для работы за ПК приведено в таблице 42.

Таблица 42 – Нормирование освещенности для работы с ПК по СанПиН

2.2.1/2.1.1.1278–03

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КЕО ед, %, при	
									верхнем или комбинированном	бокoвом
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100*	21 18**	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	24 18**	20 15***	2,5	0,7

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 43. [14]

Таблица 43 – Требования к освещению на рабочих местах с ПК по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03.

Освещенность на рабочем столе	300–500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м <sup>2</sup>
Прямая блескость источника света	200 кд/м <sup>2</sup>
Показатель ослепленности	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

Выполним расчет естественного освещения. Расчет производится согласно СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение». Помещение имеет длину в 6; ширину в 4 и высоту в 3 метра.

Освещение боковое, одностороннее, выделение пыли и других аэрозолей допустимо с концентрацией не более 5 мг/м<sup>3</sup>. Остекление помещения – вертикальное; рамы деревянные двойные.

Определим необходимую площадь световых проемов. Площадь пола помещения и нормальный коэффициент естественного освещения (КЕО) находим по формуле (1) и (2) соответственно.

$$S = 6 \cdot 4 = 24 \text{ м}^2, \quad (1)$$

$$\text{КЕО} = e \cdot m \cdot c = 2 \cdot 1 \cdot 1 = 2, \quad (2)$$

где  $e = 2$  - значение КЕО в % при рассеянном свете от небосвода, определяемое с учетом характера зрительной работы;  $m = 1$  - коэффициент светового климата;  $c = 1$  - коэффициент солнечного климата.

Далее также будут применены следующие величины [2,3] –

а)  $n_0 = 9$  - световая характеристика окна; она зависит от глубины помещения, выступа окна и соотношения длин сторон;

б)  $K_{зд} = 1,2$  - коэффициент, учитывающий уменьшение КЕО от затемнения противостоящим зданием;

в)  $r_1 = 3$  - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей;

г)  $t_0$  - общий коэффициент светопропускания, вычисляющийся как

д)  $t_0 = t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 \cdot t_4 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 0,27$ , при этом –

1)  $t_1 = 0,8$  - зависит от вида светопропускающего материала;

2)  $t_2 = 0,6$  - зависит от вида проема;

3)  $t_3 = 0,7$  зависит от степени загрязнения светопропускающего материала;

4)  $t_4 = 0,8$  - зависит от несущих конструкций.

Итак, в рассматриваемом нами случае эквивалентная площадь необходимых световых проемов может быть найдена по следующей формуле (3).

$$S_0 = \frac{(S \cdot K_{EO} \cdot n_0 \cdot K_{ЗД})}{t_0 \cdot r_1 \cdot 100} = \frac{24 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 1,2}{0,3 \cdot 3 \cdot 100} = 5,76 \text{ м}^2. \quad (3)$$

В случае использования стандартных окон размером 1,6 x 2,2 м получаем необходимое для осуществления естественного освещения количество окон (4).

$$N \approx \frac{S_0}{S_{\text{окна}}} = \frac{5,76}{1,6 \cdot 2,2} \approx 2. \quad (4)$$

В этом случае площадь световых проемов равна 7,04 м<sup>2</sup>.

Далее выполним расчет искусственного освещения. Предположим, что в рассмотренном выше помещении установлены потолочные люминесцентные светильники на высоте 2,5 м. Существует таблица коэффициента использования светового потока  $\eta$  в зависимости от так называемого «индекса помещения» [2]. Рассчитаем значение данного индекса по формуле (5).

$$i = \frac{S}{h} \cdot (A + B) = \frac{24}{3} \cdot (6 + 4) = 0,8, \quad (5)$$

где  $S$  - площадь пола в помещении;  $h$  - высота помещения;  $A, B$  - длина и ширина соответственно.

Примем далее за исходные следующие данные:

- а) Освещенность в 300 лк;
- б) Коэффициент запаса  $k=1,5$ ;
- в) Светильники типа УВЛН-4x80-1;
- г) Лампы типа ЛБ-80;
- д) Световой поток лампы  $F=4160$  лм;
- е) Коэффициент отражения потолка 70%;
- ж) Коэффициент отражения стен 50%.

Таким образом, по имеющимся данным становится возможным найти недостающие данные. Получаем по таблице коэффициент использования

светового потока  $n = 0,31$  [2]. Отношение средней освещенности к минимальной находим по формуле (6).

$$z = \frac{E_{CP}}{E_{MIN}} = 1,1. \quad (6)$$

Требуемое количество ламп находим по формуле (7).

$$N = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{F \cdot n} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 24 \cdot 1,1}{4160 \cdot 0,31} = 9,21. \quad (7)$$

Таким образом количество требуемых светильников, для обеспечения освещённости в 300 лк, равно трём, по 4 лампы в каждом.

#### 4.1.2.3 Повышенный уровень шума

Шум снижает производительность труда на промышленных предприятиях на 30%, повышает опасность травматизма, приводит к развитию заболеваний. [13]

При выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА по ГОСТ 12.1.003-83 [13].

Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 44.

Таблица 44 – Допустимые уровни звукового давления по ГОСТ 12.1.003-83

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА
	63	12	26	10	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

В качестве мер по снижению шума, воздействующего на человека, в первую очередь следует использовать средства коллективной защиты. Наиболее эффективной защитой от шума, источником которого являются циркуляционные насосы химического реактора, было бы создание

специальных архитектурно-строительных решений на этапе проектирования рабочего места в рабочей аудитории, но так как помещение в момент строительства здания не планировалось использовать для таких целей, то единственным решением по принятию мер коллективной защиты от производственного шума является использование акустического экрана или звукоизолирующего кожуха [13].

В качестве индивидуальных средств защиты от шума специалистом могут быть использованы специальные противозумные наушники, которые обезопасят пользователя от вредного воздействия шумов и помогут сделать условия работы более комфортными [13].

К средствам коллективной защиты относятся:

- Уменьшение шума в источнике его возникновения. Это достигается за счет применения рациональных конструкций, новых материалов и гигиенически благоприятных технологических процессов.
- Изменение направленности излучения шума.
- Рациональная планировка предприятий и цехов.
- Акустическая обработка помещений.
- Уменьшение шума на пути его распространения от источника к рабочему месту (использование защитных экранов, глушителей шума).

#### **4.1.2.4 Электромагнитное излучение**

Электромагнитным излучением называется излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды. Контакт с электромагнитными излучениями представляет серьезную опасность для человека.

Электромагнитное излучение принципиально отличается от остальных вредных факторов тем, что распространяется во всех направлениях и оказывает воздействие не только на пользователя, но и на окружающих. [15]



Спектр излучения компьютерного монитора включает в себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Электромагнитные поля с частотой 60 Гц (возникающие вокруг линий электропередач, видеодисплеев и даже внутренней электропроводки) могут инициировать биологические сдвиги (вплоть до нарушения синтеза ДНК) в клетках животных. [15]

Монитор, системный блок, и принтер - генерируют электромагнитное излучение в очень широком диапазоне частот. Но именно излучение монитора является более мощным. [15]

Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12]. Требования к уровням электромагнитных полей на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ представлены в таблице 45.

Таблица 45 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 Гц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Для снижения воздействия электромагнитного излучения применяют следующие меры:

- расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см;

- применение экранных защитных фильтров, а также средств индивидуальной защиты [12].

### **4.1.3 Анализ опасных факторов**

Работа оператора АСУ связана с частым взаимодействием с ПК. Следовательно, существует опасность поражения работника электрическим током.

Рассматриваемое помещение определяется как помещение без повышенной опасности согласно ГОСТ 12.1.038-82. Так как приборы, работающие в помещении, питаются от сети напряжением 220 В и частотой 50 Гц, необходимо предусмотреть случаи случайного прикосновения к токоведущим частям и способы защиты от последствий таких действий [17]:

- наличие защитных ограждений или оболочек;
- безопасное расположение токоведущих частей и их изоляция;
- изоляция рабочего места;
- защитное отключение;
- предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности;
- заземление корпусов устройств.

Перед началом работы необходимо убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей. Перед приемом на работу очередного сотрудника необходимо проводить инструктаж по электробезопасности. Также стоит предусмотреть проведение инструктажа при смене условий работы, при обновлении техники и плановый инструктаж.

### **4.2 Экологическая безопасность**

На месторождении могут возникнуть различные чрезвычайные ситуации (ЧС). Путем экспертных оценок на месторождении, учитывая климатические условия можно спрогнозировать виды ЧС:

1. – природного характера:
  - лесные и торфяные пожары;

- сильные морозы (ниже – 40 С);
- метели и снежные заносы.

2. – техногенного характера:

- пожары;
- отключение электроэнергии;
- взрывы.

Специфической особенностью большинства объектов нефтегазовой промышленности является наличие значительного объема нефти и газа, что обуславливает возникновение аварий, пожаров, взрывов, затоплений, опасного поражения местности и атмосферы сильнодействующими ядовитыми веществами.

Таблица 46 – Компонентный состав нефти по ГОСТ 39-112-80

№ п/п	Компоненты	Поступающая нефть, % мольный	Подготовленная нефть, % мольный
1	$CO_2$	0,12	0,0011
2	$N_2$	0,67	0,0085
3	$CH_4$	40,33	0,0238
4	$C_2H_6$	4,59	0,1524
5	$i - C_4H_{10}$	2,55	2,0147
6	$C_3H_8$	8,14	2,8911
7	$n - C_4H_{10}$	4,87	5,2346
8	$i - C_5H_{12}$	1,97	3,0175
9	$n - C_5H_{12}$	2,26	4,7314
10	$C_6H_{14}$	4,55	9,1308
11	$C_7H_{16}$	3,47	6,9821
12	$C_8H_{18}$	2,32	4,7576
13	$C_9 + \text{выше}$	24,16	61,0544
	ИТОГО:	100	100

Таблица 47 – Физико-химические свойства попутно-добываемого газа по Г  
ОСТ 39-112-80

№ п/п	Наименование	Обозначение	Показатель
1.1	Состав газа, % мольные:		
	Двуокись углерода	$CO_2$	1,16
	Азот	$N_2$	0,56
	Метан	$CH_4$	64,02
	Этан	$C_2H_6$	11,44
	Пропан	$C_3H_8$	14,08
	Изо-бутан	$i - C_4H_{10}$	3,08
	Н-бутан	$n - C_4H_{10}$	4,26
	Изо-пентан	$i - C_5H_{12}$	0,88
	Н-пентан	$n - C_5H_{12}$	0,33
	$C_6$ и выше		0,19

Наибольшую опасность при ведении спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ (СНАВР) на объектах нефтегазовой промышленности представляют пожары, возникающие при разрушении технологических емкостей, аппаратов, трубопроводов и оборудования, вследствие коррозии, сильная загазованность, грозящая отравлениями и взрывами, задымленностью и затопленностью нефтью или нефтепродуктами территории. [20]

Для предотвращения аварий, связанных с разрушением трубопровода вследствие воздействия на него коррозии с 1995 года на предприятии широко внедрена антикоррозийная обработка нефтесборных внутрипромысловых сетей, что позволяет сократить количество аварий, а также приостановить прирост площадей земель, загрязненных нефтью. Контроль за коррозионным состоянием системы нефтегазосбора позволяет своевременно определять коррозионную агрессивность транспортируемой по трубопроводам среды. [20]

Объекты нефтедобычи и вспомогательного производства предприятия размещаются на четырнадцати промплощадках. Промышленные площадки

рассредоточены по территории месторождения, значительно удалены друг от друга и не подвержены взаимному влиянию. Большинство из промышленных баз окружено лесными массивами и не граничит с жилыми районами. [20]

Ближайший населенный пункт от технологических объектов предприятия, находится в 500 м от промышленной площадки №4, что не противоречит СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 [8].

Спасательные работы на загазованных и задымленных участках в первую очередь направлены на эвакуацию из опасных районов в безопасные места всего незащищенного населения и только затем укрываемых, находящихся в герметичных защитных сооружениях, обеспечивающих регенерацию внутреннего воздуха. [20]

К характерным видам СНАВР на объектах нефтегазовой промышленности относятся также:

- сбор и тушение растекающейся горячей нефти и нефтепродуктов или их отвод в безопасные места;
- охлаждение горящих и соседних емкостей, аппаратов и другого оборудования;
- создание дополнительных ограждающих валов;
- перекачку нефти и нефтепродуктов из горящих, разрушенных или поврежденных аппаратов в свободные или специальные аварийные;
- снижение давления в аппаратах, работающих под давлением, или наоборот повышают до атмосферного в вакуумных аппаратах;
- отключение аварийных участков и т.д.

Основные мероприятия по охране окружающей среды включают в себя:

- полную герметизацию технологического оборудования;
- сбор и максимальное использование попутного нефтяного газа;
- полную утилизацию сточных вод;

- 100% контроль сварных швов соединений трубопроводов;
- защиту оборудования и трубопроводов от внутренней и наружной коррозии;
- автоматическое регулирование уровней и давления в аппаратах;
- аварийную сигнализацию предельных значений регулируемых параметров.
- В случае нарушения технологического режима, связанного с авариями, в целях охраны окружающей среды предусматриваются следующие мероприятия:
  - локализация аварийных разливов нефти;
  - ограждение резервуаров бетонной стеной из дорожных плит, высотой 2 м;
  - разделение бетонной ограждающей стеной резервуаров подготовки пластовой воды и аварийного резервуара;
  - устройство бетонных площадок с бордюрным ограждением и дождеприемниками для сбора разлившейся нефти и загрязненных дождевых вод;
  - обвалование факельной установки.

Продукты зачистки нефтепромыслового оборудования передвижными средствами вывозятся в шламонакопители товарного парка на установку по отмывке шламов и грунтов. [20]

## **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **4.3.1 Пожарная безопасность**

Во всех производственных помещениях ДНС существует вероятность возникновения пожароопасной ситуации.

Технологическая площадка ДНС тушится с помощью пожарных гидрантов, установленных на противопожарном кольце. Необходимый запас пожарных рукавов, пожарных колонок хранится в складе хранения пожарного инвентаря, расположенном на территории ДНС. Запас пенообразователя

согласно утвержденным нормам хранится в резервуаре хранения пенообразователя  $V=8\text{м}^3$ . Тушение аварийного РВС предусмотрено с помощью пожарной водонасосной. Расход воды на наружное пожаротушение определен из расчета тушения и охлаждения аварийного резервуара РВС-5000 и составляет 60 л/с. При окружности резервуара 60 метров расход воды составляет – 993 м<sup>3</sup>. Необходимый запас воды для приготовления раствора пенообразователя на 45 минут тушения – 60 м<sup>3</sup> [20].

В соответствии с требованиями норм тушение пожаров на объекте обеспечивается передвижными средствами и первичными средствами пожаротушения.

Для тушения пожара на объекте предусмотрен комплекс мероприятий и средств пожаротушения. Для принятия мер по тушению пожара до прибытия подразделений Государственной противопожарной службы, имеется запас пожарно-технического оборудования.

Система пожаротушения состоит из системы пожаротушения:

- пеной;
- водой.

Система пожаротушения пеной включает:

- генераторы пены;
- соединительные головки за обвалованием для присоединения пожарной техники;
- индивидуальные пенопроводы на отдельные объекты;
- пульт управления и мнемосхему в операторной с системой извещателей в очаге огня.

В насосных блоках и операторных имеются комплекты огнетушителей согласно норм и должностей.

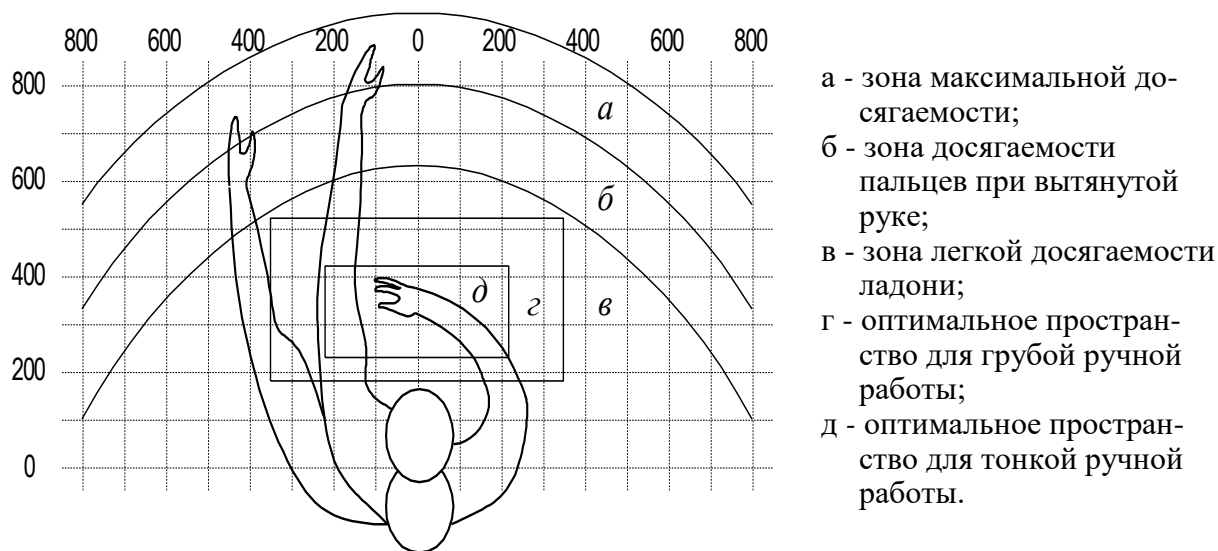
Здания, сооружения и наружные установки оснащены первичными средствами пожаротушения в соответствии с ППБ 01-2003 (правила пожарной безопасности в РФ) и ППБО-85 (правила пожарной безопасности в нефтяной

промышленности). Количество и тип огнетушителей выбран в соответствии с категорией здания по взрывопожарной опасности, предельно защищаемой площади и классу пожара. Для оснащения противопожарным инвентарем на территории объекта установлены пожарные щиты. Комплектация противопожарным инвентарем, выполнена согласно норм оснащения пожарных щитов типа ЩП-В.

На объекте принята централизованная структура контроля за установками автоматической пожарной сигнализации, из помещения операторной.

#### 4.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

##### 4.4.1 Эргономические требования к рабочему месту



Рисунк 25 – эргономические требования

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости согласно [10]:

- дисплей размещается в зоне «а» (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура – в зоне «г/д»;
- «мышь» – в зоне «в» справа;
- документация, необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – «б», а в выдвижных ящиках стола – редко используемая литература.



#### **4.4.2 Окраска и коэффициенты отражения**

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола:

- окна ориентированы на юг – стены зеленовато–голубого или светло–голубого цвета, пол – зеленый;
- окна ориентированы на север – стены светло–оранжевого или оранжево–желтого цвета, пол – красновато–оранжевый;
- окна ориентированы на восток – стены желто–зеленого цвета, пол зеленый или красновато–оранжевый;
- окна ориентированы на запад – стены желто–зеленого или голубовато–зеленого цвета, пол зеленый или красновато–оранжевый.

В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения для потолка 60–70, для стен 40–50, для пола около 30.

#### **4.5 Особенности законодательного регулирования проектных решений**

Согласно трудовому кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ в условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти– или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырехбригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК [11] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.



## **Заключение**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система управления дожимной насосной станции, удовлетворяющая требованиям технического задания.

В ходе выполнения работы были изучены особенности технологического процесса очистки и сбора и дальнейшей перекачки нефти ДНС, разработаны структурная, функциональная схемы автоматизации, схемы соединений внешних проводок. Также, были разработаны алгоритмы сбора данных и автоматического регулирования. Кроме того, был осуществлен выбор комплекса аппаратно-технических средств.

И, наконец, было выполнено технико-экономическое обоснование проекта, и рассмотрены вопросы экологической безопасности, производственной санитарии и других условий труда Автора работы.

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы была обеспечена модернизация автоматизированной системы управления ДНС.

## **Список публикаций студента**

1. Скрипников О.В. Устройство для освещения выдвижной клавиатуры «Молодёжь и современные информационные технологии. Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных» – Томск: Томский политехнический университет, 2016. – 191с..

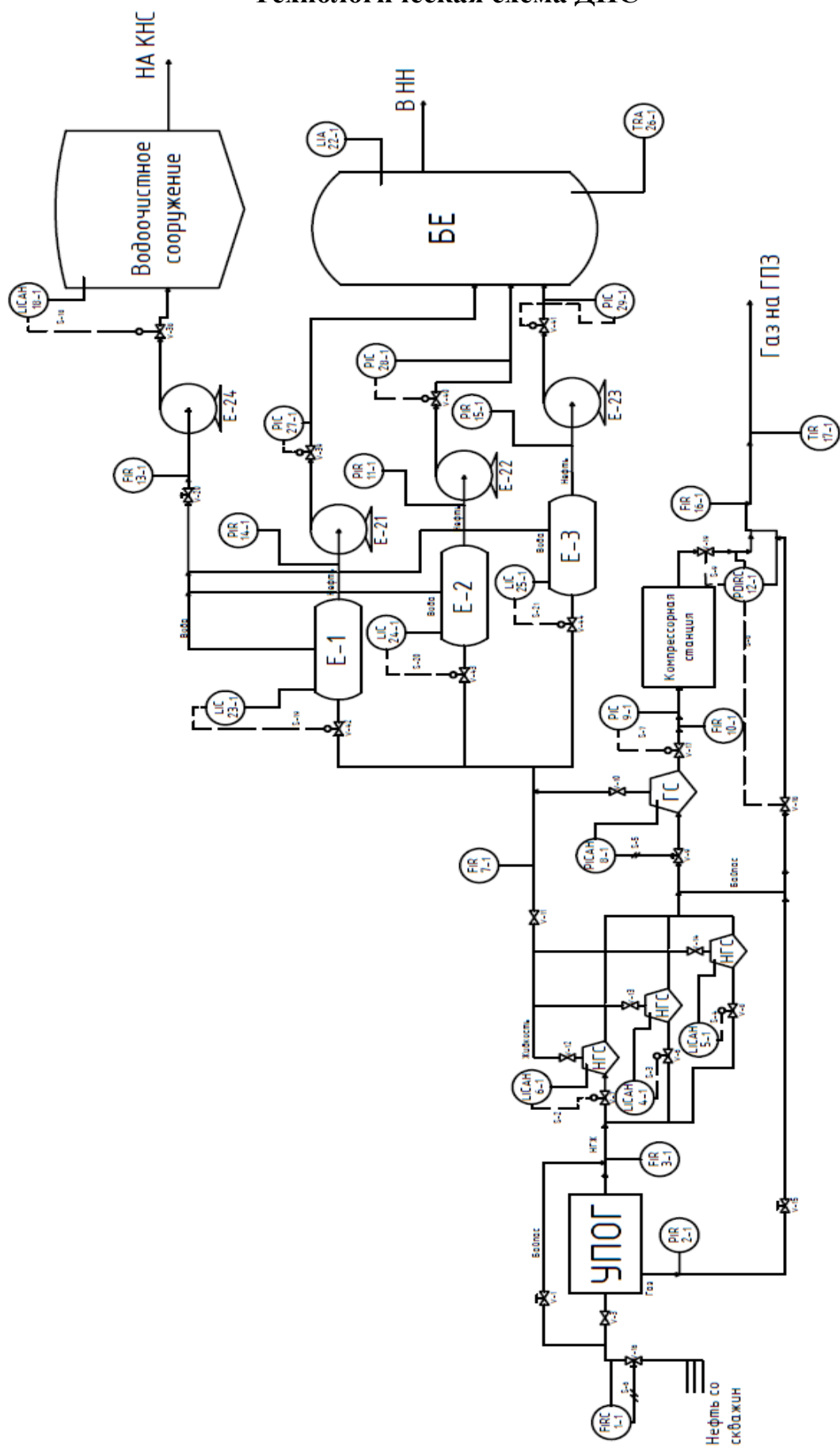
## Список использованных источников

1. Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем: учебно-методическое пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 173 с.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А. С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Технологический регламент ТР 09-70-2012. – Томск, 2012. – 89 с.
4. ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP). – М.: Стандартинформ, 2007.
5. ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов.
6. ГОСТ 8.631-2013 (OIML R 60:2000) Государственная система обеспечения единства измерений. Датчики весоизмерительные. Общие технические требования. Методы испытаний (Metrological regulation for load cells). – М.: Стандартинформ, 2014.
7. РМГ 62-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешностей измерений при ограниченной исходной информации. – М.: Стандартинформ, 2008.
8. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – М.: Стандартинформ, 2010.
9. ГОСТ Р МЭК 61508-6-2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2 и ГОСТ Р МЭК 61508-3. – М.: Стандартинформ, 2014.

10. IP (степень защиты оболочки) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/IP\\_\(степень\\_защиты\\_оболочки\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/IP_(степень_защиты_оболочки)), свободный.
11. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы»;
12. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;
13. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;
14. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
15. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».
16. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
17. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
18. ППБ 01–93 «Правила пожарной безопасности Российской Федерации».
19. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
20. СНиП 2.11.03–93 “Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы”
21. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.
22. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.

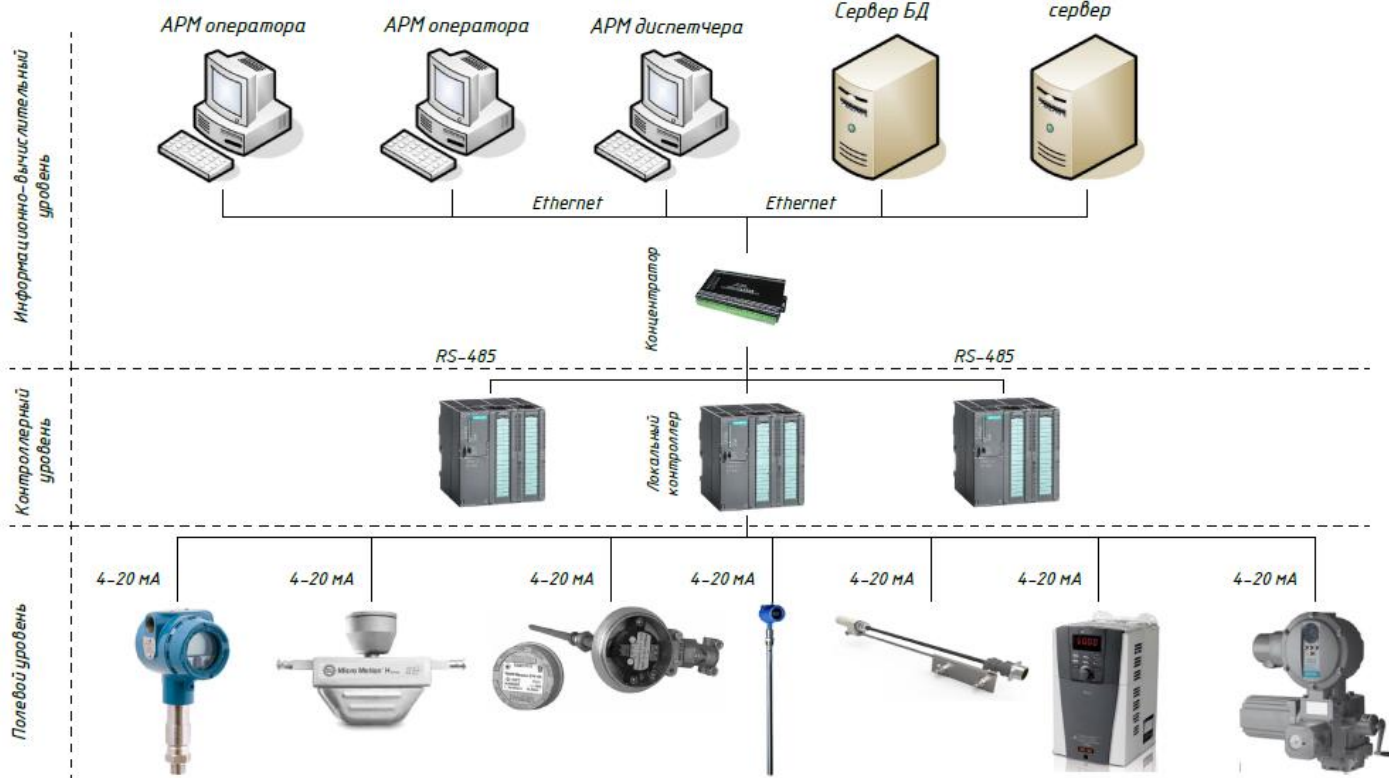
# Приложение А

## Технологическая схема ДНС



# Приложение Б

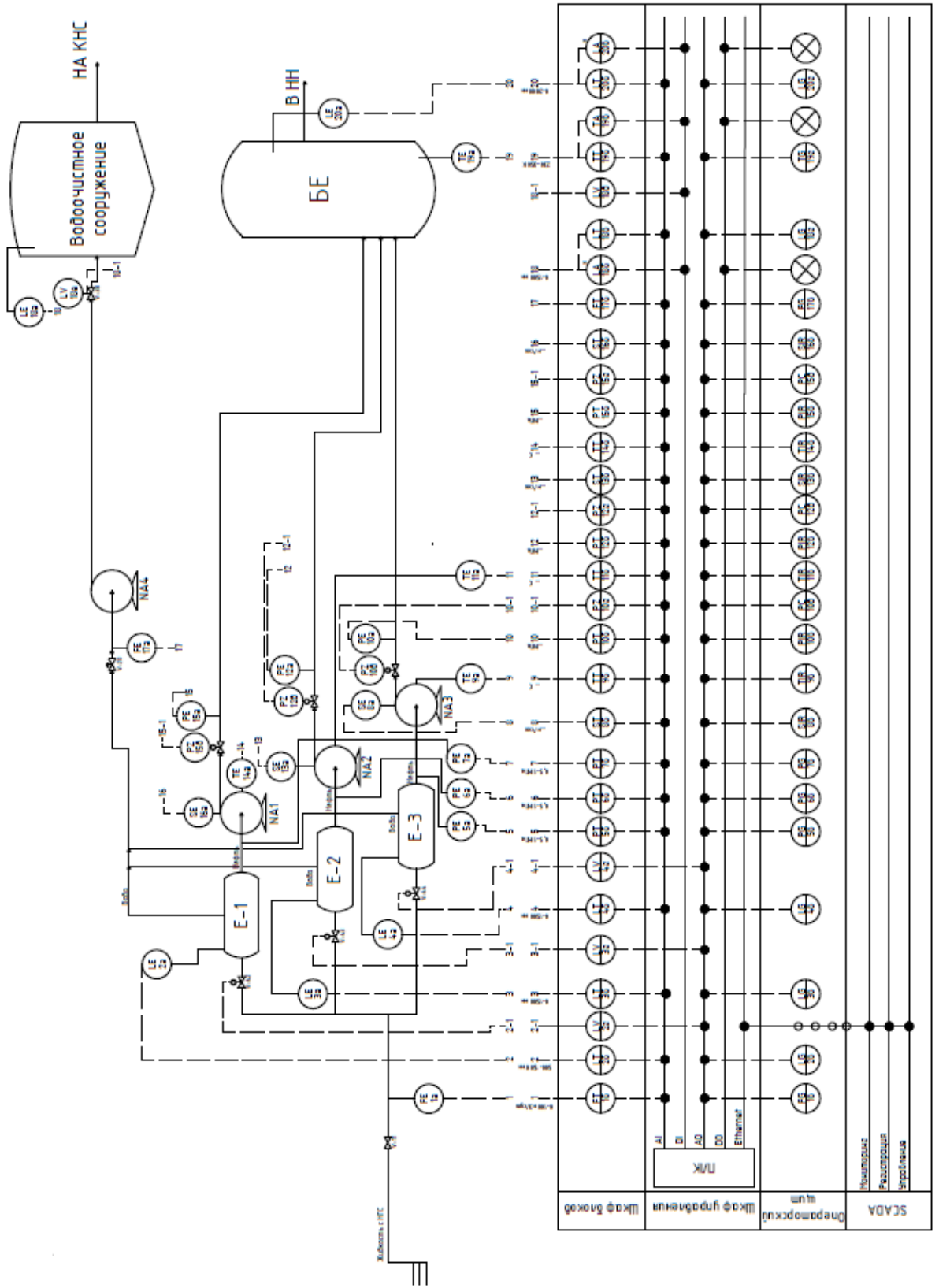
## Трёхуровневая структура





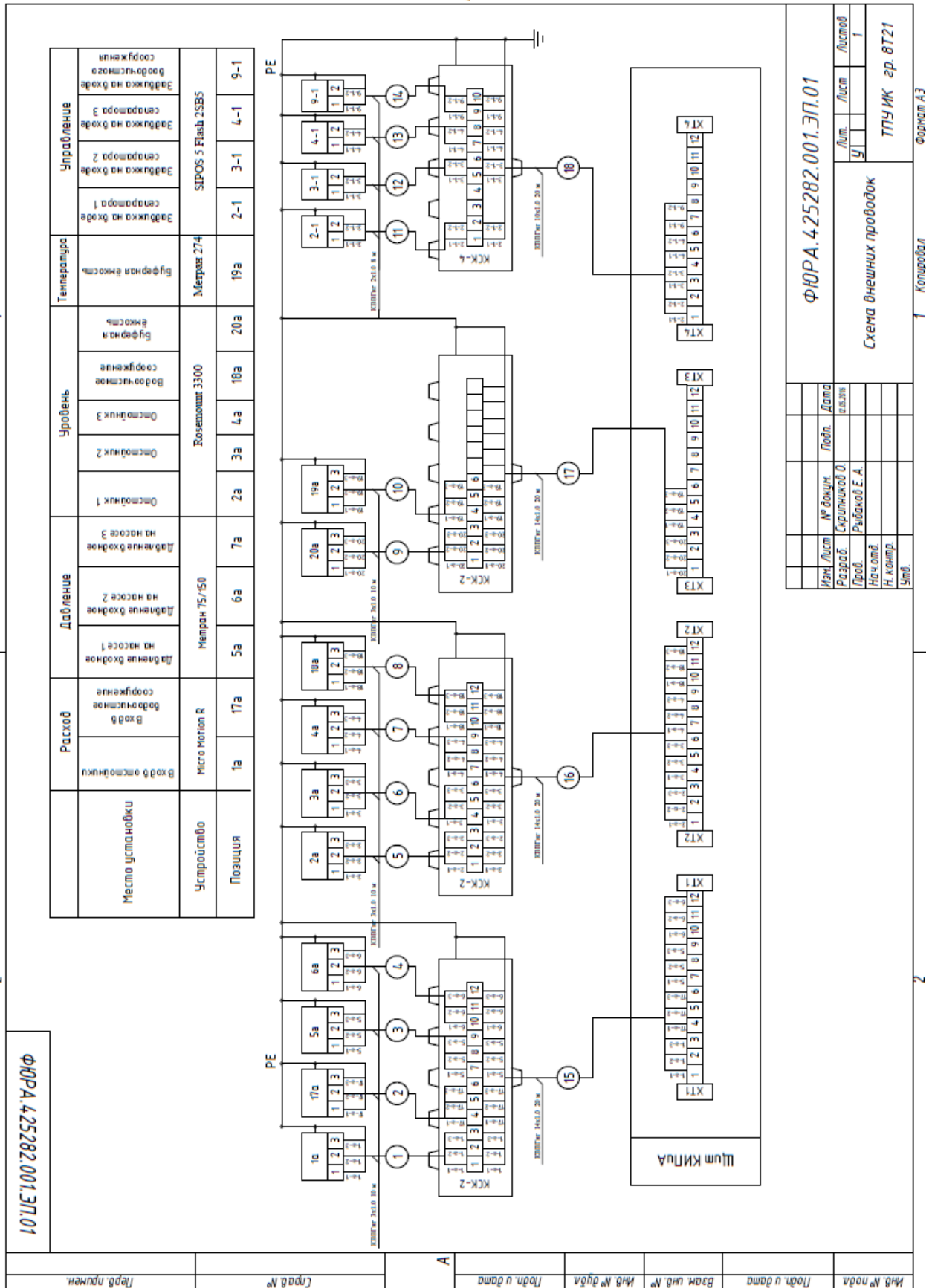
# Приложение В

## Функциональная схема автоматизации



# Приложение Г

## Схема соединения внешних проводов



ФЮРА.425282.001.ЭП.01

ФЮРА.425282.001.ЭП.01

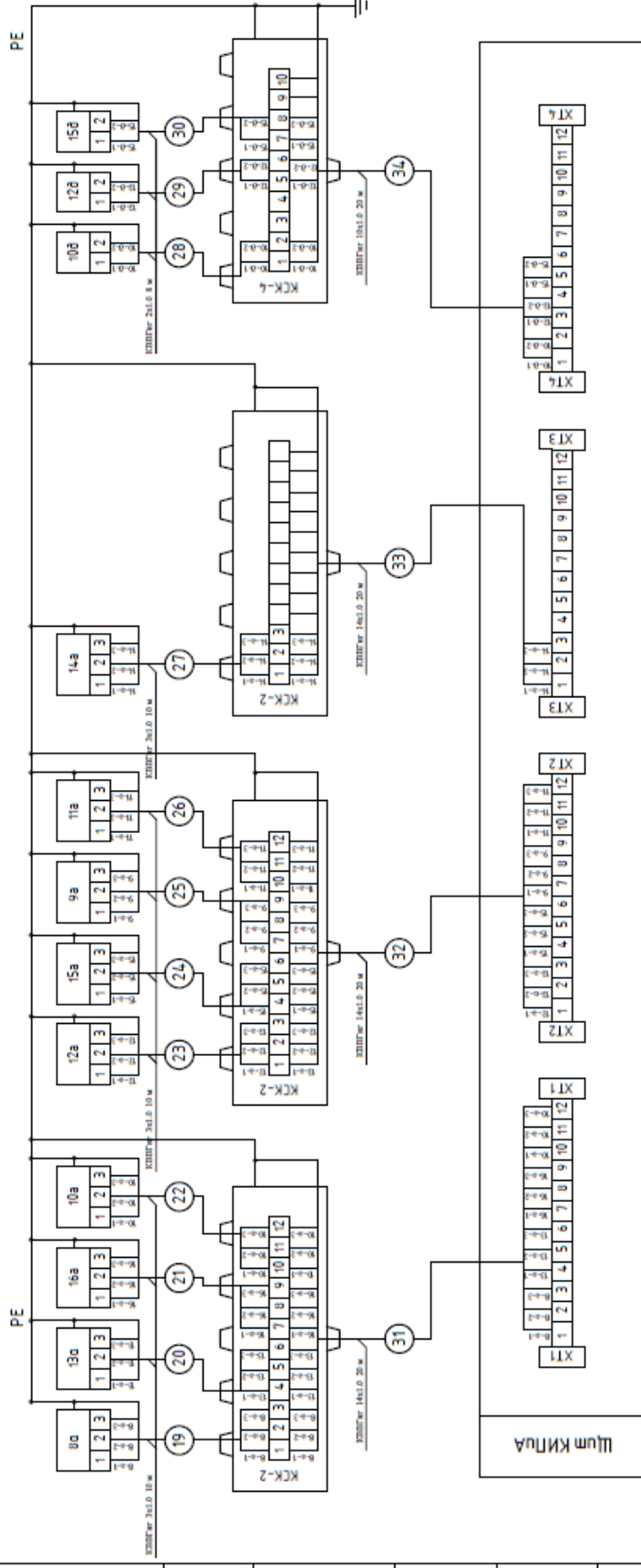
Схема внешних проводов

ТПУ ИК гр. 8Т21  
Формат А3

1 Коробка

ФЮРА.425282.001.ЭП.02

Место установки	Скорость			Давление			Температура			Управление		
	Насос 1	Насос 2	Насос 3	Давление на выходе насоса 1	Давление на выходе насоса 2	Давление на выходе насоса 3	Температура обмотки двигателя 1	Температура обмотки двигателя 2	Температура обмотки двигателя 3	Забивка на выходе насоса 1	Забивка на выходе насоса 2	Забивка на выходе насоса 3
Устройство	ДПМ 336-04			Мемран 15/150			Метрван 274			SIPROS 5 Flash 25BS5		
Позиция	8а	13а	16а	10а	12а	15а	9а	11а	14а	10б	12б	15б



Лист №	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист

ФЮРА.425282.001.ЭП.02

Изм. Лист № докум. Подп. Дата  
 Разраб. Скрипников Д. С.  
 Пров. Рыбачев Е. А.  
 Нач. отд. \_\_\_\_\_  
 Н. контр. \_\_\_\_\_  
 Умб. \_\_\_\_\_

Схема внешних проводок

ТПУ ИК гр. 8Т21

Формат А3

1 Копирагал

2