

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



Институт электронного обучения  
Направление подготовки 220700 Автоматизация технологических процессов и производств  
Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Модернизация системы автоматизированного управления дожимной насосной станцией на месторождении</b>

УДК 681.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Г22	Куранов А.В		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИКСУ	Журавлев Д.В	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента		К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ				

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2017 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



Институт электронного обучения  
 Направление подготовки 220700 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

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

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломной работы
------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т22	Куранов А.В

Тема работы:

Модернизация системы автоматизированного управления на дожимной насосной станции
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Дожимная насосная станция предназначена для сбора, сепарации, предварительного обезвоживания, учета и дальнейшей транспортировки нефти и попутного газа на центральные пункты сбора. Сырьем для ДНС является продукция скважин нефтяных месторождений в виде газожидкостной смеси.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Описание технологического процесса</li> <li>2 Выбор архитектуры АС</li> <li>3 Разработка структурной схемы АС</li> <li>4 Функциональная схема автоматизации</li> <li>5 Разработка схемы информационных потоков АС</li> <li>6 Выбор средств реализации АС</li> <li>7 Разработка схемы соединения внешних проводов</li> <li>8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС</li> <li>9 Разработка экранных форм АС</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio</li> <li>2 Перечень входных/выходных сигналов ТП</li> <li>3 Схема соединения внешних проводов, выполненная в Visio</li> <li>4 Функциональная схема автоматизации (ГОСТ 21.408–13 и ANSI/ISA–S 5.1–13)</li> <li>5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab</li> <li>6 Алгоритм мсбора данных измерений. Блок схема алгоритма</li> <li>7 Дерево экранных форм</li> <li>8 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта</li> <li>9 Обобщенная структура управления АС</li> <li>10 Схема информационных потоков</li> <li>11 Трехуровневая структура АС</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИКСУ		К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т22	Куранов А.В		

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

---

Институт электронного обучения  
Направление подготовки 220700 Автоматизация технологических процессов и производств  
Кафедра интегрированных компьютерных систем управления  
Уровень образования – дипломированный специалист  
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

дипломная работа
------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	2017г.
--	--------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.05.2017 г.	Основная часть	60
12.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
05.05.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИКСУ	Журавлев Д.В	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
ИКСУ		к.т.н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 102 страницы машинописного текста, 29 таблиц, 27 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований, 9 приложений.

Объектом исследования является ДНС.

Цель работы – разработка 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 промышленных контроллеров Siemens SIMATIC S7-300, с применением SCADA-системы Genesis32.

Разработанная система может применяться в системах управления и контроля, сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит сократить число аварий, увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений.

Ниже представлен перечень ключевых слов:

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, РЕЗЕРВУАРНЫЙ ПАРК, ПОДПОРНАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, КЛАПАН С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ, ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР (ПЛК), ПИД-РЕГУЛЯТОР, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

## Глоссарий

**автоматизированная система (АС):** это комплекс программных и аппаратных 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–232С, RS–422, RS–485, CAN):** это совокупность средств (технических, программных, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между пользователем и системой или между техническими устройствами;

**мнемосхема:** это представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ;

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

**интерфейс оператора:** это совокупность аппаратно–программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой;

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

**профиль АС:** Понятие «профиль» определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС. Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM (Open SystemEnvironment /ReferenceModel), предложена в ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000–3–12

**протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet):** это набор правил, позволяющий

осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами;

**технологический процесс (ТП):** последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов);

**техническое задание на АС (ТЗ):** Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы;

**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:** 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 программно–технические комплексы для распределенного автоматизированного управления технологическим объектом, многофункциональные);

**ОРС–сервер:** это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС;

**программируемый логический контроллер (ПЛК):** специализированное компьютеризированное устройство, используемое



для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода–вывода сигналов исполнительных механизмов и датчиков, приспособлены для длительной работы без серьёзного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени;

**объект управления:** обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий динамический процесс или устройство, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления;

**диспетчерский пункт (ДП):** центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства;

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

**автоматизированное рабочее место (АРМ):**

программно–технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA–системы;

**корпоративная информационная система (КИС):** Корпоративная информационная система – это масштабируемая система, предназначенная для комплексной автоматизации всех видов хозяйственной деятельности больших и средних предприятий, в том числе корпораций, состоящих из группы компаний, требующих единого управления;

**автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП):** комплекс технических и программных средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных

технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно законченный продукт;

**пропорционально–интегрально–дифференциальный (ПИД)**

**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;

**modbus:** это коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент–сервер».

## Обозначения и сокращения

**OSI (OpenSystemsInterconnection):** эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

**HMI (Human Machine Interface):** человеко–машинный интерфейс;

**PLC (Programmable Logic Controllers):** программируемые логические контроллеры (ПЛК);

**EEI (ExternalEnvironmentInterface):** интерфейс внешнего окружения;

**API (ApplicationProgramInterface):** интерфейс прикладных программ;

**OPC (Object Protocol Control):** OLE для управления процессами;

**SNMP (SimpleNetwork Management Protocol):** протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP;

**OLE (ObjectLinkingandEmbedding):** протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ;

**ODBC (OpenDataBaseConnectivity):** программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных);

**DIN (DeutschesInstitutfürNormung):** немецкий институт по стандартизации;

**ANSI/ISA (American National Standards Institute/ Instrument Society ofAmerica):** американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей;

**LAD (Ladder Diagram):** язык релейной (лестничной) логики;

**IP (International Protection):** степень защиты;

**ППЗУ:** программируемое постоянное запоминающее устройство;

**АЦП:** аналого–цифровой преобразователь;

**КМР:** клапан малогабаритный регулирующий;

**ЦАП:** цифро–аналоговый преобразователь;

**МККТТ:** международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии;

**РП:** резервуарный парк

**РВС:** резервуар вертикальный стальной;

**ДНС:** дожимная насосная станция;

**ПНС:** подпорная насосная станция;

**УУН:** узел учета нефти;

**КИПиА:** контрольно–измерительные приборы и автоматика;

**ПАЗ:** противоаварийная автоматическая защита;

**САР:** система автоматического регулирования;

**УСО:** устройство сопряжения, (связи) с объектом, устройство ввода/вывода.

## Содержание

Содержание .....	13
Введение .....	16
1 Техническое задание .....	18
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП .....	18
1.2 Назначение системы .....	18
1.3 Требования к автоматике ДНС .....	19
1.4 Требования к техническому обеспечению .....	21
1.5 Требования к метрологическому обеспечению .....	22
1.6 Требования к программному обеспечению .....	22
1.7 Требования к математическому обеспечению .....	23
1.8 Требования к информационному обеспечению .....	23
2 Основная часть .....	25
2.1 Описание технологического процесса .....	25
2.2 Выбор архитектуры АС .....	27
2.3 Разработка структурной схемы АС .....	30
2.4 Функциональная схема автоматизации .....	32
2.4.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-13 .....	33
2.4.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA .....	33
2.5 Разработка схемы информационных потоков ДНС .....	35
2.6 Выбор средств реализации ДНС .....	38
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования ДНС .....	38
2.6.2 Выбор датчиков .....	42
2.7 Нормирование погрешности канала измерения .....	46
2.8 Выбор исполнительных механизмов .....	47

2.9	Разработка схемы внешних проводов .....	50
2.10	Выбор алгоритмов управления АС ДНС .....	51
2.11	Алгоритм автоматического регулирования параметрами .....	54
2.12	Разработка программного обеспечения для ПЛК.....	58
2.13	Разработка экранных форм .....	59
2.13.1	Главное меню.....	60
2.13.2	Область видеокadra .....	60
2.13.3	Мнемознаки .....	61
3	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности .....	64
3.1	Потенциальные потребители результатов исследования .....	64
3.1.2	Анализ конкурентных технических решений .....	65
3.1.3	Технология QuaD .....	66
3.1.4	SWOT – анализ .....	67
3.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	69
3.2.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	69
3.2.2	Разработка графика проведения научного исследования .....	70
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.....	73
3.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	74
3.3.6	Накладные расходы.....	74
3.3.7	Формирование бюджета затрат проекта.....	75

4 Социальная ответственность .....	79
Введение.....	79
4.1 Профессиональная социальная безопасность .....	80
4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов.....	80
4.1.2 Анализ вредных факторов.....	80
4.1.3 Анализ опасных факторов.....	87
4.2 Экологическая безопасность.....	89
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	93
4.3.1 Пожарная безопасность .....	93
4.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности .....	94
4.4.1 Эргономические требования к рабочему месту.....	1
4.4.2 Окраска и коэффициенты отражения.....	95
4.4.3 Особенности законодательного регулирования проекта.....	96
Заключение .....	98
Список используемых источников.....	99
Приложение А Функциональная схема .....	101
Приложение Б Трехуровневая система АС .....	102
Приложение В Обобщённая структура управления АС .....	103
Приложение Г Структурная схема автоматизации.....	104
Приложение Д Функциональная схема автоматизации по ANSI .....	105
Приложение Е Схема информационных потоков.....	106
Приложение Ж Схема внешних проводок.....	107
Приложение З Структурная схема автоматического регулирования .....	108
Приложение И Мнемосхема АС ДНС .....	109

## Введение

Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. Первоначально осуществлялась лишь частичная автоматизация отдельных операций. В дальнейшем сфера применения автоматизации расширилась как на основные, так и на вспомогательные операции. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, наладкой аппаратуры и настройкой.

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

Все чаще в функции систем автоматизации входит автоматическая перенастройка оборудования при изменении условий работы с целью получения наиболее оптимальных, эффективных режимов работы установок. Увеличивается количество отдельных линий, цехов, установок и даже предприятий, работающих без участия обслуживающего персонала.

Различают следующие основные этапы автоматизации:

1. Частичная автоматизация, когда автоматизируются отдельные, не связанные друг с другом, механизмы или установки,



2. Комплексная автоматизация, при которой все операции технологического процесса согласованы друг с другом и выполняются автоматически по определенной заданной программе,

3. Полная автоматизация, когда автоматизируются как основные, так и вспомогательные операции. При этом предусматривается автоматический выбор оптимальных режимов работы машин и оборудования. На данном этапе широко применяется вычислительная техника, используются принципы кибернетики и оптимального управления.

Современный период технического развития характеризуется созданием и внедрением в промышленность автоматизированных систем управления (АСУ), промышленных роботов, а также гибких производственных систем, объединяющих производственные центры, манипуляторы и роботы, ЭВМ в единую систему, обеспечивающую резкое повышение технико-экономических показателей за счет возможности автоматической перенастройки оборудования в процессе работы для решения изменяющихся производственных задач, качества продукции и роста производительности труда.

Целью ВКР является систематизация и углубление теоретических и практических знаний в области проектирования автоматизированных систем объектов нефтегазовой отрасли, развитие навыков их практического применения, теоретических знаний при решении инженерных задач автоматизированного управления технологическим процессом в нефтегазовой отрасли.

## **1 Техническое задание**

### **1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП**

Главной целью создания АСУ ТП является разработка автоматизированной системы управления ДНС с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В ходе создания АСУ ТП необходимо обеспечить следующее:

- обеспечение транспортирования с заданной производительностью при минимальных эксплуатационных затратах;
- повышение надежности работы нефтепроводного транспорта и предотвращение аварийных ситуаций;
- обеспечение качества поставляемой нефти;
- сокращение потерь при транспортировании и хранении;
- сокращение (до минимума) времени и объема обслуживания и ремонта нефтепровода.

АСУ ТП реализуют следующие задачи:

- централизованный контроль и управление технологическими процессами перекачки нефти из местного диспетчерского пункта (МДП);
- централизованный контроль и управление из МДП технологическими процессами вспомогательных систем;
- обеспечение надежной работы оборудования технологических сооружений и предотвращения аварийных ситуаций;
- передача текущей информации в центральный диспетчерский пункт (ЦДП).

### **1.2 Назначение системы**

Дожимная насосная станция (ДНС) предназначена для сбора, сепарации, предварительного обезвоживания, учета и дальнейшей транспортировки нефти и попутного газа на центральные пункты сбора. Сырьем для ДНС является продукция нефтяных месторождений в виде газожидкостной смеси.

В состав ДНС входят:

- Установка предварительного отбора газа.
- Первая ступень сепарации нефти и газа.
- Установка предварительного сброса воды.
- Газовый сепаратор второй ступени
- Узлы учета газа.
- Оперативный узел учета нефти.
- Резервуарный парк водоочистных сооружений.
- Насосная станция откачки уловленной нефти.
- Насосная станция откачки очищенной пластовой воды.
- Система канализации.
- Реагентное хозяйство.
- Тепловые сети.
- Узел подготовки топливного газа.
- Воздушная компрессорная станция.

### **1.3 Требования к автоматике ДНС**

Система автоматики ДНС должна обеспечивать следующее:

- измерение:
  - 1) уровня нефти в буферной емкости;
  - 2) уровень жидкости в водоочистном сооружении;
  - 3) уровень жидкости в сепараторах первой ступени;
  - 4) уровень жидкости в отстойниках;
  - 5) температуры нефти в резервуаре;
  - 6) температуру газа на выходе ДНС;
  - 7) расход газа на выходе в ДНС;
  - 8) расход нефти на входе в ДНС;
  - 9) расход жидкости на входах сепараторов первой ступени;
  - 10) расход воды на входе очистителя;
  - 11) расход газа на входе компрессорной станции;

- 12) давление газа на выходе УПОГ;
  - 13) давление газа в газосепараторе;
  - 14) давление нефти на входе насосов;
  - 15) давление газа на входе компрессорной станции;
  - 16) разность давлений между газом с компрессора и УПОГ;
- контроль дискретных параметров:
- 1) верхнего уровня нефти в буферной емкости;
  - 2) низкого уровня нефти в буферной емкости;
  - 3) низкого и высокого значения температуры нефти в БЕ;
  - 4) высокого уровня давления в ГС;
  - 5) высокого уровня жидкости в НГС;
  - 6) высокого уровня воды в очистителе;
  - 7) состояния задвижек на входе БЕ.
- управление:
- 1) вентилем на входе ДНС;
  - 2) клапанами с электроприводом на входах НГС;
  - 3) вентилем на входе ГС;
  - 4) задвижкой на входе компрессорной станции;
  - 5) задвижками на входах отстойников;
  - 6) разницей давлений газа на выходе КС и УПОГ;
  - 7) задвижкой на входе водоочистного сооружения;
- индикацию:
- 1) измеряемых параметров на щите РСУ;
  - 2) измеряемых и расчётных параметров на дисплее АРМ оператора по запросу оператора;
  - 3) аварийных ситуаций на мнемосхеме с выдачей звукового сигнала аварии и пожара на ДНС;
- сигнализацию:
- 1) предупредительную верхнего и нижнего уровня нефти в резервуаре;

- 2) аварийную верхнего уровня нефти в резервуаре;
- 3) предупредительную и аварийную верхнего уровня воды в очистителе;
- 4) предупредительную и аварийную верхнего уровня жидкости в НГС;
- 5) предупредительную и аварийную верхнего уровня давления в ГС.
- 6) Предупредительную аварийную сигнализацию верхнего и нижнего значения температуры нефти в БЕ.

В диспетчерскую должна обеспечиваться выдача всей информации о работе ДНС.

#### **1.4 Требования к техническому обеспечению**

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и влажности не менее 90 % при температуре  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Программно-технический комплекс АС должен допускать возможность наращивания, модернизации и развития системы, а также иметь резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

Приборы, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует использовать оборудование с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать разделители сред.

Степень защиты технических средств от влаги и пыли должна быть не менее IP56.

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

- 1) срок службы не менее 12 лет.
- 2) время наработки на отказ не менее 150 тыс. час;

ПЛК должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с приборов, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с внешние барьеры искробезопасности так и, искробезопасными входными цепями, размещаемые в отдельном конструктиве.

Контроль уровня в емкостях с нефтью должен производиться не менее, чем тремя независимыми датчиками с сигнализацией верхнего предельного уровня не менее, чем от двух измерителей.

### **1.5 Требования к метрологическому обеспечению**

Для узла измерения давления нефти в трубопроводе использовать расходомеры на базе диафрагм. Основная относительная погрешность измерения расходомера должна составлять не более 1%.

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

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

Для узла измерения уровня нефти в сепараторе использовать радарный импульсный уровнемер. Основная погрешность измерения уровня должна составлять не более 0,125%.

### **1.6 Требования к программному обеспечению**

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

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

Набор функций конфигурирования должен включать в себя:

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

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя универсальные и технологические языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту ИЕС 61131-13.

Базовое прикладное ПО должно выполнять стандартные функции соответствующего уровня АС (опрос, измерение, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

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

### **1.7 Требования к математическому обеспечению**

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

### **1.8 Требования к информационному обеспечению**

По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;

- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.
- В состав информационного обеспечения должны входить:
  - распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
  - унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;
  - средства управления и ведения базами данных.



## 2 Основная часть

### 2.1 Описание технологического процесса

Функциональная схема ДНС приведена в приложении А.

Дожимная насосная станция (ДНС) предназначена для приема газожидкостной смеси добывающих скважин, отделения и утилизации попутного газа и дальнейшего транспорта дегазированной сырой нефти. Нефтегазосодержащая жидкость со скважин, по системе нефтесборных коллекторов, поступает на установку предварительного отбора газа (УПОГ), где происходит отбор до 26-40 % свободного газа. С установки предварительного отбора газа (УПОГ), а также по байпасному трубопроводу, жидкость поступает в три нефтегазосепаратора. Уровень жидкости в нефтегазосепараторах находится в пределах 40 – 50 %.

Отделившийся газ из нефтегазосепараторов по трубопроводу поступает в газосепаратор для очистки от капельной жидкости. Отсепарированный газ по трубопроводу через узел регулирования подается на прием компрессорной станции. Остаток газа, после забора на КС, через узел замера и регулирования сбрасывается на ГПЗ. Для аварийной или плановой остановки газосепаратора, существует байпасный трубопровод, по которому газ из нефтегазосепараторов и УПОГ подается на узел регулирования и замера, минуя газосепаратор. Отделившаяся капельная жидкость из газосепаратора по трубопроводу сбрасывается через узел регулирования уровня в газосепараторе в трубопровод подачи жидкости с первой ступени сепарации нефти и газа на установку предварительного сброса воды.

Пластовая вода из отстойников по трубопроводам поступает на водоочистное сооружение для очистки от взвешенных частиц и нефтепродуктов.

Частично подготовленная нефть из отстойников по трубопроводу поступает в буферную емкость.

При помощи необходимых переключений на установке предварительного сброса воды, отстойник может работать в технологическом режиме по следующей схеме: водонефтяная эмульсия из нефтегазосепараторов по двум трубопроводам поступает в 2 отстойника для отделения нефти от пластовой воды. Нефть обводненностью до 20 % из предварительных отстойников по трубопроводу поступает в технологический отстойник. Пластовая вода из двух предварительных и технологического отстойников через узел регулирования межфазного уровня в отстойниках по двум трубопроводам поступает на водоочистные сооружения. Из технологического отстойника частично подготовленная нефть с обводненностью до 6 % по трубопроводу поступает в буферную емкость.

Частично подготовленная нефть из буферной емкости по трубопроводу поступает на прием насосов внешней перекачки и откачивается через оперативный узел учета по трубопроводу в напорный нефтепровод. Давление в начальной точке трубопровода после регулирующих клапанов узла учета нефти поддерживается в пределах 3-7 кгс/см<sup>2</sup>.

Пластовая вода с водоочистных сооружений после очистки по трубопроводу поступает на прием насосов пластовой воды. С выкида насосов пластовая вода с остаточным содержанием нефтепродуктов по 2 трубопроводам под давлением 3-5 кгс/см<sup>2</sup> через узел учета пластовой воды подается на кустовую насосную станцию.

При отключении электроэнергии нефть с буферной емкости под давлением 1,6-2,0 кгс/ см<sup>2</sup> по трубопроводу через узел регулирования уровня в буферной емкости подается на концевую сепарационную установку (КСУ) для полной дегазации. Газ с концевой сепарационной установки сбрасывается по трубопроводу на факел для сжигания.

Разгазированная нефть с концевых сепараторов по трубопроводу поступает на хранение. Запас свободной емкости 10.000 м<sup>3</sup> для заполнения нефтью составляет двое суток.

При восстановлении подачи электроэнергии частично подготовленная нефть из РВС-10.000 м<sup>3</sup> откачивается насосами внешней перекачки через оперативный узел учета на ЦТП.

При аварийных или плановых остановках аппаратов жидкость из них сбрасывается по трубопроводу в аварийную емкость. С аварийной емкости жидкость откачивается погружными насосами в трубопроводы сброса пластовой воды с УПСВ на водоочистные сооружения.

## 2.2 Выбор архитектуры АС

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

- повышение качества оборудования АС;
- снижение трудоемкости проектов АС;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач информационных систем.

Профили АС включают в себя следующие группы:

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

В качестве профиля прикладного ПО будет использоваться открытая и готовая к использованию SCADA-система Infinity. Профиль среды АС будет базироваться на операционной системе Windows XP. Профиль защиты информации будет включать в себя стандартные средства

защиты Windows. Профиль инструментальных средств будет основываться на среде Open PCS.

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

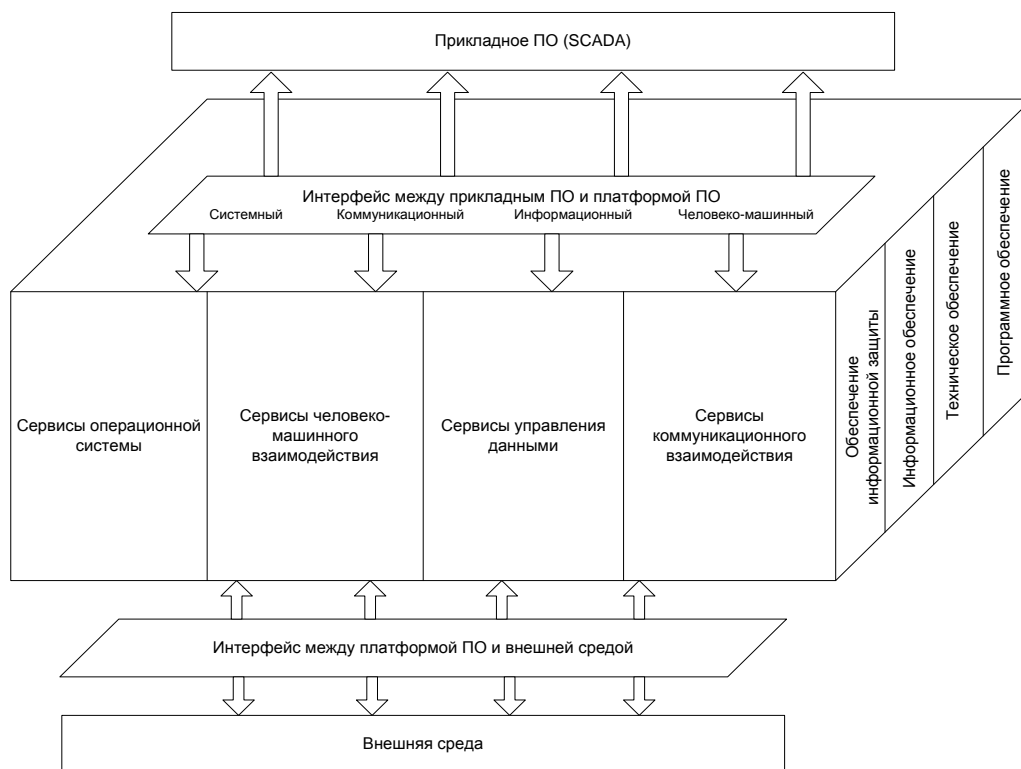


Рисунок 1 – Концептуальная OSE/RM модель ПО АС ДНС

Как видно из рисунка 1, концептуальная модель архитектуры OSE/RM предусматривает разбиение ПО на три уровня:

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

Уровни связываются (взаимодействуют) между собой через интерфейсы.

Внешней средой АС является полевой уровень АС.

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

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

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

Текущие стандарты:

- OPC AE (Alarms&Events), предоставляющий функции уведомления по требованию о различных событиях;
- OPC DA (DataAccess), описывающий набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК и другими устройствами;
- OPC DX (DataExchange), предоставляющий функции организации обмена данными между OPC-серверами через сеть Ethernet;
- OPC Security;
- OPC XML-DA, предоставляющий гибкий, управляемый правилами формат обмена данными через Intranet-среду.

На рисунке 2 приведена структура OPC - взаимодействий SCADA ДНС.

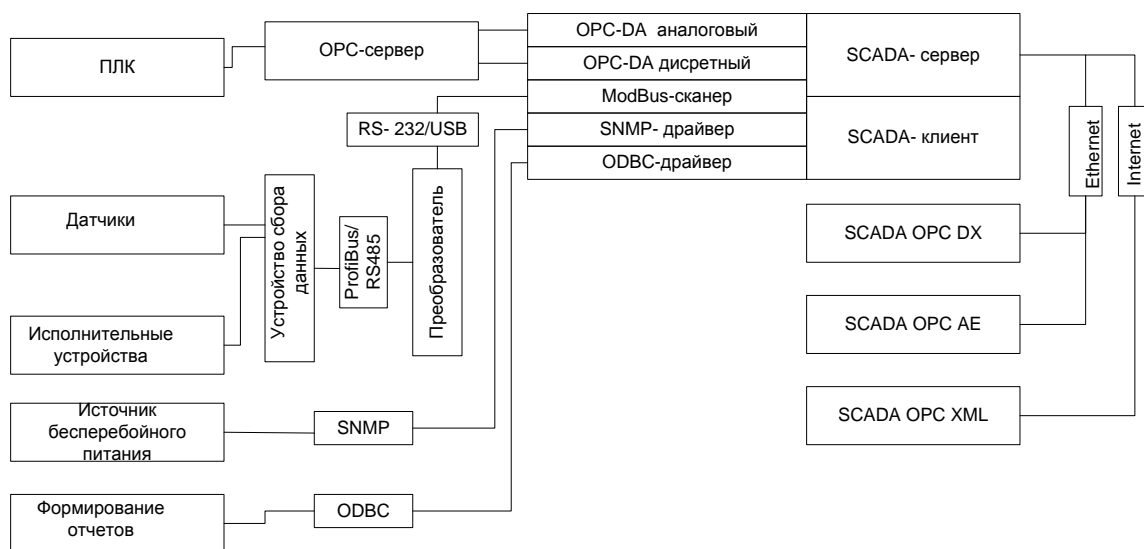


Рисунок 2 – Структура OPC-взаимодействий SCADA ДНС

## 2.3 Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является ДНС, структурные схемы разрабатывают при проектировании автоматизированной системы на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с АС управления технологическим процессом.

Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой.

Трёхуровневая структура АС представлена в приложении Б.

Нижний уровень – уровень технологического объекта

На нижнем уровне выполняется:

сбор и первичная обработка информации по учету и контролю количества воды;

– сбор и первичная обработка технологической информации, поступающей от датчиков и измерительных преобразователей;

– ретрансляция информации, поступающей от контроллеров, встроенных в блоки управления технологических агрегатов и установок;

– управление технологическим процессом на основе собранной технологической информации и команд, поступивших со среднего уровня управления или от оператора-технолога;

– обмен информацией (прием и передача) со средним уровнем управления;

– автоматическое тестирование элементов местной автоматики и контроллеров блоков управления.

Средний уровень – уровень диспетчерского пункта

Система управления нижнего уровня включает в себя приборы измерения и контроля, преобразователи, ПЛК и ЛСА, контролирующие станцию управления ДНС. Для связи со средним уровнем управления применяется оборудование широкополосного доступа.

На среднем уровне выполняется:

- сбор и концентрация информации о ходе технологического процесса, от контроллеров и станций нижнего уровня управления;

- сбор и концентрация информации по учету и контролю количества и сопутствующих воды от контроллеров и станций нижнего уровня управления;

- индикация и регистрация информации, реализация диалога со специалистами нефтегазодобывающего предприятия (организация АРМ);

- внутренняя обработка и хранение информации, формирование базы данных;

- формирование и передача на нижний уровень управляющих воздействий по поддержанию заданных технологических режимов;

- составление оперативных сводок, отчетных и справочных документов;

- передача информации на верхний уровень управления.

Верхний уровень находится в центральном диспетчерском пункте.

Он и предназначен для контролирования руководством работы операторов добычи и производственных служб нижнего уровня.

На верхнем уровне выполняется:

- Учет и контроль выполнения плановых заданий производственными подразделениями предприятия;

- моделирование процессов и разработка оптимальных технологических режимов;

- оптимальное распределение и рациональное использование ресурсов;

- анализ простоев оборудования и учет потерь;

- сведение материальных балансов и анализ удельных затрат;

- расчеты текущего плана производства и плановых заданий подразделениям предприятия, обеспечивающих оптимальное

использование капитальных вложений, материальных и трудовых ресурсов;

– управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования.

Структурная схема АС представлена в приложении В.

## **2.4 Функциональная схема автоматизации**

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации.

Вся система управления показывается в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

– задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;

– задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;

– задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.



В соответствии с заданием разработаны два варианта функциональных схем автоматизации:

– по ГОСТ 21.404-14 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-13 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов»;

– по Стандарту американского общества приборостроителей ANSI/ISA S5.1. «Instrumentation Symbols and Identification».

#### **2.4.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-13**

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ГОСТ 21.404–14 и приведена в приложении Г. На схеме выделены 3 контура управления электродвигателями по уровню на отстойниках Е-1, Е-2, Е-3. Кроме этого есть контур управления задвижкой по уровню с аварийной сигнализацией по верхнему уровню на водоочистном сооружении.

На объекте измеряются следующие параметры: расход воды на насосе, расход обводненной нефти на входе УПСВ, давление нефти в трубопроводе с отстойников, уровень нефти в буферной емкости с сигнализацией по верхнему и нижнему уровням, температура нефти в буферной емкости с сигнализацией по верхнему и нижнему уровням.

На объекте предусмотрено ручное, дистанционное управление задвижками на буферной емкости.

Все измеряемые технологические параметры отображаются с помощью приборов индикации в щитовой.

#### **2.4.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA**

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ANSI/ISA S5.1 и приведена в приложении Д. Для разработки

функциональной схемы автоматизации по ANSI/ ISA была выбрана УПСВ. Согласно этой схеме осуществляются следующие операции:

- управление электрозадвижками на отстойниках по уровню, индикация на щите РСУ и в SCADA;

- измерение расхода обводненной нефти на входе УПСВ, его индикация и регистрация на щите РСУ с возможностью мониторинга в SCADA;

- измерение расхода воды на насосе, его индикация на щите РСУ и регистрация в SCADA на экране оператора;

- измерение давления обезвоженной нефти на насосах, его индикация на щите РСУ и регистрация в SCADA на экране оператора;

- управление состоянием задвижки на водоочистном сооружении по уровню, сигнализация о превышения верхнего предельного значения уровня в резервуаре, индикация на щите РСУ и регистрация в SCADA на экране оператора;

- измерение температуры нефти в БЕ, ее индикация на щите РСУ, регистрация в SCADA на экране оператора и сигнализация о превышении верхнего и нижнего предельного значения температуры;

- измерение уровня нефти в буферной емкости, индикация в щите РСУ и SCADA, сигнализация по верхнему и нижнему уровню нефти в БЕ.

- измерение расхода обводненной нефти на входе УПСВ, его индикация и регистрация на щите РСУ с возможностью мониторинга в SCADA;

- дистанционное ручное управление задвижками на БЕ с щита РСУ и со SCADA, индикация состояния положения задвижки в щите РСУ и в SCADA.

Все контуры управления, за исключение ДУ задвижками на БЕ, являются конурами автоматизированного управления, т.к. оператор имеет возможность вмешаться в ход технологического процесса.

## 2.5 Разработка схемы информационных потоков ДНС

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

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

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они включают в себя данные аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании.

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является как приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. Другими словами, она выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к графическим экранным формам АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Сигналы между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet.

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

- значение расхода жидкости в трубе на входе УПСВ, м<sup>3</sup>/сут,
- значение уровня жидкости в отстойниках, мм,
- давление на входе насосов, МПа,
- значение расхода воды на входе насоса, м<sup>3</sup>/сут,
- уровень воды в водоочистном сооружении, мм,
- значение температуры нефти в БЕ, °К,
- значение уровня нефти в БЕ, мм,
- дискретное значение состояния задвижки на входе БЕ, откр/закр,

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

AAA\_BBB\_C\_DDD, где:

- AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:
  - DAV– давление;
  - TEM– температура;
  - FLW – поток;
  - URV– уровень;
  - STT – состояние задвижки откр/закр;
- BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
  - ТВ0 – трубопровод0 на входе УПСВ;
  - ТВ1 – трубопровод1;
  - ТВ2 – трубопровод2;
  - ТВ3 – трубопровод3;
  - ВФС – буферная емкость;
  - VL1 – задвижка1;
  - VL2 – задвижка2;
  - ТА1 – задвижка3;
  - ТА2 – задвижка3;
- C – тип сигнала, 1 символ:
  - А – аналоговый;
  - D – дискретный;
- DDD – примечание, не более 3 символов:
  - СTR – регулирование;
  - АНН – верхняя аварийная сигнализация;
  - АWH – верхняя предупредительная сигнализация;
  - ALL – верхняя аварийная сигнализация;
  - AWL – нижняя предупредительная сигнализация.

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

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 1

Таблица 1 – Кодировка всех сигналов в SCADA-системе

Кодировка	Расшифровка кодировки
URV_WTR_A	уровень воды в очистном сооружении
URV_WTR_D_AHH	Верхний предельный уровень воды в ВС
URV_WTR_D_AWH	Верхний допустимый уровень воды в ВС
URV_BFC_A	Уровень нефти в БЕ
URV_BFC_D_AHH	Верхний предельный уровень нефти в БЕ
URV_BFC_D_AWH	Верхний допустимый уровень нефти в БЕ
URV_BFC_D_AWL	Нижний допустимый уровень нефти в БЕ
TEM_BFC_A	Температура нефти в БЕ
TEM_BFC_D_AHH	Верхнее предельное значение температуры нефти в БЕ
TEM_BFC_D_AWH	Верхнее допустимое значение температуры нефти в БЕ
TEM_BFC_D_ALL	Нижнее предельное значение температуры нефти в БЕ
TEM_BFC_D_AWL	Нижнее допустимое значение температуры нефти в БЕ
FLW_TB0_A	Расход жидкости на входе УПСВ
FLW_TB4_A	Расход воды на входе насоса NA4
DAV_TB1_A	Давление на входе насоса NA1
DAV_TB2_A	Давление на входе насоса NA2
URV_TA1_A	Уровень жидкости в отстойнике Е-1
URV_TA2_A	Уровень жидкости в отстойнике Е-2
STT_VL1_D	Состояние задвижки 1 на входе БЕ
STT_VL2_D	Состояние задвижки 2 на входе БЕ

Верхний уровень представлен базой данных КИС и базой данных АСУ ТП. Информация для специалистов структурируется наборами экранных форм АРМ. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы. На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате XML. Генерация отчетов выполняется по следующим расписаниям:

- каждый четный / нечетный час (двухчасовой отчет);
- каждые сутки (двухчасовой отчет в 24.00 каждых суток);

- каждый месяц;
- сводка по текущему состоянию оборудования;
- по требованию оператора (оперативный отчет).

Отчеты формируются по заданным шаблонам:

- сводка текущих измерений.

Историческая подсистема АС сохраняет информацию изменений технологических параметров для сигналов с заранее определенной детальностью. Сохранение данных в базе данных происходит при помощи модуля истории Genesys 32. Данные, хранящиеся более 3 месяцев, прореживаются для обеспечения необходимой дискретности.

## **2.6 Выбор средств реализации ДНС**

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

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

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач логических операций и вычисления.

### **2.6.1 Выбор контроллерного оборудования ДНС**

В основе системы автоматизированного управления ДНС, а в частности системы автоматизированного управления УПСВ, будем использовать два ПЛК Siemens SIMATIC S7-300 (рисунок 3). Связь между

локальным контроллером и контроллером верхнего уровня (коммуникационным) осуществляется на базе интерфейса Ethernet.



Рисунок 3 – Контроллер Siemens SIMATIC S7-300

Siemens SIMATIC S7-300 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Модульная конструкция SIMATIC S7-300, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. Эффективному применению контроллеров Siemens SIMATIC S7-300 способствует: возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей, и коммуникационных процессоров.

Контроллеры Siemens SIMATIC S7-300 имеют модульную конструкцию и могут включать в свой состав:

- Модули блоков питания (PS);

- Функциональные модули (FM);
- Коммуникационные процессоры (CP);
- Интерфейсные модули (IM).

Все модули работают с естественным охлаждением.

Выбранный ПЛК (Siemens SIMATIC S7-300 с процессорным модулем CPU315-2 PN/DP) удовлетворяет следующим параметрам:

- Периферийные устройства (дисплей, принтер): не используются.
- УСО ввода/вывода: 8 каналов ввода аналоговых сигналов и 1 канал вывода аналоговых сигналов (модуль ввода/вывода SM 334), 4 канала ввода дискретных сигналов (модуль ввода/вывода SM 323) (все унифицированные токовые сигналы).
- Алгоритмы управления включают в себя битовые и числовые операции.
- Общий объем манипуляций для одного ПЛК: не менее 100 команд.
- Управление ПЛК: по прерываниям, по готовности или по командам человека. Необходимо управлять как минимум одним устройством.
- Питания контроллера: напряжение 230В от сети переменного тока.
- Контроль и управление следующих типов I/O-устройств: сенсоры (температура, давление, уровень, вибрация).
- Отказоустойчивость источник напряжения: высокой.
- Возможность ПЛК работы при напряжении сети питания технологической площадки: есть.
- Удерживание напряжения в узком фиксированном диапазоне изменений: есть.
- Рабочий ток: 140 мА.
- Возможность работы контроллера от сети: есть.



- Возможность работы контроллера от батарей: есть.
- Время работы батареи без перезарядки: не менее 24 часов в рабочем режиме и не менее 12 при работе в режиме ожидания.
- Ограничения по размеру, весу, эстетическим параметрам: нет.
- Пользовательское программное обеспечение базируется на: флеш-памяти (Flash EPROM). АС работает в режиме реального времени и для этого необходимо приобрести ядро программ реального времени.
- Для развития собственного ядра программ персонала и времени: не достаточно.
- Степень защиты – IP-65 по ГОСТ 14254-13 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)».

Блок-схема УСО ПЛК представлена на рисунок 4.

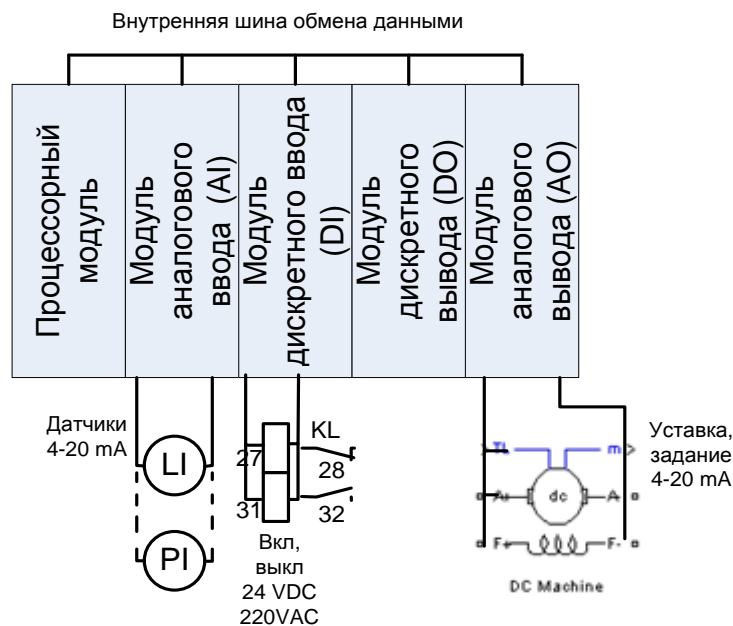


Рисунок 4 – Блок-схема УСО ПЛК

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

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

Технические параметры		Значение
Минимальное время выполнения	логических операций/ операций со словами	0,1/0,2 мкс

	арифметических операций фиксированной/плавающей точкой	с 2/3 мкс
Типы интерфейсов		RS 485, PROFINET, Ethernet
Напряжение питания	номинальное	=24В
	допустимое	20,4...28,8 В
Потребляемый ток	холостой ход	100 мА
	Номинальный	0,8 А
	Пусковой	2,5 А
Потребляемая мощность		3,5 Вт
Габариты ШхВхГ (мм)		80x125x130
Масса (кг)		0,46
Диапазон рабочих температур		-40...+70 °С

Выбор данной модели контроллера объясняется его архитектурой и характеристиками: возможность увеличения количества портов ввода/вывода, большое разнообразие модулей практически для любых назначений. Наличие собственной среды для разработки ПО делает работу с ним проще и удобнее. Данный контроллер удовлетворяет требованиям по временным характеристикам отработки воздействий. Контроллер и его модули хорошо зарекомендовали себя на производстве.

## 2.6.2 Выбор датчиков

### 2.6.2.1 Выбор датчика давления

Для измерения этого параметра выбирается датчик Rosemount 3051С. Преобразователь с сенсорным модулем на базе емкостной ячейкой для измерения разности давлений, избыточного, абсолютного давлений с верхними пределами измерений от 0,025 до 27580 кПа.

Улучшенный дизайн и компактная конструкция. Поворотный электронный блок и ЖКИ. Высокая перегрузочная способность. Защита от переходных процессов. Внешняя кнопка установки "нуля" и диапазона. Непрерывная самодиагностика.

## Rosemount 3051C

Измеряемые среды Газ, жидкость, в т.ч. нефтепродукты, пар

Диапазон измеряемых давлений	0,025 - 27580 кПа
Выходные сигналы	4-20 мА с Hart-протоколом;
Основная допустимая погрешность	±0,5%;
Перенастройка диапазона	150:1
Температура окр. среды	-40 ... +80 °С
IP (Степень защиты от воздействия пыли и влаги)	IP66
Поворот корпуса/ поворот ЖКИ	±180° / ±360°



Рисунок 5 – Внешний вид датчика давления Rosemount 3051C

### 2.6.2.2 Выбор расходомера

Для измерения расхода воды выбираем электромагнитный расходомер Rosemount 8700

Измеряемые среды	жидкость
Пределы основной относительной	±0,25% - стандартное исполнение; ±0,15% - высокоточная калибровка
Выходные сигналы	4-20 мА с Hart-протоколом;
Основная допустимая погрешность	±0,5%;
Диаметр условного прохода	от 4 до 900
Давление измеряемой среды	0,05...40,00 МПа
Температура окр. среды	-40 ... +80 °С
IP (Степень защиты от воздействия пыли и влаги)	IP66



Рисунок 6 – Внешний вид расходомера Rosemount 8700

### 2.6.2.3 Выбор датчика температуры

Интеллектуальные преобразователи температуры (ИПТ) Метран-280 предназначены для точных измерений температуры в составе автоматических систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Использование ИПТ допускается в нейтральных, а также агрессивных средах, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.



Рисунок 7 – Внешний преобразователя температуры Метран-280

Связь ИПТ Метран-280 с АСУ ТП осуществляется:

- по аналоговому каналу - передачей информации об измеряемой температуре в виде постоянного тока 4-20 мА;

- по цифровому каналу - в соответствии с HART-протоколом.

Для передачи сигнала на расстояние используются 2-х-проводные токовые линии.

- Высокая точность

- Высокая стабильность метрологических характеристик
- Выходной сигнал 4-20 мА/HART
- Цифровая передача информации по HART-протоколу
- Использование 2-х-проводных токовых линий для передачи

сигналов

- Дистанционное управление и диагностика
- Межповерочный интервал 2 года
- Модернизированные ИПТ Метран-280-1
  - o гальваническая развязка входа от выхода;
  - o повышенная защита от электромагнитных помех;
  - o программируемые уровни аварийных сигналов и насыщения;
  - o конструктив электронного преобразователя обеспечивает высокую надежность при длительной эксплуатации;
  - o сокращен минимальный поддиапазон измерений
- По специальному заказу изготавливаются преобразователи

температуры Метран-288-1, -288-2:

- o диапазон измеряемых температур -50...1200°C;
- o основная приведенная погрешность  $\pm 0,15\%$  в диапазоне 500...850°C

#### 2.6.2.4 Выбор уровнемера

Для измерения уровня жидкости в резервуаре применяется волноводный уровнемер Rosemount-5300 с выходом по току 4-20мА.

Изменяемые среды	жидкость, в т.ч. нефтепродукты,
Диапазон измеряемых давлений	0,1 - 50 м
Выходные сигналы	4-20 мА с Hart-протоколом;
Основная допустимая погрешность	$\pm 0,5\%$ ;
Перенастройка диапазона	150:1
Температура окр. среды	-40 ... +80 °C
IP (Степень защиты от воздействия пыли и влаги)	IP66



Рисунок 8 – Внешний вид уровнемера Rosemount-5300

Уровнемеры Rosemount серии 5300 обладают высокой чувствительностью, обусловленной усовершенствованной обработкой сигнала и высоким отношением сигнала к уровню помех, что позволяет работать в условиях помех различного происхождения.

## 2.7 Нормирование погрешности канала измерения

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации».

В качестве канала измерения выберем канал измерения датчиком давления.

Расчет допустимой погрешности измерения датчика давления производится по формуле

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2)},$$

где  $\delta = 0,5\%$  – требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95;

$\delta_2$  – погрешность передачи по каналу измерений;

$\delta_3$  – погрешность, вносимая АЦП;

$\delta_4$  и  $\delta_5$  и  $\delta_6$  – дополнительные погрешности, вносимые соответственно окружающей температурой, вибрацией и сопротивлением нагрузки.

Погрешность, вносимая 12-и разрядным АЦП, была рассчитана следующим образом:

$$\delta_3 = \frac{(1 * 100)}{2^{12}} = 0,024\%$$

Погрешность передачи по каналу измерений устанавливается рекомендациями [6]:

$$\delta_2 = \frac{0.5 \cdot 13}{100} = 0,065\%$$

При расчете были учтены дополнительные погрешности, вызванные влиянием:

- температуры окружающего воздуха;
- вибрации;
- сопротивление нагрузки

Дополнительная погрешность, вызванная температурой окружающего воздуха, была установлена согласно рекомендации [6] (33%):

$$\delta_4 = \frac{0.5 \cdot 33}{100} = 0,165\%$$

Дополнительная погрешность, вызванная вибрацией (9%):

$$\delta_5 = \frac{0.5 \cdot 9}{100} = 0,045\%$$

Дополнительная погрешность, вызванная сопротивлением нагрузки (3%):

$$\delta_6 = \frac{0.5 \cdot 3}{100} = 0,015\%$$

Следовательно, допускаемая основная погрешность датчика температуры не должна превышать:

$$\delta_1 \leq \sqrt{0.5^2 - (0.065^2 + 0.024^2 + 0.165^2 + 0.045^2 + 0.015^2)} = 0.464 \%$$

В итоге видно, что основная погрешность выбранного датчика давления не превышает допустимой расчетной погрешности. Следовательно, прибор пригоден для использования.

## 2.8 Выбор исполнительных механизмов

Исполнительным устройством (ИУ) называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее

воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа (РО).

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – оптимизации и (или) стабилизации качества регулируемой величины.

Исполнительным устройством в проектируемой системе являются задвижки, оснащенные электроприводами, стоящие на всасывающих и нагнетательных трубопроводах.

В качестве способа регулирования расхода будем использовать метод дросселирования (рисунок 9).

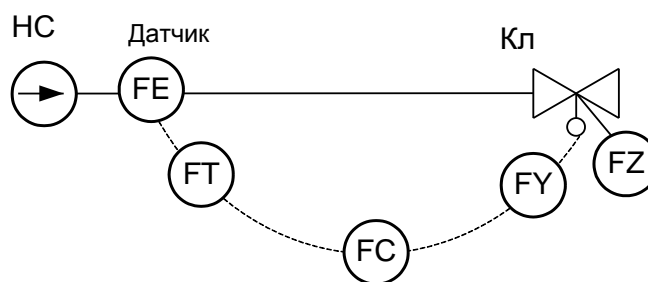


Рисунок 9 – Управление расходом посредством дросселирования:

Для управления задвижками используются взрывозащищенные электроприводы ELESYB V-01-L-4,5-18000, которые можно крепить к арматуре 100мм.



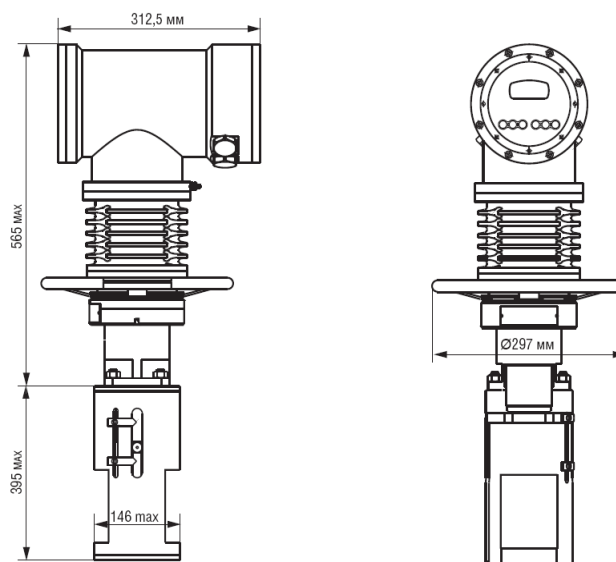


Рисунок 10 – Внешний вид привода V-01-L-4,5-18000

Максимальное усилие на маховике ручного дублера, Н	80
Выходные сигналы	4-20 мА с Hart-протоколом;
Срок службы, лет	30
Маркировка взрывозащиты	1ExdПВТ4
Температура окр. среды	-40 ... +30 °С
IP (Степень защиты от воздействия пыли и влаги)	IP66

Для регулирования потока воды на напорных линиях применяются мощные приводы в исполнении ELESYB V-01-L-4,5-18000. Для управления потоком на всасывающих линиях используются менее мощные приводы в исполнении VH.10-XX, отличия которого от первого варианта отражены в таблице 7.

Таблица 3 – Отличительные характеристики электропривода ELESYB-VH.10-00

Номинальный крутящий момент на выходном звене, Нм	900
Номинальная частота вращения выходного звена, об/мин.	1,80
Мощность электродвигателя, кВт	0,25
Масса, кг	43

Регулирующий клапан показан на рисунок 12.



Рисунок 11 – Клапан КМР ЛГ с позиционером Sipart PS2 и фильтром

Максимальное усилие на маховике ручного дублера, Н	80
Выходные сигналы	4-20 мА с Hart-протоколом;
Срок службы, лет	30
Маркировка взрывозащиты	1ExdПВТ4
Температура окр. среды	-40 ... +30 °С
IP (Степень защиты от воздействия пыли и влаги)	IP66

## 2.9 Разработка схемы внешних проводок

Схема соединений внешних проводок выполнена в соответствии с ГОСТ 21.409-13, РМ 4-6-92 – это комбинированная схема, на ней изображены электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом, инженерном оборудовании и коммуникациях, вне щитов и на щитах, а также связи между щитами, пультами, комплексами или отдельными устройствами комплексов. Эта схема показывает соединения составных частей изделия (установки) и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.).

Схема внешней проводки приведена в приложении Ж. Первичные и внештатные приборы включают в себя уровнемер Rosemount-5300, датчик расхода Rosemount 8700, датчики давления Rosemount 3051С, а также датчики температуры Метран-280.

Для передачи сигналов от датчиков температуры на щит КИПиА используются по 4 провода, а для датчиков давления, расхода и уровня – 3 провода. В качестве кабеля, выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены.

Для прокладки кабеля будем использовать специальные трубы, для защиты от внешних факторов, таких как пыль, грызуны и др.

## **2.10 Выбор алгоритмов управления АС ДНС**

Алгоритм пуска/останова технологического оборудования представлен на рисунке 12.

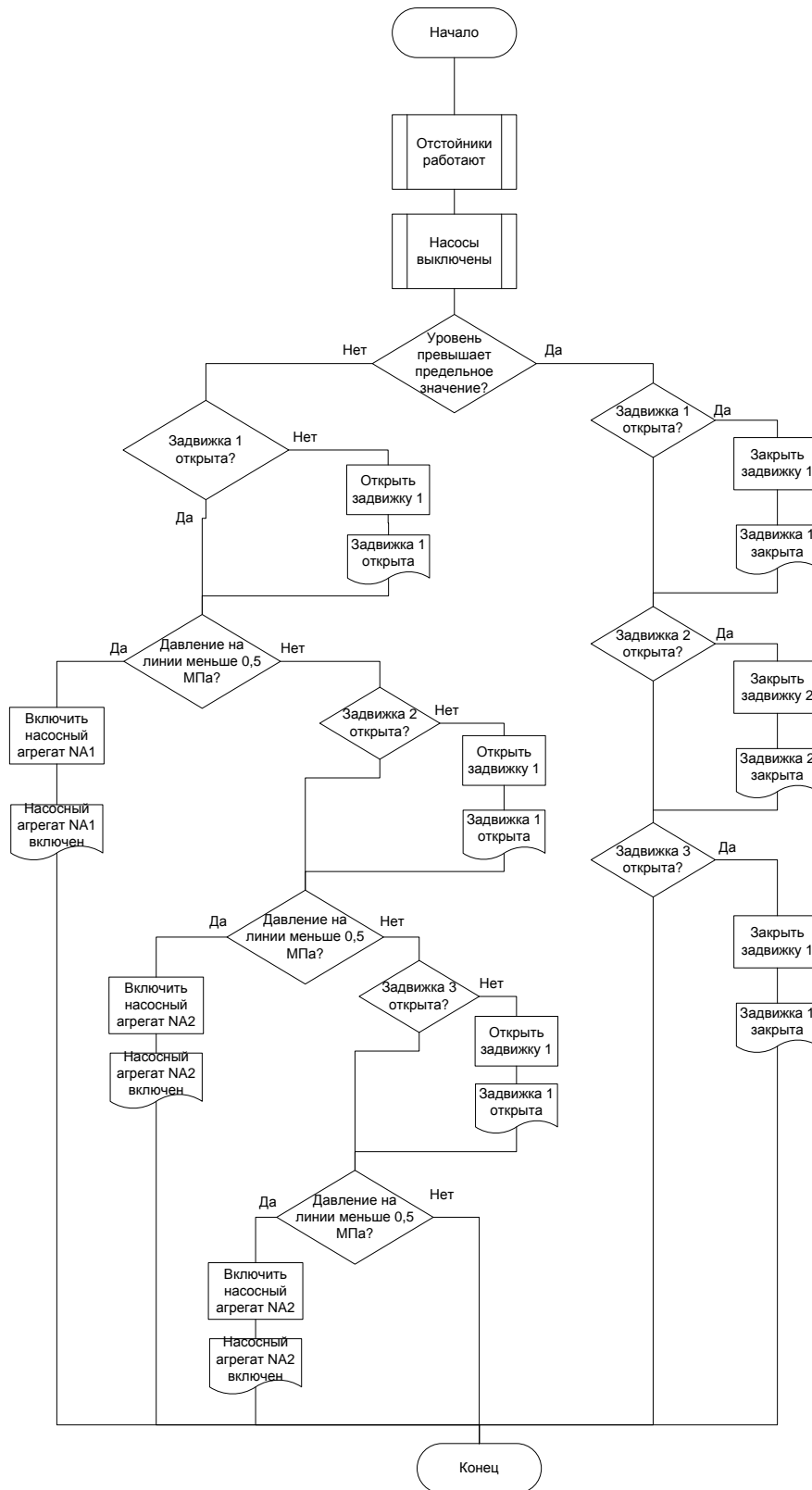


Рисунок 12 – Алгоритм пуска/останова технологического оборудования

В качестве канала измерения выберем канал измерения уровня нефти в буферной емкости. Для этого канала разработаем алгоритм сбора

данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения уровня нефти в резервуаре представлен на рисунке 13.

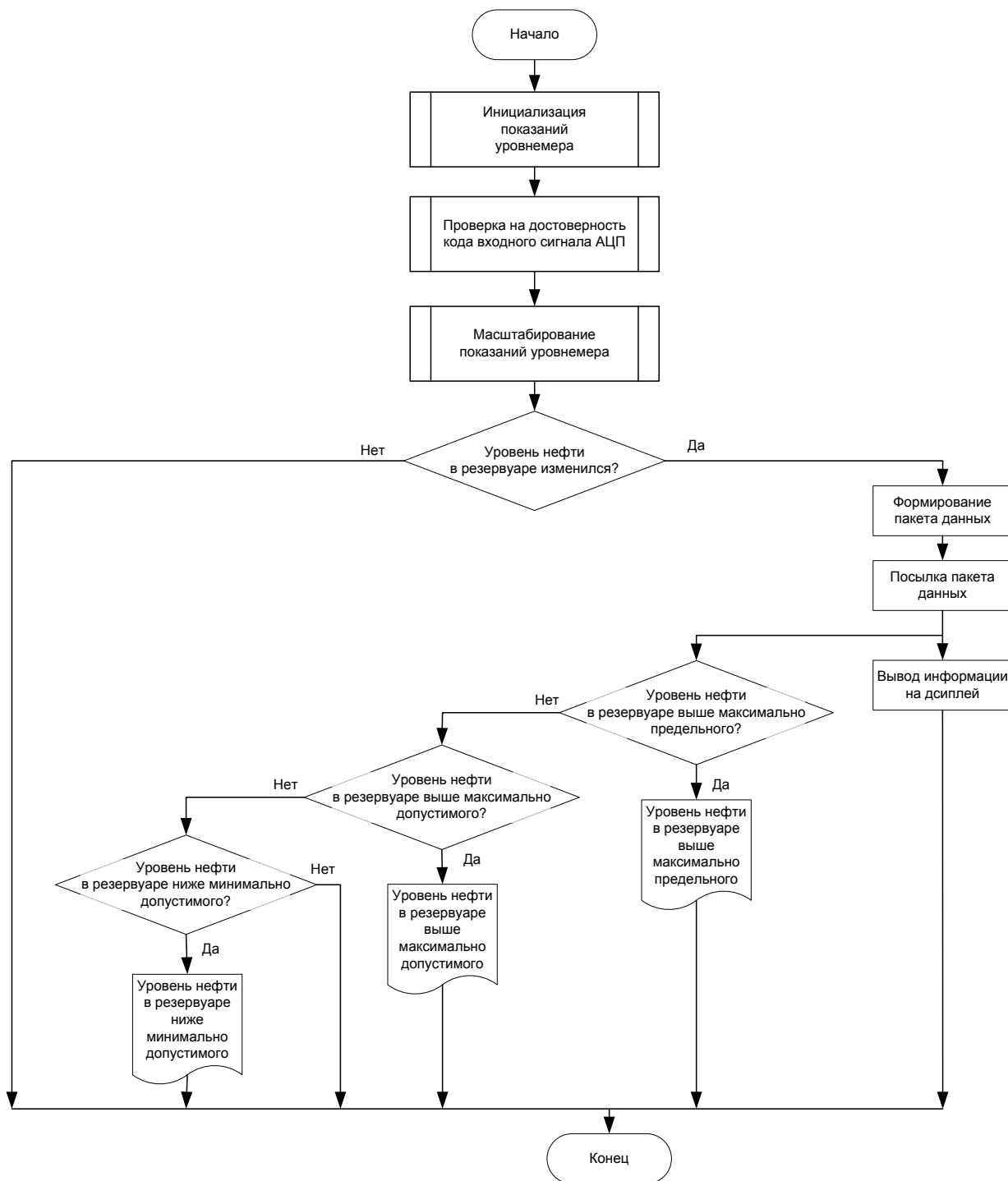


Рисунок 13 – Алгоритм сбора данных с канала измерения уровня нефти

## 2.11 Алгоритм автоматического регулирования параметром

Разработаем контур управления расходом нефтегазожидкостной смеси на входе ДНС. Расход жидкости определяется положением задвижки на всасывающем трубопроводе. Требуется определить закон регулирования задвижки. Проведем математическое моделирование ОУ. В первую очередь необходимо определить модель ОУ. Поток жидкости имеет передаточную функцию по расходу, представляющую собой апериодическое звено с задержкой.

$$W(s) = \frac{1}{T_p + 1} e^{-\tau_0 s};$$
$$T = \frac{2Lfc^2}{Q}, \quad \tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta P g}}.$$

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

$\rho$  – плотность жидкости;

$d$  – диаметр трубы;

$f$  – площадь сечения трубы;

$\Delta P$  – перепад давления на трубопроводе;

$\tau_0$  – запаздывание;

$T$  – постоянная времени.

Для данного объекта характерны следующие значения параметров:

$$L = 20 \text{ м};$$

$$Q = 100 \text{ м}^3 / \text{ч} = 0,028 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$\Delta P = 1 \text{ МПа};$$

$$f = \frac{\pi D_y^2}{4} = \frac{3,14 * 0,1^2}{4} = 0,00785 \text{ м}^2;$$

$$\rho = 850 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Далее подставив численные выражения, получим:

$$c = \frac{0,028}{0,00785} \sqrt{\frac{850}{2 \cdot 10^6 \cdot 10}} = 0,023 \text{ с},$$

$$\tau_0 = \frac{20 \cdot 0,00785}{0,028} = 7,0c,$$

$$T = \frac{2 \cdot 20 \cdot 0,00785 \cdot 0,023^2}{0,028} = 0,007c.$$

Результаты вычислений в MathCAD представлены на рисунке 14.

The screenshot shows the following calculations in MathCAD:

- $L := 25$        $g := 9.8$        $p := 850$
- $\Delta P := 1 \cdot 10^6$        $Q := 0.028$
- $f := \frac{3.14 \cdot 0.1^2}{4} = 7.85 \times 10^{-3}$
- $C := \frac{Q}{f} \cdot \sqrt{\frac{p}{2 \cdot \Delta P \cdot g}} = 0.023$
- $\tau_0 := \frac{L \cdot f}{Q} = 7.009$
- $T := \frac{2 \cdot L \cdot f \cdot C^2}{Q} = 7.734 \times 10^{-3}$
- $W(s) := \frac{1}{T \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau_0 \cdot s}$
- $W(s) := \frac{1}{0.007 \cdot p + 1} \cdot e^{-7 \cdot s}$
- $\frac{\tau_0}{T} = 906.213$

Рисунок 14 – Расчет в системе MathCAD

В результате математическая модель ОУ принимает следующий вид:

$$W(s) = \frac{1}{0,007p + 1} e^{-2,8p \cdot s}.$$

Определим отношение величины времени запаздывания к постоянной времени:

$$\frac{\tau}{T} = \frac{7,009}{0,007} > 1,$$

это отношение значительно больше единицы, следовательно, объект характеризуется большим транспортным запаздыванием и очень трудно регулируемым.

Для начала построим исходную систему (рисунок 15)

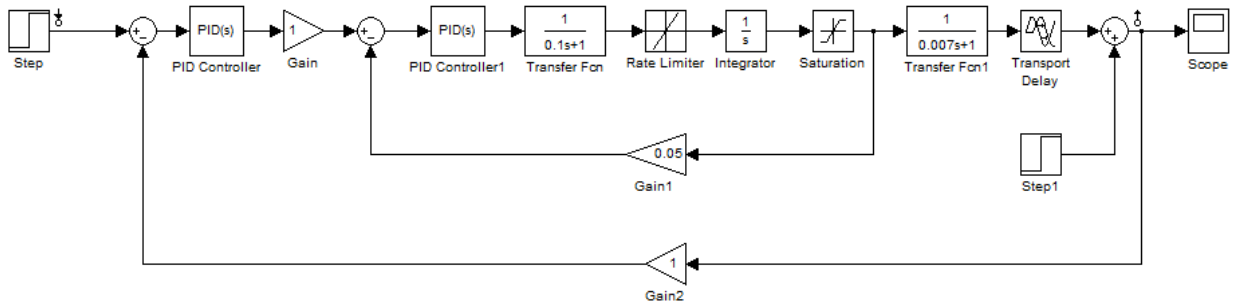


Рисунок 15 – Схема набора модели в Simulink

Регулирующий орган описывается с помощью замкнутого контура. В прямой цепи этого контура стоит апериодическое звено первого порядка (электромеханическая составляющая), звено Rate Limiter, ограничивающее скорость изменения сигнала, интегратор, преобразующий угловую скорость в угол перемещения и звено ограничения Saturation, ограничивающее угол поворота.

Система имеет два контура – замкнутый контур электропривода и непосредственно внешний контур регулирования.

Кроме того, на систему также оказывают негативное влияние внешние воздействия, которые могут быть вызваны как изменением окружающей среды, так и механическим воздействием на объект. Все воздействия были учтены и отражены в проектируемой модели.

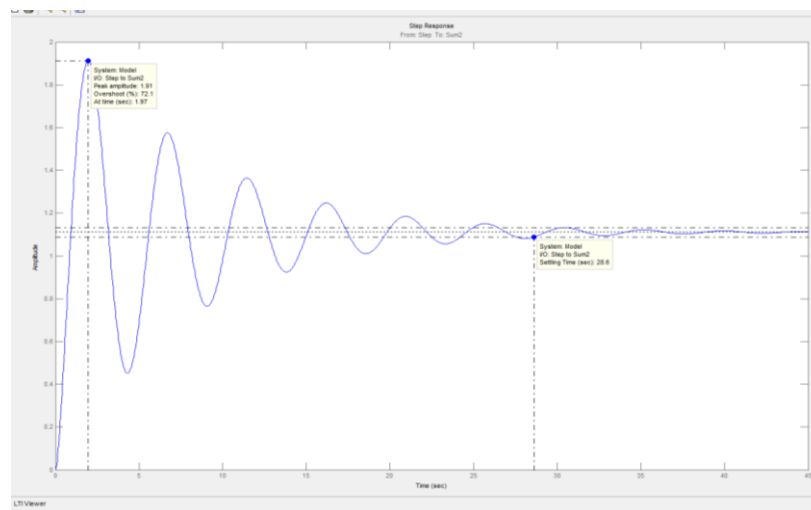


Рисунок 16 – График переходной характеристики



Из графика переходной функции можно сделать вывод о том, что характеристики процесса далеки от совершенства: перерегулирование 72,1%, а время переходного процесса 28,6 с.

Далее для улучшения характеристик переходного процесса рассчитаем регулятор. Для внутреннего контура настроим ПИД-регулятор, используя функцию автонастройки Simulink (рисунок 17).

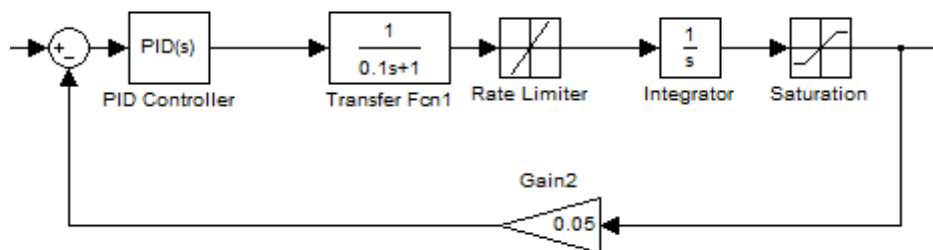


Рисунок 17 – Внутренний контур.

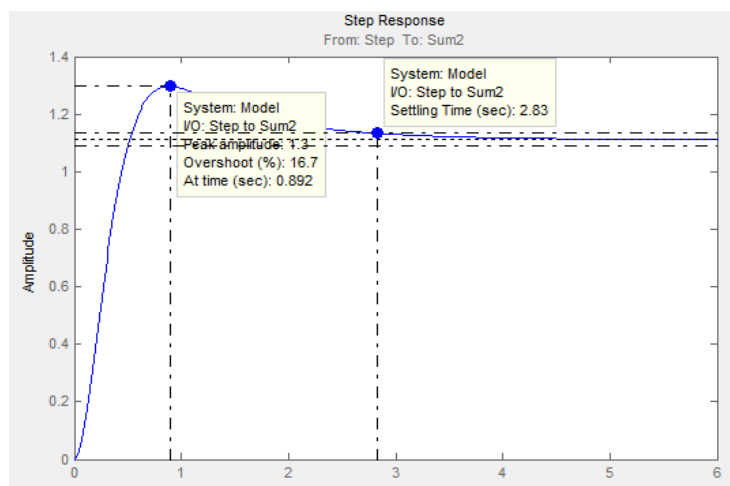


Рисунок 18 – Характеристика полученная при автонастройке ПИД-регулятора

Благодаря функции автонастройки, были получены следующие значения ПИД-регулятора (рисунок 19).

Controller form:	Parallel	
Proportional (P):	3.31564480244944	
Integral (I):	0	
Derivative (D):	0.492935952582702	Filter coefficient (N): 0.946435693064119

Рисунок 19 – Значения ПИД-регулятора

Для определения коэффициентов регулятора внешнего контура воспользуемся также автонастройкой ПИД-регулятора. Получим следующие значения ПИД-регулятора

Controller form:	Parallel	
Proportional (P):	0.11097007317586	
Integral (I):	0.0211460190088593	
Derivative (D):	-0.0775901017239705	Filter coefficient (N): 0.33475685054587
<input type="button" value="Tune..."/>		

Рисунок 20 – Значения ПИД-регулятора при автонастройке внешнего контура

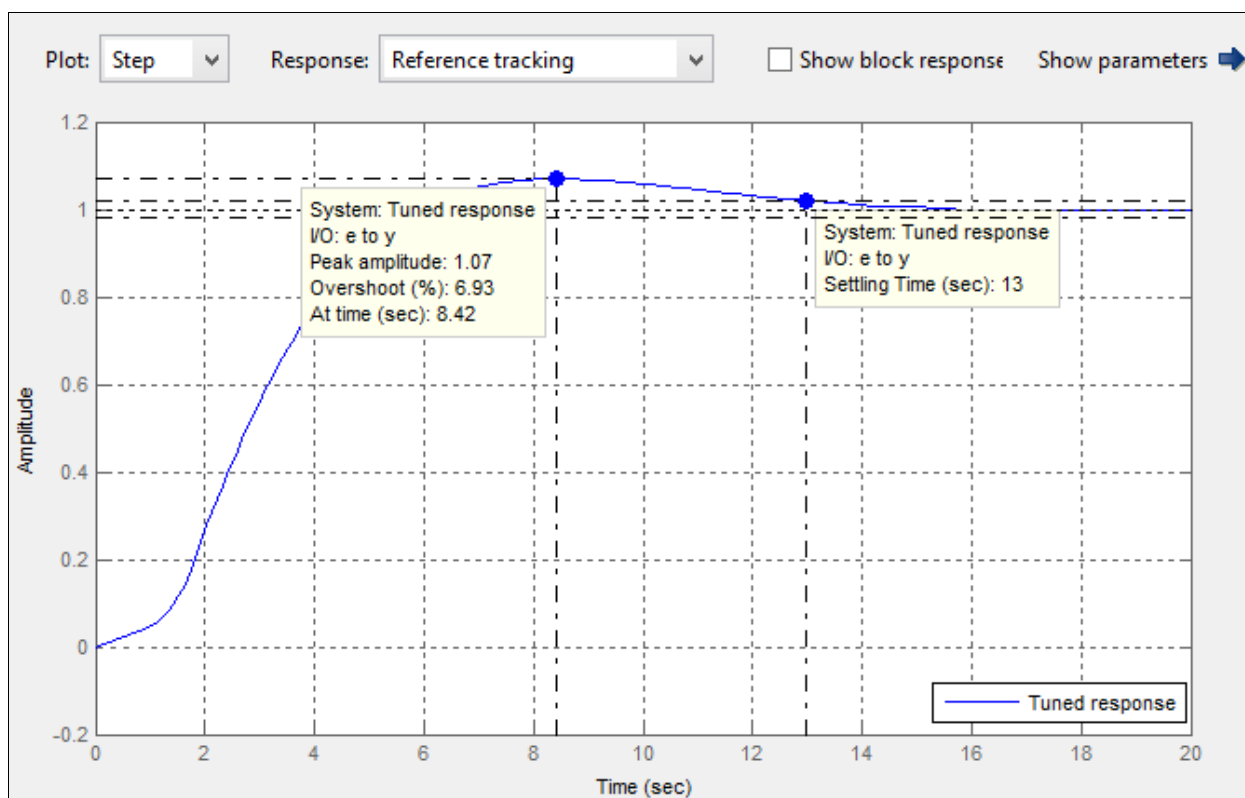


Рисунок 21 – График переходной характеристики

В результате проведения вычислений получили систему, удовлетворяющую всеми характеристиками. Результирующая математическая модель набора в пакете Simulink приведена в приложении 3.

## 2.12 Разработка программного обеспечения для ПЛК

Для программирования логического контроллера в системе автоматизированного управления ДНС, будем использовать программную среду Step7.

При программировании в Step7 имеется большой набор стандартных элементов, позволяющих реализовать практически любую логику действия, т.к. Step7 поддерживает стандарт IEC 6 1131-3 и описывает синтаксис и семантику пяти языков программирования ПЛК: SFC (Sequential Function Chart), LD (Ladder Diagram), FBD (Functional Block Diagram), ST (Structured Text), IL (Instruction List).

### 2.13 Разработка экранных форм

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из следующих областей:

- главное меню;
- область видеокadra;
- окно оперативных сообщений;
- строка состояния.

Рабочее окно интерфейса АРМ оператора показано на рисунке 22.



Рисунок 22 – Рабочее окно интерфейса оператора

### 2.13.1 Главное меню

Вид главного меню представлен на рисунке 23.



Рисунок 23 – Главное меню АРМ оператора (начало)

В главном меню расположены индикаторы и кнопки, выполняющие различные функции:

- кнопка «F1» – вызов меню «Справка»;
- кнопка «Графики» – переход на форму с записанными ранее трендами;
- кнопка «Аварии» – вызов журнала аварийных ситуаций;
- кнопка «Назад» – переход к предыдущему элементу дерева экранных форм;
- кнопки «Вперед» – переход к следующему элементу дерева экранных форм;

### 2.13.2 Область видеокadra

Видеокadры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и управления этим оборудованием. В состав видеокadров входят:

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- всплывающие окна управления и установки режимов объектов и параметров;
- табличные формы, предназначенные для отображения различной технологической информации, не входящей в состав мнемосхем, а также для реализации карт ручного ввода информации (уставок и др.).

В области видеокadra АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- буферная емкость (приложение И);

На мнемосхеме «Буферная емкость» отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры БЕ;
- измеряемые параметры трубопроводов;
- состояние и режим работы задвижек V1-V3.

При помощи данной мнемосхемы может быть выполнен выбор режима работы и управление задвижками;

### 2.13.3 Мнемознаки

На рисунке 24 представлен мнемознак аналогового параметра.

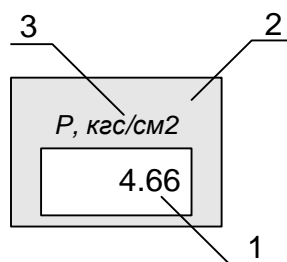


Рисунок 24 – Мнемознак аналогового параметра

В части 1 отображается значение аналогового параметра.

Приняты следующие цвета части 2 для отображения аналогового параметра:

- серый цвет – параметр достоверен и в норме;
- желтый цвет – параметр достоверен и достиг допустимого (максимального или минимального) значения;
- красный цвет – параметр достоверен и достиг предельного (максимального или минимального) значения;
- темно-серый цвет – параметр недостоверен;

Красный цвет части 2 устанавливается до тех пор, пока параметр не примет требуемое значение.

В части 3 отображается единица измерения аналогового параметра.  
На рисунке 25 представлен мнемознак «Задвижка».

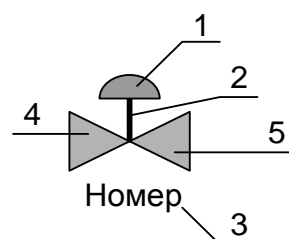


Рисунок 25 – Мнемознак «Задвижка»

Часть 1 отображает режимы управления задвижкой:

- серый цвет – управление отключено;
- красный цвет – авария по управлению (невозможность управления задвижкой).

При невыполнении команд управления «Открыть», «Закрыть» и «Стоп» часть 2 окрашивается в красный цвет.

Часть 3 предназначена для отображения номера задвижки.

Части 4 и 5 предназначены для отображения состояния задвижки:

- обе части зеленого цвета – задвижка открыта;
- обе части желтого цвета – задвижка закрыта;
- периодическая смена зеленого и черного цвета (пульсирование) обоих элементов – открывается;
- периодическая смена желтого и черного цвета (пульсирование) обоих элементов – закрывается;
- обе части серого цвета – неопределенное состояние.
- обе части красного цвета – авария (срабатывание моментного выключателя).

На рисунке 26 представлен мнемознак «РВС».

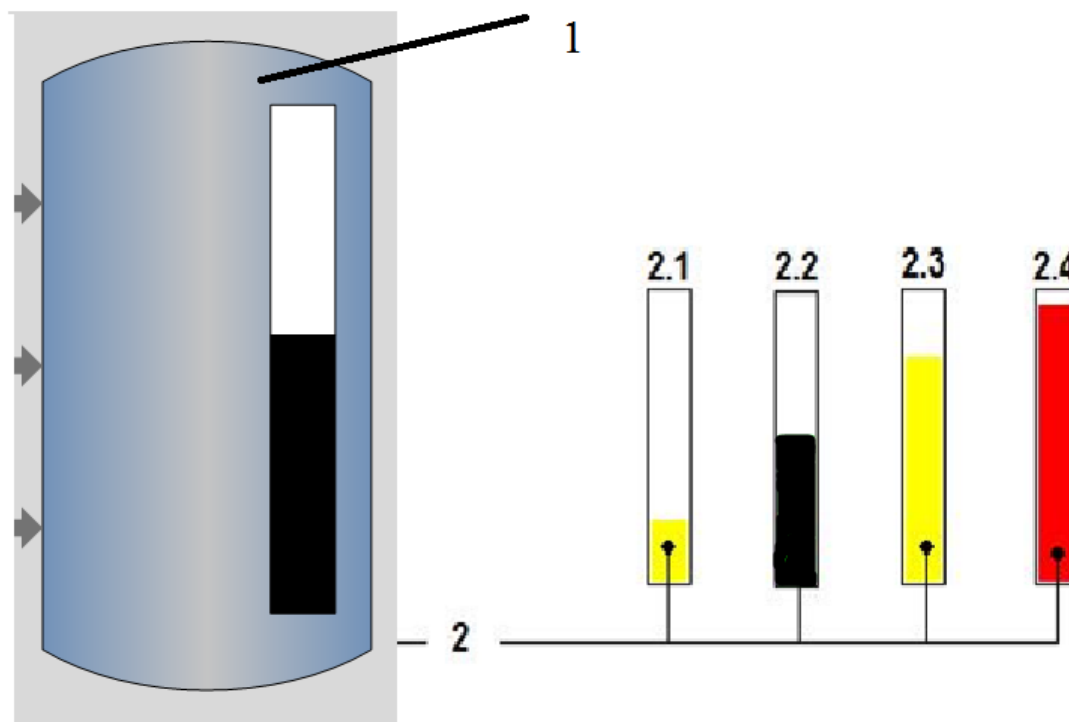


Рисунок 26 – Мнемознак «БЕ»

Часть 1 предназначена для отображения названия и номера резервуара.

Часть 2 – сигнализация предельных значений уровня содержимого резервуара. Часть 2 используется для отображения, как дискретных состояний, так и предельных значений аналогового параметра, и принимает следующий вид:

- состояние 2.1 (часть 2 – желтого цвета) – допустимый нижний уровень (значение дискретного параметра);
- состояние 2.2 (часть 2 – черного цвета) – норма;
- состояние 2.3 (часть 2 – желтого цвета) – допустимый верхний уровень (значение дискретного параметра);
- состояние 2.4 (часть 2 – красного цвета) – предельный верхний уровень (значение дискретного параметра).

### 3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсо-эффективности

#### 3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, имеющие ДНС для транспортировки нефти и газа. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия, имеющие ДНС. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система контроля и управления приемом, осушкой и транспортировкой нефти, а также автоматическая система регулирования определенными параметрами технологического процесса.

В таблице 9 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» - ООО «Нефтестройпроект», «Б» - ОАО «ТомскНИПИнефть», «В» - ЗАО «ЭлеСи»

Таблица 4– Карта сегментирования рынка

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

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



### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 10). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления ДНС, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 5 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,06	5	1	4	0,25	0,05	0,2
Удобство в эксплуатации	0,07	3	2	4	0,18	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,06	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,08	3	4	2	0,27	0,36	0,18
Надежность	0,12	5	2	5	0,55	0,22	0,55
Уровень шума	0,04	2	2	2	0,06	0,06	0,06
Безопасность	0,12	5	3	5	0,55	0,33	0,55
Потребность в ресурсах памяти	0,04	2	5	3	0,06	0,15	0,09
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,04	2	2	1	0,06	0,06	0,03
Простота эксплуатации	0,05	5	3	4	0,2	0,12	0,16
Качество интеллектуального интерфейса	0,06	4	0	4	0,2	0	0,2
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,03	5	0	5	0,1	0	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,04	2	1	3	0,06	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,04	1	5	3	0,03	0,15	0,09

Продолжение таблицы 10.

Цена	0,07	3	5	1	0,18	0,3	0,06
Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	4	3	5	0,28	0,21	0,35
Послепродажное обслуживание	0,06	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,04	2	1	1	0,06	0,03	0,03
Срок выхода на рынок	0,05	2	4	5	0,08	0,16	0,2
Наличие сертификации разработки	0,03	1	3	5	0,02	0,06	0,1
Итого:	1	6 3	52	67	3,54	2,71	3,53

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

### 3.1.3 Технология QuaD

Для упрощения процедуры проведения QuaD проведем в табличной форме (таблица 11).

Таблица 6 – Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышение производительности	0,03	80	100	0,8	3,2
Удобство в эксплуатации	0,05	75	100	0,75	4,5
Помехоустойчивость	0,06	40	100	0,4	2
Энергоэкономичность	0,08	50	100	0,5	3,5
Надежность	0,2	90	100	0,9	9
Уровень шума	0,04	30	100	0,3	0,9
Безопасность	0,2	95	100	0,95	9,5
Потребность в ресурсах памяти	0,04	50	100	0,5	1,5
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,06	55	100	0,55	2,75

Продолжение таблицы 11.

Простота эксплуатации	0,07	55	100	0,75	3,3
Качество интеллектуального интерфейса	0,06	60	100	0,6	3
Ремонтопригодность	0,03	85	100	0,85	1,7
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,06	70	100	0,7	3,5
Уровень проникновения на рынок	0,04	20	100	0,2	0,6
Цена	0,05	85	100	0,85	5,1
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	80	100	0,8	4,8
Послепродажное обслуживание	0,06	75	100	0,75	3,75
Финансирование научной разработки	0,04	50	100	0,5	1,5
Срок выхода на рынок	0,05	30	100	0,3	1,2
Наличие сертификации разработки	0,03	10	100	0,1	0,2
Итого:	1				65,5

Средневзвешенное значение позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Средневзвешенное значение получилось равным 65,5, что говорит о том, что перспективность разработки выше среднего.

### 3.1.4 SWOT – анализ

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

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 12.

Таблица 7 – SWOT анализ

		Сильные стороны					Слабые стороны				
		С1. Экономичность и энергоэффективность проекта	С2. Экологичность технологии	С3. Более низкая стоимость	С4. Наличие бюджетного финансирования	С5. Квалифицированный персонал	Сл1. Отсутствие прототипа проекта	Сл2. Отсутствие у потребителей квалифицированных кадров	Сл3. Мало инжиниринговых компаний, способной построить производство	Сл4. Отсутствие необходимого оборудования	Сл5. Большой срок поставок используемого оборудования
Возможности	В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	В2. Использование существующего программного обеспечения	+	0	-	0	+	-	-	-	-	-
	В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт	+	+	0	0	-	-	-	-	-	-
	В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований	0	-	+	0	-	-	-	-	-	-
	В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	+	0	+	0	+	-	-	-	-	-
Угрозы	У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства	-	-	-	-	-	+	+	0	0	+
	У2. Развитая конкуренция технологий производства	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0
	У3. Ограничения на экспорт технологии	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0
	У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	-	-	-	-	-	+	-	-	0	+

## 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 13.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

### 3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо рассчитать коэффициент календарности по следующей формуле:

В таблице 14 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 9 – 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	3	5	3,8	1	3,8	6
Изучение существующих объектов проектирования	2	4	2,8	1	2,8	4
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	3	5	3,8	1	3,8	6
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

Продолжение таблицы 14.

Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	5	3,2	1	3,2	5
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 14 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 15 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 10 – 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 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	Руководитель															

	целесообразности проведения ОКР	Инженер																	
--	---------------------------------	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы 15.

10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер																	
11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер																	
12	Составление схемы информационных потоков	Инженер КИП																	
13	Разработка схемы внешних проводок	Инженер АСУ																	
14	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер																	
15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер																	
16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер																	
17	Проектирование SCADA-системы	Инженер КИП																	
18	Составление пояснительной записки	Инженер КИП																	

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 16 материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 11 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер "SIMATIC S7-300"	шт.	2	174735,21	436838,03
Расходомер "Rosemount 8700"	шт.	6	138595,95	956312,06
Датчики давления "Rosemount 3051C"	шт.	7	34000,00	273700,00
Преобразователь температуры "Метран-280"	шт.	1	27210,00	31291,50
Уровнемер "Rosemount-5300 "	шт.	7	55321,56	445338,56
Регулирующие клапаны КМР	шт.	6	15471,00	106749,90
Электропривод "ELESYB V-01-L-4,5-18000"	шт.	4	86320,15	414336,72
Электропривод "ELESYB-VH.10-00"	шт.	6	43221,00	311191,20



Итого:				2664566,76
--------	--	--	--	------------

### 3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Genesis32. В таблице 17 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
Genesis32	1	114000	114000
итого:			114000

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 18.

Таблица 13 – Основная заработная плата

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

### 3.3.4 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 следующей формуле:

$$З_{\text{допР}} = \text{доп} \cdot \text{Зн} = 0,15 \cdot 9113,98 = 1367,09$$

$$З_{\text{допИ}} = \text{доп} \cdot \text{Зн} = 0,15 \cdot 35751 = 5362,65$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 19:

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	9113,98	1367,09
Инженер	35751	5362,65
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	27,1	27,1
Итого:	12158,41	1823,76

### 3.3.6 Накладные расходы

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

Где 0,016 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

### 3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 20:

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	2664566,76
2. Затраты на специальное оборудование	114000
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	44864,99
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6729,74
5. Отчисления во внебюджетные фонды	13982,17
6. Накладные расходы	45506,3
7. Бюджет затрат НИИ	2889649,96

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3 – 8Т22	Куранов А.С

Институт	ИнЭО	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

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

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i></li> <li>– <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i></li> <li>– <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i></li> <li>– <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></li> </ul>	<p><i>Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров ДНС. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории ДНС.</i></p> <p><i>Вредными факторами производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: недостаточная освещённость рабочей зоны, отсутствие или недостаток естественного света, повышенный уровень шума, повышенная или пониженная влажность воздуха.</i></p> <p><i>Опасными проявлениями факторов производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: электрический ток.</i></p> <p><i>Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара.</i></p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. СанПиН 2.2.4.548 – 96.</li> <li>2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03</li> <li>3. СП 52.13330.2011,</li> <li>4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03</li> <li>5. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ</li> <li>6. СНиП 2.11.03-93</li> <li>7. ППБ 01-93</li> <li>8. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. №123-ФЗ, 2013.</li> </ol>

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

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>1. Повышенная или пониженная влажность воздуха;</p> <p>2. Недостаточная освещённость рабочей зоны.</p> <p>3. Повышенный уровень шумов на рабочем месте.</p> <p>4. Электромагнитное излучение</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды 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> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Электрический ток (Источником является ПК, пульт управления)</p> <p>Пожар (на ДНС подготавливается нефть, которая является легковоспламеняющейся жидкостью)</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Возможные ЧС на объекте: разлив нефти, утечка газа, пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является пожар(возгорание)</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.</p>

**Перечень графического материала:**

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ		Доктор т. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Г22	Куранов А.С		

## 4 Социальная ответственность

### Введение

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) представляет собой область научных знаний, охватывающих теорию и практику защиты человека от опасных и вредных факторов в среде обитания, во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и на производстве.

Безопасность труда - это такое состояние его условий, при котором исключено негативное воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. К вредным относятся такие факторы, которые становятся в определённых условиях причиной заболевания или снижения работоспособности. Опасными называются такие факторы, которые приводят в определённых условиях к травматическим повреждениям или внезапным и резким нарушениям здоровья.

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы дожимной насосной станции 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 ведётся 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.

## 4.1 Профессиональная социальная безопасность

### 4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-14 «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 21.

Таблица 16 – 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 персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров ДНС. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории ДНС.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Отклонения температуры и влажности воздуха от нормы.</li><li>2. Недостаточная освещенность.</li><li>3. Повышенный уровень шумов</li><li>4. Электромагнитные излучения</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 [8] <b>Освещение</b> – СП 52.13330.2011 [10] <b>Шумы</b> – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [11] <b>Электромагнитное излучение</b> - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12] <b>Электробезопасность</b> – ГОСТ 12.1.038-82 [14] <b>Пожарная безопасность</b> – СНиП 2.11.03-93 [16]

### 4.1.2 Анализ вредных факторов

#### 4.1.2.1 Отклонения показателей микроклимата

Микроклимат помещения - состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

Микроклимат помещений зданий характеризуется состоянием внутренней среды помещения, которая должна удовлетворять физиологическим и психологическим потребностям человека и обеспечивать стандартные минимальные качества жизни. Санитарные правила и нормы предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия



микроклимата рабочих мест производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

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. Основные нагрузки на организм – нервно-психологические, а также зрительные. Так как основным видом работы оператора АСУТП является работа с прикладным программным обеспечением и технической документацией, то потенциальными источниками опасных и вредных факторов являются персональные компьютеры и мониторы.

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

Оптимальные параметры микроклимата — сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении.

Допустимые параметры микроклимата — сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности при усиленном напряжении механизмов терморегуляции не вызывают повреждений или ухудшения состояния здоровья.

В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены оптимальные величины показателей микроклимата согласно требованиям [8] и приведены в таблице 22, а допустимые величины

показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведены в таблице 23.

Таблица 17 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория 1а	23-25	40-60	0,1
Теплый	Категория 1а	20-22	40-60	0,1

Таблица 18 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ	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	Категория 1а	20,0-21,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	Категория 1а	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 [8] и приведен в таблице 24.

Таблица 19 – Расход свежего воздуха

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 20...40 м <sup>3</sup> на человека Более 40 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 30 Не менее 20 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 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. К таким же последствиям приводит длительное пребывание в световой среде с ограниченным спектральным составом света и монотонным режимом освещения.

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.

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.

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.

Кроме того, 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 [9] 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 25.

Таблица 20 – Нормирование освещенности для работы с ПК

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд 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 е <sub>н</sub> , %, при	
									верхнем или комбинированном	боковом
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 26. [10]

Таблица 21 – Требования к освещению на рабочих местах с ПК

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%

#### 4.1.2.3 Повышенный уровень шума

В настоящее время защита человека от шума стала одной из актуальных проблем. Это является следствием возрастания

интенсивности шума в результате внедрения в промышленность новых технологических процессов, роста мощности оборудования и машин.

Шум на производстве наносит большой экономический и социальный ущерб. При определенных условиях неблагоприятно воздействуя на организм человека, он вызывает раздражающее действие, ускоряет процесс утомления, ослабляет внимание и психические реакции, это приводит к снижению производительности труда и увеличению случаев производственного травматизма (не слышно сигналов транспорта, автопогрузчиков и других машин). Шум снижает производительность труда на промышленных предприятиях на 30%, повышает опасность травматизма, приводит к развитию заболеваний. В структуре профессиональных заболеваний Российской Федерации примерно 17% приходится на заболевания органа слуха.

Производственный шум представляет собой профессиональную вредность, если его интенсивность превышает определенный уровень. 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[11].

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 27.

Таблица 22 – Допустимые уровни звукового давления

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
--	----	----	----	----	----	----

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.

Спектр излучения компьютерного монитора включает в себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. В ряде экспериментов было обнаружено, что 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.

Следует отметить, что не только монитор, но и системный блок, и принтер - генерируют электромагнитное излучение в очень широком диапазоне частот. Но именно излучение монитора является более мощным.

Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-12 [12]. Требования к уровням электромагнитных полей на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ представлены в таблице 28.

Таблица 23 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

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**

#### **4.1.3.1 Электробезопасность**

Требования электробезопасности данного объекта направлены на создание условий эксплуатации оборудования, при которых исключаются образование электрической цепи через тело человека.

Важным фактором безопасности является заземление оборудования путем присоединения к контуру заземления. Заземляющее устройство является одним из средств защиты персонала в помещении от возникновения искры, от напряжения, возникающего на металлических частях оборудования, не находящихся под напряжением, но могущих оказаться под ним в результате повреждения изоляции [13].

Все сооружения установок, в зависимости от категории, должны быть надежно заземлены при помощи заземляющих устройств от прямых ударов, вторичных проявлений молнии и статического электричества.

Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению, присоединяется непосредственно к сети заземления при помощи отдельного ответвления. Последовательное включение в заземляющий проводник заземляющих частей и электроустановок.

На предприятиях нефтяной и газовой промышленности заряды статического электричества в большинстве случаев образуются при движении нефти, нефтепродуктов и газов по трубопроводам, при сливно-наливных операциях, заполнении емкостей, разбрызгивании или распылении, дросселировании потоков сжатых газов, пропаривании и других операциях.

Для защиты от накопления и проявления зарядов статического электричества на оборудовании, на теле человека и на перекачиваемых веществах должны предусматриваться следующие меры, обеспечивающие стекание возникающих зарядов и предотвращение накопления заряда выше уровня 0.4 А/мин [14]:

- отвод зарядов путем заземления корпусов оборудования и коммуникаций, а также обеспечение постоянного электрического контакта нефтепродуктов и тела человека с заземлением;

- отвод зарядов путем уменьшения удельных, объемных и поверхностных электрических сопротивлений.

Заземляющие устройства для защиты от статического электричества должны объединяться со специальными устройствами заземления другого назначения или использовать естественные заземлители.



## 4.2 Экологическая безопасность

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

- природного характера:
- лесные и торфяные пожары;
- сильные морозы (ниже – 40 оС);
- метели и снежные заносы.
- техногенного характера:
- пожары;
- отключение электроэнергии;
- взрывы и многое другое.

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 24 – Компонентный состав нефти

№ 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	$C_9 + \text{выше}$	24,16	61,0544
	ИТОГО:	100	100

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.

Для предотвращения аварий, связанных с разрушением трубопровода вследствие воздействия на него коррозии с 1998 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.

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.

Ближайший населенный пункт от технологических объектов предприятия, находится в 500 м от промышленной площадки №4, что не противоречит СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-12 [15].

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.

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.

## 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> [16].

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

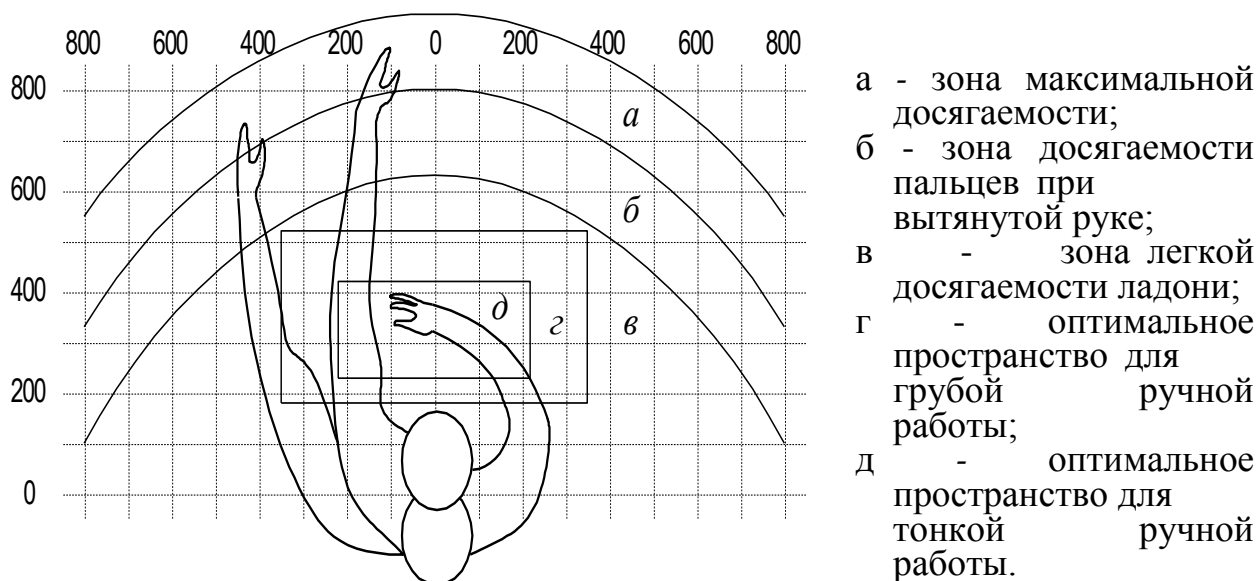


Рисунок 27. Положение предметов на рабочем месте

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости согласно [17]:

- 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.

#### **4.4.3 Особенности законодательного регулирования проектных решений**

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Согласно [18] 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 четырех - бригадный 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 [18] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно–правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

К таким органам относятся:



- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России)).

- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Так же в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым, система объединяет органы управления, силы и средства.

## Заключение

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления дожимной насосной станцией. В ходе дипломной работы был изучен технологический процесс перекачки нефти на ДНС. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации ДНС, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Системы автоматизации ДНС, диспетчерского контроля и управления были спроектированы на базе полевых устройств фирмы Rosemount и Метран, промышленных контроллеров Siemens SIMATIC S7-300 и программного SCADA-пакета Genesis32. В данной дипломной работе была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/останова технологического оборудования и управления сбором данных. Для разработанных алгоритмов было разработано программное обеспечение для ПЛК с помощью программной среды Siemens Step7. Для поддержания давления нефти в трубопроводе на выходе подпорной насосной станции был выбран способ регулирования давления и разработана алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД - регулятор). В заключительной части дипломной работы были разработаны мнемосхемы ДНС и объектов ДНС.

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

### Список используемых источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2008. – 247 с.
4. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.– 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. СанПиН 2.2.4.548 – 14. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–13. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
10. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 14. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

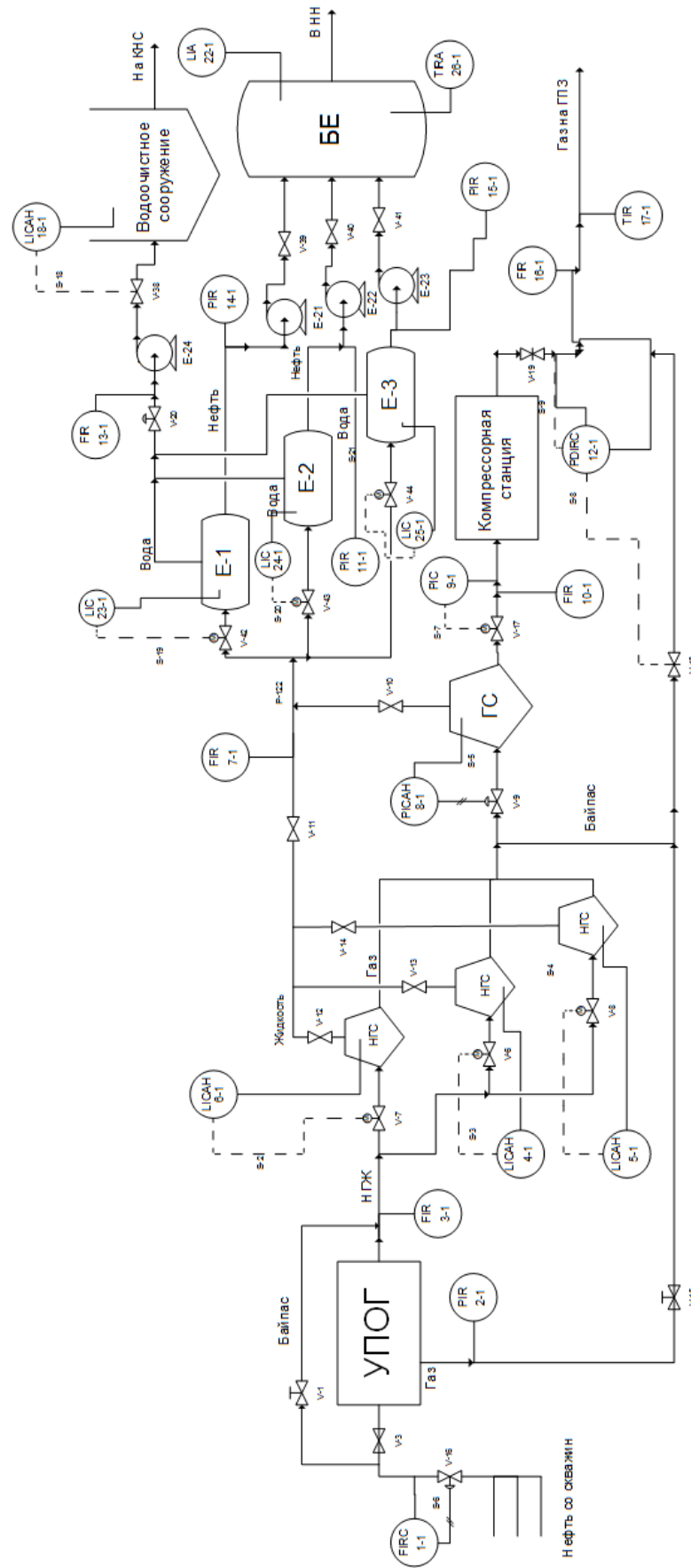
12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-13. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.

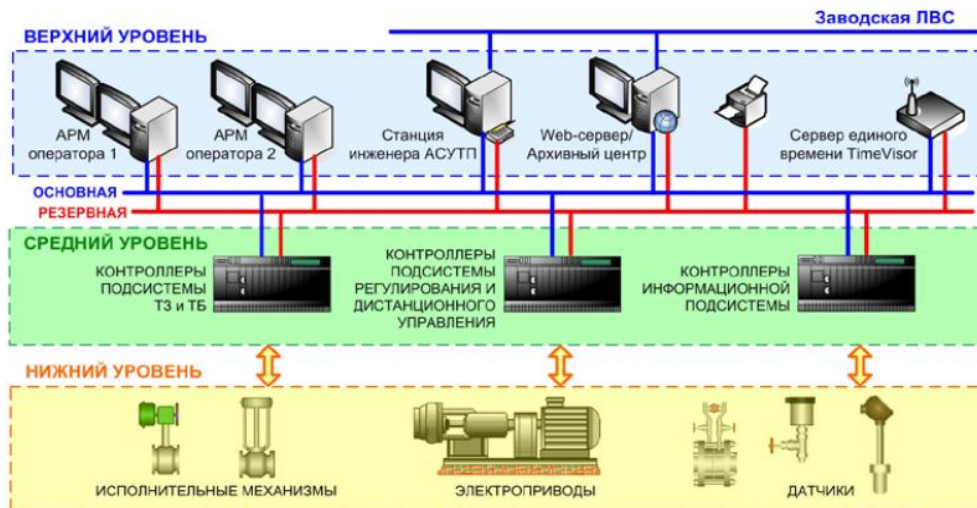
14. ГОСТ 12.1.038-12. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

15. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-12. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы, разработанные на основании закона Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 2014 г. № 52-ФЗ.

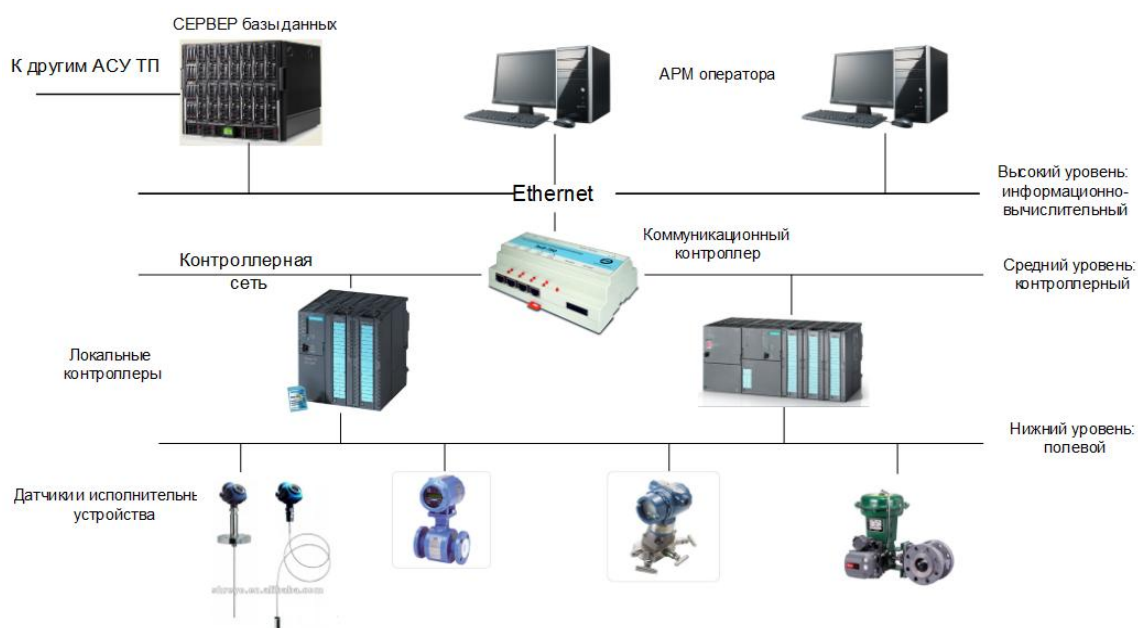
# Приложение А Функциональная схема



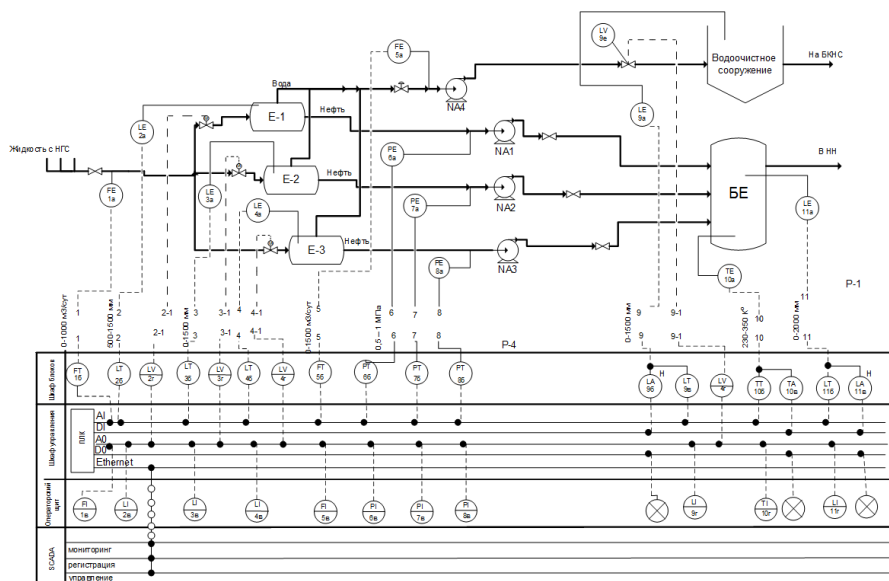
## Приложение Б Трехуровневая система АС



## Приложение В Обобщённая структура управления АС

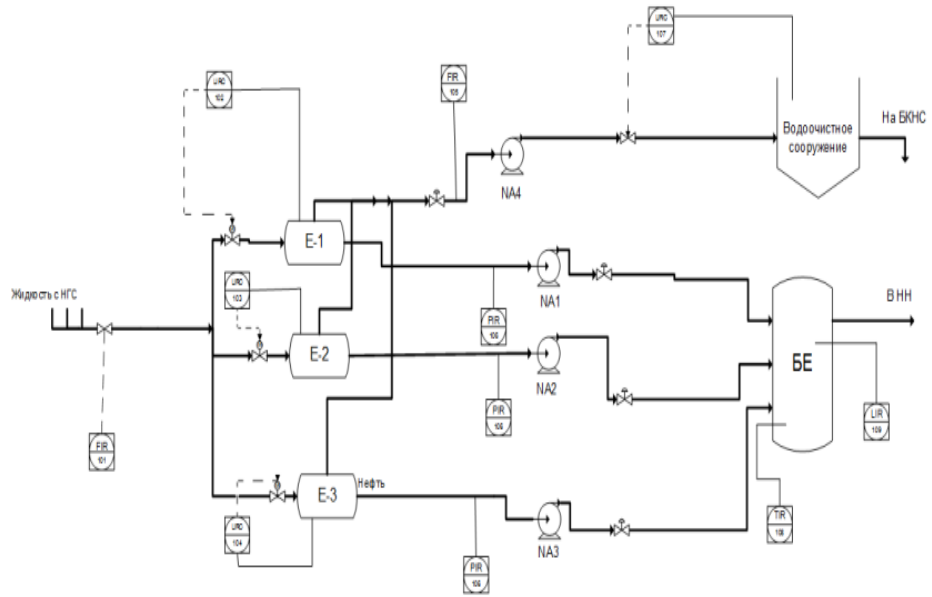


## Приложение Г Структурная схема автоматизации

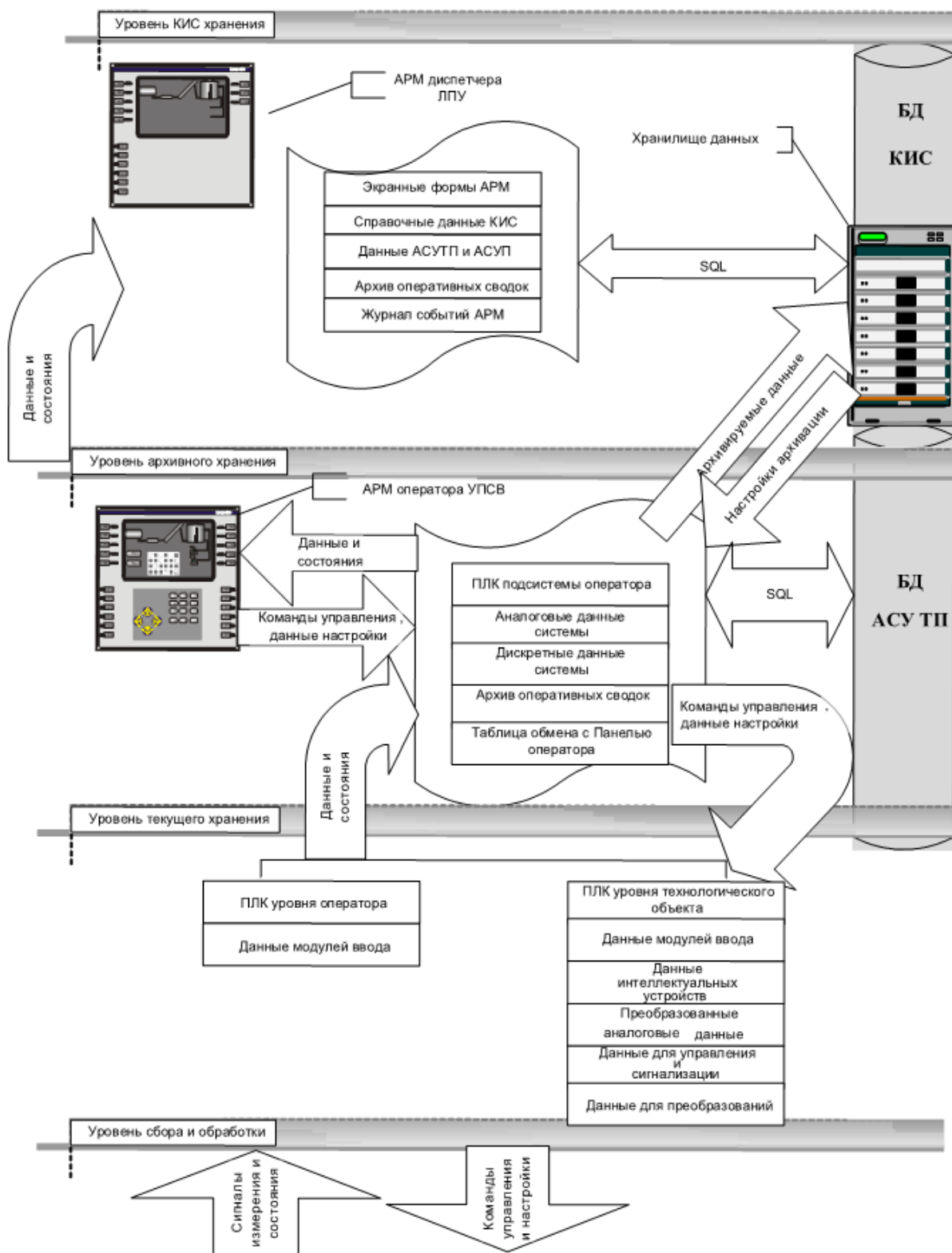




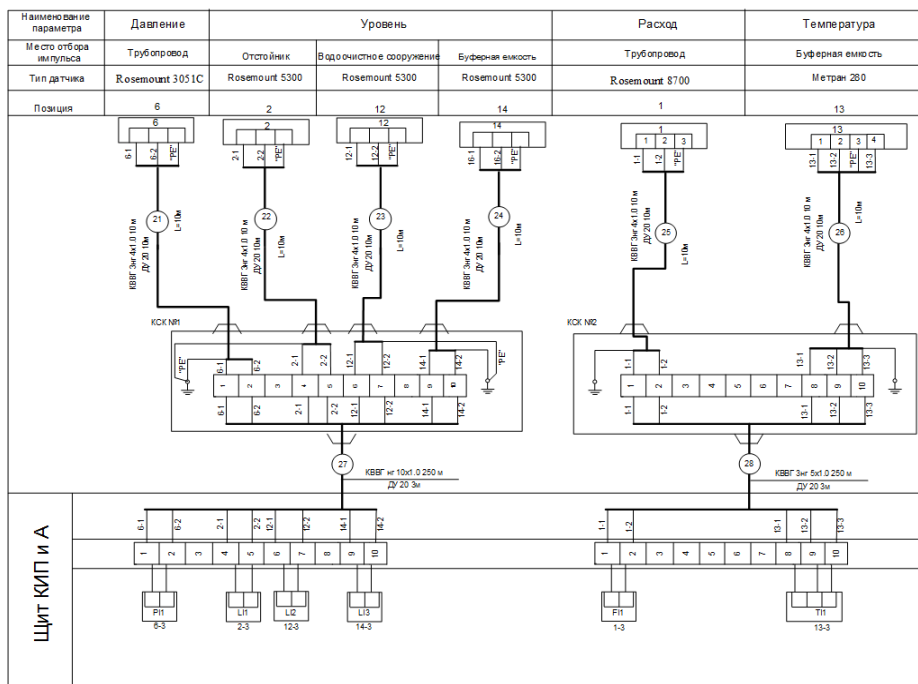
## Приложение Д Функциональная схема автоматизации по ANSI



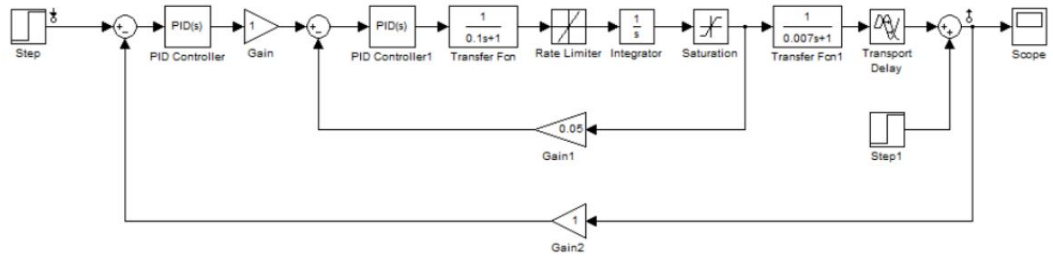
## Приложение Е Схема информационных потоков



## Приложение Ж Схема внешних проводок



### Приложение 3 Структурная схема автоматического регулирования



## Приложение и Мнемосхема АС ДНС

