

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти

УДК 004.896-047.84:622.276.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Арбузов Роман Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов Алексей Викторович	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Винокурова Галина Фёдоровна	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

по направлению – 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств

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

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Уровень образования – бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Громаков Е.И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5А	Арбузову Роману Александровичу

Тема работы:

Разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.02.2019, г № 1094/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является установка комплексной подготовки нефти (УКПН). Режим работы непрерывный. На УКПН происходит обезвоживание, обессоливания, дегазация и стабилизация нефти для дальнейшей её транспортировки.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Техническое задание. Описание технологического процесса Разработка структурной схемы АС Функциональная схема автоматизации Выбор средств реализации АС Разработка схемы соединения внешних проводок Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС Разработка ПО для ПЛК Разработка экранных форм АС</p>

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio Функциональная схема автоматизации (ГОСТ 21.208–13) Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма Дерево экранных форм SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта Трехуровневая структура АС</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Екатерина Валентиновна
Социальная ответственность	Винокурова Галина Федоровна

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Арбузов Роман Александрович		

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

Инженеру:

Группа	ФИО
8Т5А	Арбузову Роману Александровичу

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

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих Нормы и нормативы расходования ресурсов Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Бюджет – 125 039,13руб. Затраты на заработную плату – 39 704,26руб. Прочие расходы – 89,58 руб. Тариф на электроэнергию 5,8 кВт/ч Налог во внебюджетные фонды 27,1% Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 16%</i>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР) Формирование календарного плана и бюджета инженерного проекта (ИП) Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Оценка потенциальных потребителей исследования, анализ конкурентных решений, SWOT – анализ. Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета. Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель эффективности-4.05 Сравнительная эффективность проекта – 1,107</i>
---	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

*Оценка конкурентоспособности ИР
Матрица SWOT
График разработки и внедрения ИР
Материальные затраты
Затраты на приобретение ПО
Инвестиционный план. Бюджет ИП
Основные показатели эффективности ИП*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Арбузов Роман Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5А	Арбузову Роману Александровичу

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

Тема ВКР:

Разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом исследования является установка комплексной подготовки нефти. Рабочая зона оператора АСУ ТП располагается в специально оборудованном помещении, где работник занимается непосредственно своими обязанностями. Область применения объекта – производство, занимающееся подготовкой нефти.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<i>СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.</i>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>1. Отклонение показателей микроклимата 2. Превышение уровня шума 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны 4. Повышенное значение электромагнитного излучения 5. Вероятность получения удара электрическим током</i>
3. Экологическая безопасность:	<i>Атмосфера – попутный газ, духовые клапаны; Гидросфера – сточные воды; Литосфера – бытовой мусор.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара</i>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Галина Федоровна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Арбузов Роман Александрович		

Реферат

Пояснительная записка содержит 100 страниц, 15 рисунков, 25 таблиц, 10 приложений, 1 список использованных источников из 28 наименований.

Объектом исследования является установка комплексной подготовки нефти.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В результате была разработана автоматизированная система управления установкой комплексной подготовки нефти, основанная на базе промышленных логических контроллеров SIEMENS SIPLUS S7-1500 с применением SCADA-системы MasterSCADA, произведён подбор датчиков и исполнительных механизмов.

В процессе работы был разработан следующий графический материал: функциональная схема автоматизации, структурная схема автоматизации, схема информационных потоков, схема внешних проводок, экранные формы. В пакете MatLab Simulink была смоделирована САР уровня жидкости в отстойнике нефти.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью текстового редактора Microsoft Word 2019, графического редактора Microsoft Visio 2018, системы автоматизированного и программного обеспечения Matlab Simulink.

Ключевые слова: УКПН, автоматизация, АСУ ТП, ПИД-регулятор, АРМ оператора, контроллер, SCADA-система, датчик, нефть, задвижка.

Содержание

Термины	12
Обозначения и сокращения.....	13
Введение.....	14
1 Основная часть	15
1.1 Техническое задание	15
1.1.1 Полное наименование системы.....	15
1.1.2 Назначение и цели создания системы;	15
1.1.3 Требования к системе.....	16
1.2 Описание технологического процесса УКПН	20
1.3 Структура и архитектура АС УКПН.....	22
1.4 Разработка функциональной схемы автоматизации	23
1.4.1 Разработка функциональной схемы по ГОСТ 21.408-2013.	24
1.4.2 Разработка функциональной схемы по ANSI/ISA-5.1-2009.	25
1.5 Комплекс аппаратно – технических средств	25
1.5.1 Выбор датчиков температуры	26
1.5.2 Выбор датчика уровня.....	28
1.5.3 Выбор датчика расхода.....	31
1.5.4 Выбор датчика давления.....	33
1.5.5 Выбор контроллерного оборудования	35
1.5.6 Выбор исполнительного механизма	36
1.6 Разработка схемы внешних проводок.....	38
1.7 Программное обеспечение.....	39
1.7.1 Функции частей ПО.....	39
1.7.2 Разработка экранных форм.....	40
1.8 Информационное обеспечение.....	42
1.8.1 Состав информационного обеспечения	42
1.8.2 Метод контроля данных.....	43
1.8.3 Информационная совместимость.....	43
1.9 Разработка алгоритмов управления	43

1.9.1	Разработка алгоритма сбора данных	44
1.9.2	Алгоритма пуска технологического оборудования	44
1.9.3	Алгоритма регулирования технологическим параметром ...	44
2	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	48
2.1	Потенциальные потребители результатов исследования	48
2.2	Анализ конкурентных технических решений.....	48
2.3	SWOT – анализ.....	50
2.4	Планирование научно – исследовательских работ.....	51
2.4.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	51
2.4.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	52
2.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	57
2.5.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	57
2.5.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	57
2.5.3	Основная заработная плата исполнителей темы	58
2.5.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	60
2.5.5	Отчисление во внебюджетные фонды.....	60
2.6	Прочие прямые затраты	61
2.6.1	Накладные расходы	61
2.6.2	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	62
2.7	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	63
2.8	Вывод по разделу	65
3	Социальная ответственность	66
3.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	66
3.2	Производственная безопасность	68
3.3	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	68
3.3.1	Микроклимат.....	68

3.3.2	Превышение уровня шума.....	70
3.3.3	Недостаточная освещенность рабочей зоны	70
3.3.4	Повышенное значение электромагнитного излучения.....	71
3.3.5	Вероятность получения удара электрическим током	72
3.4	Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя	72
3.4.1	Экологическая безопасность	73
3.4.2	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	73
3.5	Выводы по разделу	74
	Заключение	75
	Список используемой литературы	76
	Приложение А Структурная схема	79
	Приложение Б Функциональная схема технологического процесса упрощённая	81
	Приложение В Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013 ..	83
	Приложение Г Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA-5.1-2009 .	85
	Приложение Д Схема внешних проводок	87
	Приложение Е Мнемосхема	91
	Приложение Ж Таблица тегов	93
	Приложение И Схема информационных потоков	95
	Приложение К Алгоритм сбора данных с канала измерения температуры нефти в ректификационной колонне	97
	Приложение Л Алгоритм пуска/остановки технологического оборудования ...	99

Термины

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система: Комплекс программных и аппаратных средств в рамках технологического процесса, который предназначен для управления различными процессами.

автоматизированное рабочее место: Рабочее место специалиста, которое оснащено персональным компьютером, а также программным обеспечением и совокупностью информационных ресурсов коллективного или индивидуального пользования, позволяющие ему проводить обработку данных.

архитектура автоматизированной системы: Набор решений по организации системы программного обеспечения, а также набор структурных элементов и их интерфейсов, с помощью которых создается автоматизированная система.

интерфейс: Совокупность правил и средств для обеспечения взаимодействия между техническими устройствами, или между различными программными системами, или между системой и пользователем.

протокол: Набор правил, который позволяет осуществлять соединение, а также обмен данными между программируемыми устройствами, включёнными в соединение.

технологический процесс: Последовательность необходимых для выполнения определенного вида работ технологических операций.

SCADA: Инструментальная программа для разработки в реальном времени программного обеспечения систем управления технологическими процессами, а также сбора данных.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

УКПН – Установка комплексной подготовки нефти;

АРМ – Автоматизированное рабочее место;

АСУ – Автоматизированная система управления;

ТП – Технологический процесс;

ЧМИ – Человеко-машинный интерфейс;

САР – Система автоматического регулирования;

СИ – Средство измерения;

ПО – Программное обеспечение;

ППП – Пакет прикладных программ;

АС – Автоматизированная система;

ПТК – Программно-технический комплекс;

КИПиА – Контрольно-измерительные приборы и автоматика;

Введение

Промысловая подготовка нефти играет ключевую роль в нефтяной промышленности.

Добытую нефть необходимо транспортировать. Это создаёт ряд проблем. Дело в том, что из скважины поступает не только нефть, но и пластовая вода, частицы затвердевшего цемента и попутный углеводородный газ. Если транспортировать пластовую нефть в таком виде, то она будет сильно дороже подготовленной заранее. Это связано с тем, что вода удорожает транспортируемой жидкости из – за увеличения объёма этой самой жидкости, а также увеличения её вязкости. Эта водонефтяная эмульсия содержит в себе растворы минеральных солей, которые способствуют ускоренному процессу коррозии трубопровода. Механические примеси также способствуют ускоренному износу нефтеперекачивающего и нефтеперерабатывающего оборудования.

Для того, чтобы максимально снизить затраты на транспорт нефти и минимизировать перечисленные выше факторы, была разработана установка комплексной подготовки нефти, в которой происходит обессоливание, обезвоживание и дегазация нефти. Для улучшения их производительности разрабатываются автоматизированные системы управления, увеличивающие качество конечной продукции.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти. Для этого будут разработаны техническое задание на разработку, основные схемы автоматизации, экранные формы, алгоритм пуска/останова технологического процесса и алгоритм сбора данных.

1 Основная часть

1.1 Техническое задание

1.1.1 Полное наименование системы

Проектирование автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти

1.1.2 Назначение и цели создания системы;

1.1.2.1 Назначение системы

Данная АСУ ТП должна обеспечивать:

- автоматизированный процесс обезвоживания, дегазации, обессоливания, и стабилизации нефти;
- передачу на пульт диспетчера актуальной информации о состоянии УКПН и её параметрах;
- безопасность процесса обезвоживания, дегазации, обессоливания и стабилизации нефти;
- снижение человеческого фактора на процесс обезвоживания, дегазации, обессоливания и стабилизации нефти.

Цели создания АСУ ТП:

- повышение качества выходной продукции;
- повышение уровень безопасности эксплуатации УКПН;
- снижение количества затрат на обслуживающий персонал;
- снижение влияния человеческого фактора на процесс обезвоживания, дегазации, обессоливания и стабилизации нефти;
- минимизация расходов электроэнергии;
- снижение скорости износа оборудования.

1.1.2.2 Характеристика объектов автоматизации

Объектами автоматизации являются процессы подачи химреагентов обезвоживания, дегазации, обессоливания и стабилизации нефти.

Из нефтяных скважин в общем случае поступает водонефтяная эмульсия с механическими примесями и попутным газом. Данная смесь непригодна для дальнейшей транспортировки по трубопроводам. Минерализованная вода – это балласт, перекачка которого снижает скорость транспортировки нефти и приводит к коррозии металла. Механические примеси приводят к абразивному износу оборудования. Газ образует газовые шапки, которые создают дополнительное сопротивление при транспортировке нефти.

Для устранения данных воздействий нефть прогоняют через УКПН, где её обезвоживают, дегазируют, обессоливают и стабилизируют.

1.1.3 Требования к системе

1.1.3.1 Требования к системе в целом

Проектируемая АС УКПН должна обеспечивать соответствие стандарту ГОСТ 34.602-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы», а также ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация 13 технологических процессов. Обозначения условных приборов и средств автоматизации в схемах».

1.1.3.2 Требования к техническому обеспечению

АСУ ТП обязана обеспечивать сбор информации от средств автоматизации, которое поставляются совместно с технологическим оборудованием, а также её обработку и передачу.

Количество технических средств в составе АСУ ТП должно быть достаточным для реализации функций, указанных в данном ТЗ. Комплекс АСУ ТП строится на базе следующих специализированных программно-технических средств:

- контроллеры;
- средства хранения данных;
- средства измерения;

- средства метрологической поверки оборудования;
- датчики;
- исполнительные механизмы;
- многофункциональные операторские станции;
- сетевое оборудование.

Оборудование должно работать в следующих условиях:

- температура окружающей среды – от минус 40 до 40 °С;
- температура рабочей среды – от 0 до 300 °С;
- агрессивная рабочая среда.

Поставщик программно-технического комплекса (ПТК) должен выбираться на альтернативной основе исходя из технико-экономического обоснования.

ПТК должен отвечать современным стандартам качества и надёжности, а также иметь сертификаты, подтверждающие его соответствие ГОСТ.

Система должна предусматривать возможность автономной работы ПТК на различных уровнях.

Должна быть реализована система, предотвращающая несанкционированный доступ в ПТК на всех его уровнях. Эта защита должна быть реализована с помощью паролей, ключей допусков или других способов, отвечающих нормам безопасности.

Система должна иметь модульную архитектуру. Контроллеры должны располагаться так, чтобы к ним был беспрепятственный доступ. Сами контроллеры должны иметь модульную архитектуру, которая бы позволяла свободную компоновку каналов ввода/вывода.

Система измерений должна строиться на базе электронных датчиков давления, температуры, расхода. Средства измерений должны иметь стандартные сигналы вида «токовая петля» (4 – 20) мА. Допустимая погрешность измерений должна составлять 1 %.

1.1.3.3 Требования к программному обеспечению

Программным обеспечением, согласно ГОСТ 19781-90, называется «совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ».

Программные средства АС должны отвечать следующим требованиям:

- удобство использования;
- использование HART протокола;
- функциональная достаточность;
- модульность;
- возможность обновления ПО без остановки ТП;
- использование нескольких уровней доступа (реализация возможности наблюдения, частичного управления, полного доступа к системе).

Для оператора должна быть разработана SCADA система. Она должна быть выполнена в виде мнемонической схемы АС. На этой мнемонической схеме должны отображаться:

- значения измеряемых величин в местах, где установлены датчики;
- положения задвижек;
- линии тренда исследуемых величин;
- сведения о состоянии системы.

1.1.3.4 Требования к математическому обеспечению

Разработка математического обеспечения должна производиться с учетом требований, которые предъявляют системам, работающим в режиме реального времени. Разработка математического обеспечения АСУ ТП УКПН разделяется на:

- создание алгоритмов функционального назначения (задачи обработки информации контроллерами);
- создание алгоритмов специального назначения (задачи математических вычислений на уровне SCADA).

1.1.3.5 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение – набор данных, сигналов (входных и выходных), достаточный как по объему, так и по содержанию, для обеспечения стабильной работы всех автоматизированных функций АС, оперативной и достоверной оценки состояния оборудования. Одной из основных задач при разработке информационного обеспечения является организация ЧМИ.

Информационное обеспечение должно включать:

- систему классификации и кодирования информации;
- информационные массивы, включая входную аналоговую и дискретную информацию;
- описание процедуры сбора и передачи информации;
- систему организации базы данных реального времени и архивных данных (протокол событий и историческая база данных);
- формы выходных документов (отчетные листы, ведомости);
- требования к организации ЧМИ, включая способы отображения информации на экране.

1.1.3.6 Требования к документированию

При разработке технического задания учитывались следующие нормативно-технические документы и информационные материалы:

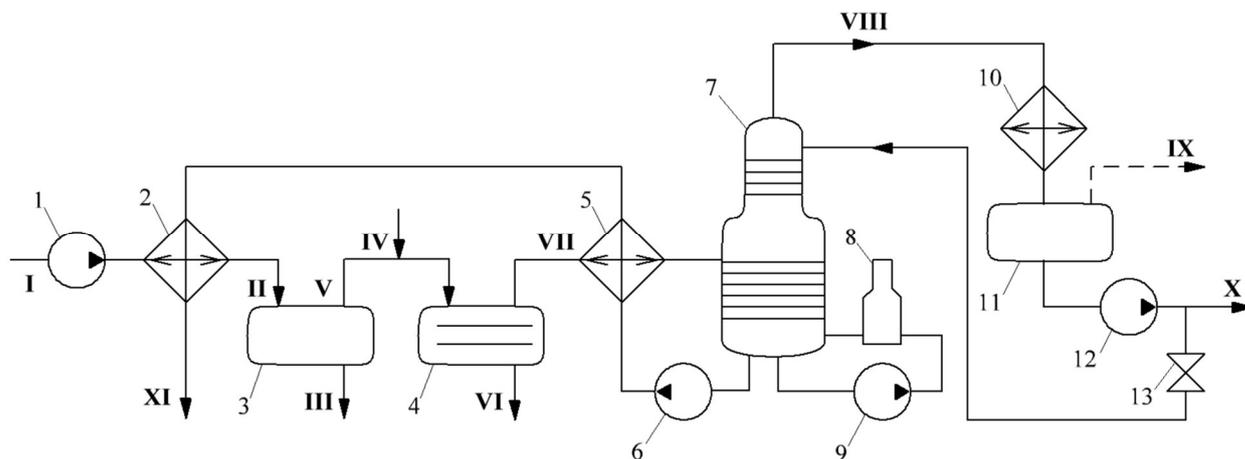
- ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
- ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
- ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.

– ГОСТ 34.603-92. Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем.

– РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

1.2 Описание технологического процесса УКПН

УКПН представляет собой завод по промышленной подготовке нефти. В процесс подготовки входит обессоливание, обезвоживание и дегазация нефти. На рисунке 1 представлена установка комплексной подготовки нефти и указаны направления движения нефти и воды.



1, 6, 9, 12 – насос; 2, 5 – теплообменник; 3 – отстойник; 4 – электродегидратор; 7 – стабилизационная колонна; 8 – печь; 10 – холодильный конденсатор; 11 – емкость орошения; 13 – задвижка; I – холодная дегазированная нефть; II – подогретая нефть; III – дренажная вода; IV – пресная вода; V – обезвоженная нефть; VI – дренажная вода; VII – обезвоженная и обессоленная нефть; VIII – пары легких углеводородов; IX – несконденсировавшиеся пары; X – сконденсировавшиеся пары (широкая фракция); XI – стабильная нефть.

Рисунок 1 – Установка комплексной подготовки нефти

Обезвоживание нефти:

В сырую нефть подается деэмульгатор. Насосом 1 нефть, смешанная с деэмульгатором, направляется в теплообменник 2. В нём смесь нефти и

деэмульгатора нагревается до (50 – 60) °С при помощи горячей стабилизированной нефти, выходящей из ректификационной колонны. После теплообменника водонефтяная эмульсия попадает в отстойник 3. В нём происходит отделение воды от нефти. Отделившаяся дренажная вода закачивается в скважину для поддержания пластового давления.

Обессоливание нефти:

После отстойника 3 обезвоженная нефть смешивается с пресной водой. Эта водонефтяная эмульсия поступает в электродегидратор 4. В нём водонефтяная эмульсия разделяется на обессоленную нефть и солёную вода. Вода сбрасывается для пластовых нужд, а нефть переходит на следующий этап подготовки.

Дегазация и стабилизация нефти:

Через теплообменник 5, где нефть нагревается до температуры, находящейся в диапазоне от 150 до 160 °С за счёт тепла стабильной нефти, выходящей непосредственно снизу ректификационной колонны, нефть поступает в верх ректификационной колонны.

За счёт прокачки нефти через печь насосом 9 она подогревается до температуры 240 °С. Во время процесса нагрева лёгкие фракции углеводорода отделяются от тяжёлых и через верх ректификационной колонны поступают в ёмкость орошения 11. Там они охлаждаются до 30 °С и конденсируются. Сконденсированный газ поступает на ГПЗ.

В печи может также подогреваться часть нестабильной нефти, которая затем подается вверх ректификационной колонны. В результате нагрева из нефти интенсивно испаряются легкие фракции углеводорода.

В результате вышеописанных процессов стабильная нефть оседает на дне ректификационной колонны.

Окончание процесса подготовки:

Стабилизированная нефть насосом 6 через теплообменники 5 и 2 поступает на НПЗ. В процессе перекачки стабилизированная нефть остывает,

отдавая тепло ещё неподготовленной нефти. Это позволяет сэкономить электроэнергию и повысить общий КПД установки.

1.3 Структура и архитектура АС УКПН

Проектирование автоматизированной системы установки комплексной подготовки нефти было выполнено с использованием трёхуровневой системы. Структурная схема приведена в приложении А.

Нижний (полевой) уровень:

Полевой уровень представлен в виде наборов датчиков, электроприводов и исполнительных механизмов. Они реализуют управляющее и регулирующее воздействие. С этих датчиков происходит сбор информации локальными контроллерами.

Для контроля технологических параметров предусматривается использование средств КИПиА.

Средний уровень:

На данном уровне происходит сбор и первичная обработка информации с устройств нижнего (полевого уровня), контроль указанных параметров и приём/передачу данных на верхний (информационно – вычислительный) уровень.

На основе данных, поступивших на средний уровень, оператором или автоматически формируются команды управления и регулирования.

В проектируемой АС средний уровень реализован при помощи ПЛК и модема, при помощи которого происходит обмен информацией с верхним (информационно – вычислительным) уровнем.

Верхний (информационно – вычислительный) уровень:

На данном уровне происходит сосредоточение, обработка и упорядочивание (формирование БД) информации с нижних уровней. Также предусматривается индикация необходимых параметров, регистрация и хранение информации. Здесь происходит формирование отчетной документации и осуществление управления технологическими режимами системы.

Актуальность АРМ оператора УКПН определяется:

- необходимостью повышения эффективности взаимодействия оператора (диспетчера) с системой и сведения к нулю его критических ошибок при управлении;
- сокращением времени на обработку информации, на поиск необходимой информации;
- улучшением качества контроля и учета аналоговых и дискретных параметров;
- управлением технологическим оборудованием, т.е. повышением эффективности работы оператора.

С помощью серверной части выполняется хранение, обработка и обмен информацией.

1.4 Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональные схемы автоматизации являются основным проектным документом, определяющим структуру и уровень автоматизации технологического процесса проектируемого объекта и оснащение его приборами и средствами автоматизации.

В таблице 1 приведены условные обозначения приборов, линий связи и средства автоматизации. В таблице 1 приведены их наименования.

Таблица 1 – Наименования средств автоматизации

Обозначение	Наименование
LV	Регулирующий клапан
ОГ1-200	Отстойник горизонтальный объёмом 200 м ³
ЭГ1-200	Электродегидратор объёмом 200 м ³
РК-1	Ректификационная колонна
ПБ	Печь беспламенного горения
РМР	Насос нефтяной

Продолжение таблицы 1 – Наименования средств автоматизации

Обозначение	Наименование
	Теплообменник
ХК	Холодильный конденсатор

1.4.1 Разработка функциональной схемы по ГОСТ 21.408-2013.

Функциональная схема автоматизации – технический документ, который входит в основной комплект рабочих чертежей проектируемой СА, в соответствии с ГОСТ 21.408-2013, ФСА создается для отображения значимых технических решений.

На функциональной схеме автоматизации представляют технологическое оборудование, а также связующие компоненты (например, трубо- и газопроводы) автоматизированной системы, средства автоматизации и контуры, отвечающие за управление, регулирование и контроль.

Функциональная схема автоматизации может быть выполнена развернутым или упрощенным способами. Различие развернутого способа в том, что на схеме изображаются месторасположения и состав каждого отдельного контура и средств автоматизации. Схема автоматизации в развёрнутом виде приведена в приложении В, в упрощённом – в приложении Б. Средства автоматизации и приборы изображаются, согласно ГОСТ 21.208-2013, в виде условных графических изображений.

На функциональной схеме мы видим следующие обозначения:

-  – прибор измерения расхода, установленный по месту;
-  – прибор измерения уровня, установленный по месту;

- $\textcircled{\text{TE}}_{21.1}$ – прибор измерения температуры, установленный по месту;
- $\textcircled{\text{FT}}_{1.2}$ – преобразователь значений расхода в токовый сигнал, установленный по месту;
- $\textcircled{\text{LT}}_{7.2}$ – преобразователь значений уровня в токовый сигнал, установленный по месту;
- $\textcircled{\text{LIRC}}_{7.3}$ – контур регулирования, индикации и регистрации уровня, установленный по месту;
- $\textcircled{\text{TIRC}}_{17.3}$ – контур регулирования, индикации и регистрации температуры, установленный по месту;
- $\textcircled{\text{FIR}}_{19.3}$ – контур индикации и регистрации расхода, установленный на щите оператора;
- $\textcircled{\text{TIR}}_{21.3}$ – контур индикации и регистрации температуры, установленный на щите оператора.

1.4.2 Разработка функциональной схемы по ANSI/ISA-5.1-2009.

Символьные обозначения устройств, линий связи и механизмов по ANSI/ISA-S 5.1–2009 во многом отличается от обозначений, используемым в России. Согласно этим требованиям, была разработана функциональная схема, приведённая в приложении Г.

1.5 Комплекс аппаратно – технических средств

Для реализации любой автоматизированной системы необходимо правильно подобрать датчики, исполнительные механизмы и контроллерное

оборудование. Очень важно учитывать параметры рабочей среды и условия эксплуатации оборудования, т.к. все данные факторы влияют на корректность выполнения поставленных для АС задач.

1.5.1 Выбор датчиков температуры

В ректификационной колонне очень важно поддерживать температуру заданного значения для более качественного отделения нефти от лёгких флюидов. Для этого было рассмотрено 2 датчика Rosemount 565 и Rosemount 1080C.

Выбор датчиков температуры основывался на оценке следующих характеристик:

- диапазон давления измеряемой жидкости;
- диапазон температур рабочей среды;
- количество контрольных точек;
- длина измерительного органа;
- предел допускаемой абсолютной погрешности;
- погружаемый материал;
- температура окружающей среды;
- выходной сигнал.

Таблица 2 – Сравнение датчиков температуры

Критерий оценивания	Rosemount 565 [13]	Rosemount 1080C [14]
Диапазон давления измеряемой жидкости	До 4 МПа	До 2 МПа
Диапазон температур рабочей среды	От минус 20 до 350 °С	от минус 40 до 750 °С
Критерий оценивания	Rosemount 565	Rosemount 1080C
Количество контрольных точек	Максимум 16	От 2 до 50

Продолжение таблицы 2 – Сравнение датчиков температуры

Критерий оценивания	Rosemount 565 [13]	Rosemount 1080C [14]
Длина измерительного органа	От 5 до 60 м	До 30 м.
Предел допускаемой абсолютной погрешности	0,15 °С	0,15 °С
Погружаемый материал	Нержавеющая сталь (AISI 316)	Нержавеющая сталь (AISI 316)
Температура окружающей среды	от минус 50 до 80 °С	от минус 50 до 80 °С
Выход	Высокоскоростной обмен данными с преобразователем Rosemount 2240S по RS485/Modbus	Беспроводной измерительный преобразователь Rosemount 848T

Из таблицы 2 видно, что Rosemount 1080C имеет большее количество контрольных точек, но длина измерительного органа не достаточна для измерения уровня жидкости в ректификационной колонне высотой 40 м. Оба датчика подходят для измерения рабочей температуры в ректификационной колонне, но Rosemount 1080C он значительно выше. Как Rosemount 565, так и Rosemount 1080C выполнены из нержавеющей стали, что позволяет им работать в условиях агрессивной окружающей среды ректификационной колонны. Для получения выходного сигнала Rosemount 1080C необходим беспроводной измерительный преобразователь Rosemount 848T. Установка данного преобразователя должна выполняться в непосредственной близости от процесса. Использование Rosemount 848T не желательно. Это связано с тем, что передача показаний будет не возможна из-за того, что он рассчитан на температуру окружающей среды от

минус 20 °С. Получение выходного сигнала Rosemount 565 не требует дополнительного обслуживания и максимальное значение рабочей среды соответствует требованиям. Исходя из всего этого было принято решение использовать датчик температуры Rosemount 565 (рисунок 2).



Рисунок 2– Датчик температуры Rosemount 565

Измерение осуществляется с использованием шестнадцати точечных элементов Pt100 на разной высоте. Принцип работы термометра сопротивления Pt100 основан на зависимости электрического сопротивления металлов от температуры. Термопреобразователи изготавливают в виде катушки из тонкой медной или платиновой проволоки на каркасе из изоляционного материала, заключенной в защитную гильзу.

Многоканальный измерительный преобразователь температуры Rosemount 2240S может быть установлен как на верхнюю поверхность датчика температуры, так и удаленно — на трубу диаметром от 33,4 до 60,3 мм или в стену. Возможная температура окружающей среды может изменять от минус 50 до 85 °С, что соответствует требованиям технического задания.

1.5.2 Выбор датчика уровня

В технологических процессах, протекающих на УКПН, происходит разделение водонефтяной эмульсии на 2 фазы – воды и нефти. Для сохранения работоспособности АСУ ТП необходимо поддержание определённого уровня жидкости в резервуарах, чтобы не происходило переполнение или наоборот,

аппарат не работал в холостую. Для данной задачи необходимо правильно подобрать уровнемер.

Выбор датчиков уровня основывался на оценке следующих характеристик:

- диапазон измерений;
- допускаемая погрешность;
- выходные сигналы;
- наличие защиты от взрывов и искр;
- условия окружающей среды;
- коррозионная стойкость.

Основным критерием выбора было наличие коррозионной стойкости и способность измерять уровень двухфазной жидкости и уровень раздела фаз этих жидкостей. Рассматриваемые датчики уровня представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение датчиков уровня

Наименование датчика	Rosemount 5900C [15]	Rosemount 3308 [16]	Магнитно-стрикционный AT100 [17]
Диапазон измерений	От 0,6 до 17 м	От 0,4 до 6 м	до 22,3 м;
Допускаемая погрешность	0,05 %;	0,25 %;	0,01 %
Выходные сигналы	WirelessHART	WirelessHART	4 - 20 мА, Foundation FieldBus Honeywell DE, HART
Вариант исполнения	Искробезопасная цепь	искробезопасная цепь	искробезопасная цепь
Условия окружающей среды	От минус 40 до 150 °С	От минус 40 до 150 °С	от минус 196 до 427 °С
Коррозионная стойкость	Нержавеющая сталь (AISI 316L/EN 1.4404) и ПФС (полифениленсульфид)	нержавеющая сталь 316	304SST, 316SST, C-276, CPVC, PVC, тефлон, титан

Как мы видим, Rosemount 5900C и Rosemount 3308 не удовлетворяет условию уровня измеряемой среды – уровень жидкости в электродегидраторе и отстойнике необходимо измерять от самого дна. Ко всему прочему стоит добавить, что оба этих датчика имеют выходной сигнал в виде WirelessHART, а это требует дополнительных затрат на преобразование, т.к. контроллер подразумевает снятие данных непосредственно с датчика. Все датчики имеют коррозионную стойкость к агрессивным средам. По этим причинам в разрабатываемой АСУ будет использоваться Магнитно-стрикционный уровнемер АТ100 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Датчик уровня АТ100

Работа АТ100 основана на принципе магнитоstriction. Направляющая трубка содержит в себе провод, по которому через фиксированные промежутки времени проходят импульсы тока. Взаимодействие импульса тока с магнитным полем поплавка приводит к возникновению в проводе крутильной деформации в месте нахождения поплавка, которая в виде механической волны распространяется вдоль провода с известной скоростью в оба конца. Запатентованный пьезомагнитный чувствительный элемент, размещённый в корпусе прибора, преобразует полученные механические волны в электрический импульс. С помощью микропроцессорной электроники измеряется интервал времени между отправленным и принятым импульсами, который пропорционален измеряемому уровню.

1.5.3 Выбор датчика расхода

Выбор датчиков расхода производится по следующим критериям:

- температура измеряемой среды;
- температура окружающей среды;
- диаметр монтируемой части;
- погрешность измерения;
- выходной сигнал.

Назначение датчиков расхода в разрабатываемой АСУ заключается в коммерческом учёте жидкости и измерении объёма жидкости, входящей в технологические установки. Для правильной их работы требуется поддержание заданного уровня жидкости, который контролируется количеством входящей и выходящей жидкости. С этой целью устанавливаются расходомеры.

Было рассмотрено 3 датчика расхода: FLUXUS F808, SITRANS F US SONOFLO и Метран-350. Их характеристики приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение датчиков расхода

Наименование датчика	FLUXUS F808 [12]	SITRANS F US SONOFLO	Метран-350
Температура измеряемой среды	от минус 170 до 600 °С	от минус 200 до 250 °С	От минус 40 до 400 °С
Температура окружающей среды	от минус 55 до 90 °С	от минус 40 до 85 °С	От минус 40 до 85 °С
Допускаемая погрешность	0,5 %	0,5 %	0,8 %
Выходные сигналы	(4 – 20) мА, реле	(4 – 20) мА	4-20 мА /HART, Foundation Fieldbus, WirelessHART
Диаметр монтируемой части	от 10 до 6500 мм	от 100 до 1200 мм	От 50 до 2400 мм

SITRANS F US SONOFLO не подходит для разрабатываемой АСУ – температура выходящей из ректификационной колонны нефти имеет

температуру, примерно равную 240 °С, что очень близко к граничному границе диапазона измерения. Самая низкая погрешность у FLUXUS F808. Также он может работать в более суровых условиях окружающей среды. По всем этим причинам в разрабатываемой АСУ будет использоваться именно FLUXUS F808 (рисунок 4).

FLUXUS F808 – ультразвуковой расходомер. Принцип работы заключается в следующем: синтезатор частоты подбирает такое значение частоты ультразвукового сигнала, чтобы по направлению потока укладывалось целое число волн ультразвуковых колебаний. Затем направление излучения реверсируется, и подбирается значение частоты, которое обеспечивает целое число волн против потока. Величина расхода в этом случае пропорциональна разности частот сигналов по потоку и против него. Частотные расходомеры в сравнении с импульсными и фазовыми более устойчивы к загрязнению измеряемой среды, так как прекращают измерение только тогда, когда достигнут результат, а не когда закончилось время импульса.



Рисунок 4 – Датчик расхода FLUXUS F808

1.5.4 Выбор датчика давления

Рабочая среда электродегидратора и отстойника нефти находится под повышенным давлением. В них необходимо поддерживать постоянное давление для сохранения их работоспособности. Для устанавливаются датчики давления. Их цель – сигнализировать диспетчера о превышении нормы давления для дальнейшего принятия решения.

Рабочими параметрами для датчика давления принимаются следующие критерии:

- тип измерений;
- диапазон измерений;
- погрешность измерения;
- температура измеряемой среды;
- выходной сигнал;
- класс защиты.

Таблица 5 – Сравнение датчиков давления

Наименование датчика	Rosemount 2088	Rosemount 3051	Сапфир-22
Тип измерений	Дифференциальное и статическое давление	Относительное, абсолютное и дифференциальный перепад	Абсолютное, избыточное, давление разрежения
Диапазон измерений	До 0,552 МПа	До 13,7 МПа	До 2,5 МПа
Допускаемая погрешность	0,05 %;	0,1 %;	0,5 %
Температура измеряемой среды	От минус 200 до 850 °С	От минус 40 до 150 °С	От минус 30 до 50 °С
Выходные сигналы	HART	(4 – 20) мА с HART-протоколом	(0 – 5) мА (0 – 20) мА (4 – 20) мА
Класс защиты	IP66	IP68	IP65

В таблице 5 приведена сравнительная характеристика выбранных датчиков. По всем вышеперечисленным параметрам было принято решение использовать Rosemount 3051 (рисунок 6). Его класс точности не самый высокий из представленных датчиков, но такой точности достаточно для разрабатываемой автоматизированной системы. Датчик давления Rosemount 2088 не подходит для разрабатываемой АСУ, т.к. рабочее давление электродегидратора составляет 0,6 МПа, что выше максимального измеряемого давления данного датчика. Температура выходящей из электродегидратора жидкости примерно от 50 до 60 °С, что не соответствует параметрам датчика.



Рисунок 5 – Датчик давления Rosemount 3051

Принцип работы:

Измеряемое, и впоследствии преобразуемое, давление через разделительную мембрану и заполняющую его жидкость поступает на измерительную мембрану, изгибание которой влечёт за собой изменения в сопротивлении моста Уинстона. Сигнал такого рассогласования далее преобразуется в цифровой сигнал для последующей его обработки встроенным микропроцессором. Ну, а блок выхода, на электронной плате, далее преобразует эти сигналы уже непосредственно в выходной сигнал – цифровой или стандартный аналоговый в (4 – 20) мА.

1.5.5 Выбор контроллерного оборудования

Основным логическим элементом любой автоматизированной системы является программируемый логический контроллер. Основной его задачей является сбор, обработка и формирование команд на основе собранных данных.

ПЛК должен функционировать в тяжёлых промышленных условиях, обладать длительным временем автономной работы. Очень важно иметь контроллер с длительным временем безотказной работы.

Было рассмотрено 2 контроллера: ОВЕН ПЛК 160 и Siemens S7-1500. Их сравнительная характеристика представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры контроллеров

Контроллеры	ОВЕН ПЛК 160	Siemens S7-1500
Рабочая температура	От минус 10 до 55 °С	От минус 40 до 70 °С
Интерфейсы	RS-232, RS-485, Ethernet 10/100 Мбит/с, USB	Ethernet, RS232, RS485, USB
Протокол передачи данных	Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP HART	PROFINET IO, PROFIBUS DP, AS-Interface
Дискретный ввод/вывод	16/12	16/16
Аналоговый ввод/вывод	8/4	5/2
Время выполнения операций	1 мс	1 мс
Цена	29 280,00 Р	45 485,70 Р

Оба данных контроллера питаются от 24 В и способны считывать сигналы типа (0 – 5) В, (4 – 20) мА и (0 – 10) В. Данные контроллера являются модульными. Это значит, что им дополнительно можно подключить дополнительные модули ввода/вывода. Стоит отметить, что контроллер Siemens S7-1500 (рисунок 6) стоит заметно дороже, но он способен работать в более тяжёлых условиях окружающей среды. Помимо этого, учитывался факт наличия

опыта работы с данными контроллерами. Именно эти факторы стали решающими при выборе контроллерного оборудования, которое будет управлять разрабатываемой автоматизированной системой.



Рисунок 6 – Siemens S7-1500

1.5.6 Выбор исполнительного механизма

Регулирование расхода нефти происходит путём изменения пропускной способности клапана. В данном случае исполнительное устройство разрабатываемой АСУ – регулирующий клапан.

Для реализации АС будет выбрана клиновая задвижка, обеспечивающая линейное регулирование процента от максимального значения расхода жидкости.

Чтобы подобрать параметры, которым должен соответствовать регулирующий клапан, обратимся к характеристикам отстойника.

Максимальная производительность горизонтального отстойника, объём которого составляет 200 м³, составляет 560 м³/час. Рабочее давление – 0,6 МПа, максимальное – 1,6 МПа, $\Delta P = 0,65$ МПа.

Плотность нефти составляет примерно 900 кг/м³, воды – 997 кг/м³.

$$Kv_{\max} = 10^{-2} \cdot Q_{\max} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}}, \quad (1)$$

Подставим полученные значения в уравнение (1). Получим следующие значения:

$$Kv_{\text{нефти}} = 167,$$

$$Kv_{\text{воды}} = 175.$$

Далее подбираем из каталога клапан с пропускной способностью 200, так как необходим запас в диапазоне от 10 до 30 % от посчитанной величины.

Для заданных характеристик подходит односедельный двухходовый регулирующий клапан RV 210. На рисунке 7 отображён выбранный клапан.



Рисунок 7 – Клапан RV 210 с электроприводом.

Характеристики клапана:

- температура рабочей среды T – от минус 40 до 425 °С;
- температура окружающей среды – от минус 40 до 50 °С;
- диаметр монтируемой части – 200 мм;
- давление номинальное PN – 2,5 МПа;
- рабочий ход плунжера – 50 мм.

Температуры, указанные в паспорте исполнительного механизма, подходят для разрабатываемой АСУ. Материал изготовления позволяет работать с агрессивными средами.

Данный клапан поставляется в комплекте с электроприводом производства Regada ST A-2.

Рабочие характеристики:

- напряжение питания – 220 В переменного тока;
- максимальная нагрузочная сила – 9000 до 25000 Н;
- скорость управления – 10 до 120 мм/мин;

- рабочий ход – 8 до 100 мм;
- температура окружающей среды – от минус 50 до 50 °С;
- степень защиты – IP 67.

1.6 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешних проводок представлена в приложении Д.

Внутри блоков, а также между ними от датчиков и исполнительных механизмов до клеммных коробок и шкафа САУ УКПН прокладывается контрольный кабель КВБэ э нг.

Данный кабель используется для прокладки в земле (траншеях), в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов. Кабели должны быть экранированными и негорючими. Поэтому был выбран кабель типа КВВГэ нг (рисунок 7).

Общее описание:

- токопроводящая жила — медная, однопроволочная.
- изоляция из поливинилхлоридного пластиката.
- скрутка — изолированные жилы кабеля скручены.
- в каждом повиве имеется счетная пара, изолированные жилы которой по цвету отличаются друг от друга и от остальных жил. Оболочка из поливинилхлоридного пластиката.
- защитный покров, типа «Б»: подушка из крепированной бумаги и битума, броня из двух стальных не оцинкованных лент, наружный покров из стеклопращи, битума и дробленой слюды, накладывается поверх оболочки.



Рисунок 8 – Кабель КВВГэ нг

Конструкция:

1. Токопроводящая жила – медная проволока;

2. Изоляция – ПВХ пластикат;
3. Экран – обмотка из алюминиевой фольги или ленты;
4. Оболочка – ПВХ пластикат.

Обозначение кабеля КВВГ э 5 х 2,5 8 м означает, что он состоит из 6 изолированных сердечников поперечным сечением 2,5 мм² длиной 8 метров.

Технические характеристика кабеля следующие:

- диапазон температур эксплуатации — от минус 50 °С до 50 °С;
- относительная влажность воздуха при температуре до 35 °С — 98 %;
- гарантийный срок эксплуатации — 3 года с даты ввода кабелей в эксплуатацию;
- срок службы — 25 лет.

1.7 Программное обеспечение

1.7.1 Функции частей ПО

Функционал операционных систем, относительно автоматизации, представлен следующим набором основных функций:

- контроль безопасности информации;
- управление тех. средствами сервера и АРМ;
- обеспечение интерфейсов:
 - 1) пользователя;
 - 2) взаимодействия с прикладным ПО;

К главным функциям ПО АРМ относятся управление исполнительными устройствами, ведение архива сообщений и обеспечение доступа к данным архива, отображение сообщений о критических значениях параметров, ошибках, сбоях. Помимо этого, в данный список можно включить визуализацию технологического процесса, возможность печати отчетов и возможность ввода данных в контроллер.

Сообщения должны содержать необходимую и достаточную информацию для оператора. В большинстве случаев, они содержат необходимое

и измеренные значения, время и дату, условное имя датчика (его расположение в ТП). Данные сообщения можно структурировать по группам, по желанию заказчика, например:

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

Управление исполнительными устройствами выполняется командами: ввод процента открытия, открыть/закрыть.

Отображение ТП на экране содержит следующие элементы:

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

Печать отчетных документов может осуществляться с заданной периодичностью автоматически или же непосредственно оператором или диспетчером «вручную». Возможность ввода данных в контроллер подразумевает задание уставочных значений.

1.7.2 Разработка экранных форм

Для создания ЧМИ будет использован MasterSCADA.

При разработке ЧМИ учитывалось, чтобы мнемосхема содержала только необходимые средства для управления и контроля определенного процесса. Данная мнемосхема приведена в приложении Е.

Для защиты от несанкционированного доступа к SCADA-системе был выбран режим доступа с использованием имени пользователя и пароля.

Экранные формы отображают следующую информацию:

- состояние исполнительных механизмов, датчиков, оборудования;
- показания датчиков температуры, давления, уровня и расхода;

- имя пользователя;
- архив действий оператора;
- предупредительные сообщения;
- аварийные сообщения.

Рисунок 9 – Форма ввода данных для доступа к SCADA-системе

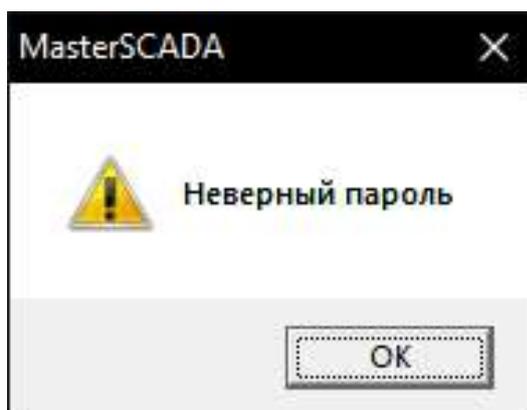


Рисунок 10 – Ошибка ввода пароля

Для функционирования экранной формы необходимо разработать таблицу тегов, значения которых отображают текущие значения технологических процессов.

Они реализованы по следующему шаблону:

aa_bbb_сс, где

aaa – измеряемая величина,

bbb – откуда снимается,

сс – порядковый номер.

Измеряемые величины:

- VL – положение клапана;
- TT – температура в резервуаре;
- PT – давление в резервуаре;
- LT – уровень жидкости в резервуаре;
- FT – расход протекающей через клапан жидкости.

Место снятия:

- PPI – трубопровод на входе системы;
- SMP – отстойник нефти;
- EDH – электродегидратор;
- WPP – трубопровод пресной водой;
- SCL – ректификационная колонна;
- FBF – печь;
- RFD – холодильный конденсатор;
- PPO – трубопровод на выходе системы.

Номер – значение от 01 до 30.

Пример тэга: FT_PPI_01.

В данном случае получаемым значением будет величина расхода водонефтяной эмульсии, протекающая через клапан на входе установки комплексной подготовки нефти. Таблица всех тэгов представлена в приложении Ж.

1.8 Информационное обеспечение

1.8.1 Состав информационного обеспечения

Схема информационных потоков изображена в альбоме схем в приложении И.

Из данной схемы видно, что схема разделяется на несколько уровней. На первом уровне изображены исполнительные устройства и датчики. С нижнего уровня на средний поступают необходимые сигналы измерения и состояния, а

также данные. Со среднего уровня к исполнительным устройствам поступают команды управления.

На среднем уровне ПЛК направляет потоки преобразованной информации как на сервер БД, так и на АРМ оператора. АРМ оператора полученную информацию принимает и отображает. От него поступают команды управления, которые передаются на средний уровень. Регистрация действий оператора в виде журналов событий хранится в АРМ.

ПЛК также направляет потоки преобразованной информации на сервер БД. В сервере вся полученная информация структурируется, после чего обращаться к ней возможно посредством SQL запросов с помощью АРМ диспетчера и производственно-диспетчерской службы.

1.8.2 Метод контроля данных

Проверка состояния передающего датчика является основным методом контроля достоверности данных. Датчик проверяется на нахождение значения переданного параметра в пределах достоверного диапазона и проверяется на обрыв связи. После этого, производится проверка на соответствие заданным показателям.

1.8.3 Информационная совместимость

Использование международных стандартов для передачи данных и организации сетей обмена обеспечивает нужную совместимость с другими сетями. К данным стандартам можно отнести: Modbus RTU, RS-485, Ethernet, HART, а также стандарт языков программирования ПЛК IEC 61131-3.

1.9 Разработка алгоритмов управления

Алгоритм – описывающий порядок действий исполнителя набор инструкций, предназначенный для достижения результата решения задачи за конечное число действий. В данном курсовом проекте алгоритмы описывают логику управления кранами со SCADA-системы.

Все алгоритмы представляют собой взаимосвязь модулей. Данные модули изображаются определенными символами, представленными в ГОСТ 19.701-90. Необходимости в наличии общего цикла внутри алгоритма нет, так как по правилам алгоритм цикличен.

1.9.1 Разработка алгоритма сбора данных

Данный алгоритм представлен в приложении К. На нём демонстрируется алгоритм сбора данных в ректификационной колонне.

1.9.2 Алгоритма пуска технологического оборудования

Данный алгоритм представлен в приложении Л. На нём демонстрируется алгоритм формирования управляющего воздействия в зависимости от того, находится ли температура в ректификационной колонне в заданном диапазоне или нет.

Также на данном алгоритме можно увидеть влияние оператора АРМ. Он может остановить весь процесс нажатием кнопки СТОП.

1.9.3 Алгоритма регулирования технологическим параметром

Для поддержания уровня жидкости в отстойнике была разработана САР. Управляющим воздействием САР является уровень жидкости, который необходимо поддерживать в отстойнике нефти. Возмущающим воздействием является скорость выходящей из отстойника воды.

Структурная схема представлена на рисунке 11. На данной схеме указаны передаточные функции звеньев управления уровнем жидкости.

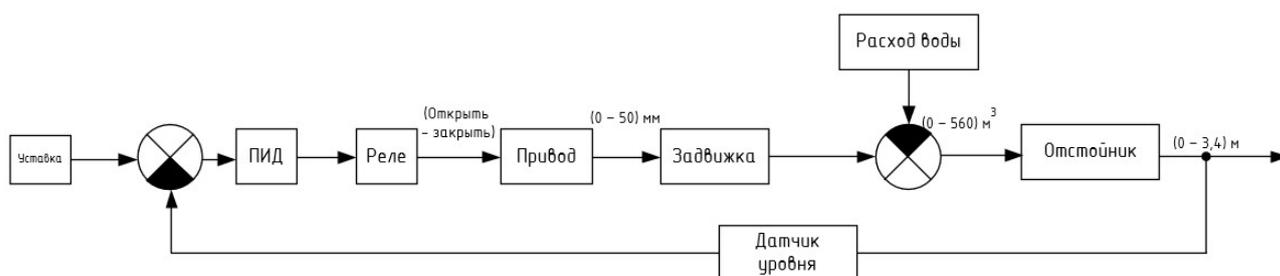


Рисунок 11 – Структурная схема

Реле – нелинейное звено, отвечающее за направление вращения привода, в котором единица – открытие задвижки, минус 1 – закрытие задвижки. Привод меняет положение задвижки. Его передаточная функция выглядит следующим образом:

$$W_{\text{привода}} = \frac{1}{T_{\text{привода}}s + 1}, \quad (2)$$

где $T_{\text{привода}} = 0,01$.

От положения задвижки зависит поток жидкости, проходящей через трубопровод.

$$W_{\text{задвижки}} = \frac{k_{\text{задвижки}}}{T_{\text{задвижки}}s}, \quad (3)$$

где $k_{\text{задвижки}} = \frac{1}{50} = 0,02$, происходит преобразование положения задвижки от 0 до 50 мм в процент открытия (0 – 1), 0 – задвижка закрыта, 1 – задвижка полностью открыта, а пропускная способность задвижки равна пропускной способности клапана $0,17 \text{ м}^3/\text{сек}$,

$T_{\text{задвижки}} = 25$ – задвижка полностью открывается за 25 секунд.

Расход жидкости необходимо преобразовать в объём, занимаемой этой жидкостью в отстойнике нефти.

Объём жидкости преобразуется в её уровень. Примем горизонтальный отстойник жидкости за идеальный цилиндр. При пересчёте объёма в уровень занимаемой жидкости выяснилось, они связаны нелинейно. Для решения этой проблемы была создана тарифовочная таблица, пересчитывающей объём жидкости в отстойнике в её уровень. Часть тарифовочной таблицы представлено на рисунке 12.

h	S	R	acos	sin(acos)	V
0	0	1,7	0	0	0
0,01	0,002456		0,108518	0,215337	0,056791
0,02	0,006942		0,153544	0,302284	0,160488
0,03	0,012741		0,188145	0,367472	0,294574
0,04	0,019599		0,217358	0,421153	0,453124
0,05	0,027366		0,243134	0,46733	0,632697
0,06	0,035941		0,266472	0,508072	0,83096
0,07	0,045251		0,287966	0,544617	1,046194
0,08	0,055236		0,308002	0,577778	1,27706
0,09	0,065851		0,326849	0,608126	1,522477
0,1	0,077056		0,344701	0,636076	1,781544
0,11	0,088819		0,361707	0,661948	2,053498
0,12	0,101111		0,377981	0,685988	2,337681
0,13	0,113906		0,393613	0,708398	2,633515
0,14	0,127184		0,408678	0,729339	2,940487
0,15	0,140923		0,423236	0,748947	3,258141

Рисунок 12 – Тарировочная таблица

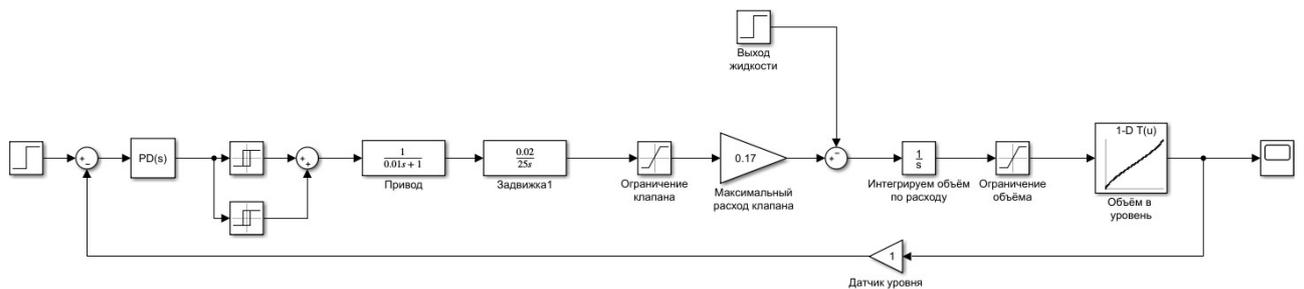


Рисунок 13 – Математическая модель в среде Matlab

Настройку ПИД регулятора было принято проводить методом Циглера-Николса [24]. Этот метод заключается в постепенном изменении пропорциональной составляющей ПИД регулятора до тех пор, пока система не выйдет на автоколебания. Интегральная и дифференциальная составляющая при этом равна нулю.

Далее по следующим формулам рассчитываются параметры регулятора:

$$k_n = 0.06 \cdot k_{пред}, \quad (4)$$

$$T_u = \frac{T_{пред}}{2}, \quad T_d = \frac{T_{пред}}{82}, \quad (5)$$

где $k_{пред}$ – это коэффициент пропорциональности регулятора при автоколебаниях,

k_n = коэффициент пропорциональной составляющей ПИД-регулятора,

T_u = коэффициент интегральной составляющей ПИД-регулятора,

T_d = коэффициент дифференциальной составляющей ПИД-регулятора,

$T_{\text{пред}}$ – это период колебаний. Данный метод не позволил вывести систему в устойчивое состояние, но позволило определить начальные данные для ручной подстройки.

При настройке ПИД регулятора было принято решение использовать ПД регулятор, т.к. в системе уже находится астатизм второго порядка. Коэффициенты подпирались ручным методом настройки из – за присутствующей нелинейности в системе. Коэффициенты ПД регулятора имеют следующие значения – $\text{П} = 9,06 \cdot 10^{-6}$, $\text{Д} = 0,38$.

На рисунке 10 представлена реакция системы на возмущение.

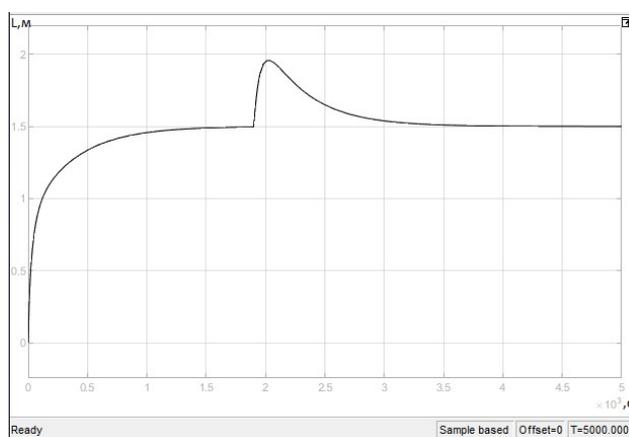


Рисунок 14 – Реакция системы на возмущающее воздействие

На данном рисунке видно, что у данной САР отсутствует перерегулирование. Это очень важно для сохранения работоспособности клапана. При иных значениях пропорциональной и дифференциальной составляющих ПД регулятора либо появляется перерегулирование, но происходит более быстрый переходный процесс, либо переходный процесс крайне медленный.

Наполнение ёмкости жидкости объёмом 200 м^3 составляет примерно 25 минут. При максимальной производительности отстойника в $560 \text{ м}^3/\text{час}$ данное значение является хорошим результатом.

2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

2.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследований являются организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, в частности занимающиеся очисткой и подготовкой нефтепродуктов. Для данных предприятий индивидуально разрабатывается система диспетчерского управления для установки комплексной подготовки нефти.

В настоящей работе приведены решения по автоматизации технологического процесса промышленной подготовки нефти, протекающего на установке комплексной подготовке нефти. Был произведён подбор датчиков, контроллерного оборудования, подбор исполнительных механизмов, разработка алгоритмов управления и экранных форм. Для сравнения своей разработки с конкурентными был произведён анализ конкурентных решений, который покажет целесообразность дальнейшей разработки автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти.

2.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений проводится с помощью оценочной карты, приведенной в таблице 7. Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления УКПН, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Среди производителей рассматриваемой системы можно выделить следующих: ООО «Научно – исследовательский и проектный институт по обустройству нефтяных и газовых месторождений НПК «Грасис», АО НПФ «Микран»

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Разработка	Решение 1	Решение 2	Разработка	Решение 1	Решение 2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Модульность	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
2. Простота внедрения	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
3. Ремонтопригодность	0,06	4	3	2	0,24	0,18	0,12
4. Использование современных технологий передачи данных	0,04	5	3	2	0,2	0,12	0,08
5. Точность измерений	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
6. Надёжность автоматизированной системы управления	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
7. Эргономичность интерфейса	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
8. Возможность модификации	0,07	4	3	4	0,28	0,21	0,28
9. Простота конструкции	0,06	4	2	3	0,24	0,12	0,18
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	5	4	3	0,3	0,24	0,18
3. Послепродажное обслуживание	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
4. Затраты на обслуживание	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
Итого:	1,00	59	41	44	4,51	3,18	3,51

Согласно оценочной карте, можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: возможность модификации автоматизированной системы управления, эргономичность интерфейса и модульность.

Анализируя экономические критерии оценки, можно сделать вывод, что предложенное решение опережает аналоги в следующих критериях: предполагаемый срок эксплуатации и послепродажное обслуживание.

2.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Составляем результирующую матрицу SWOT.

Таблица 8 – SWOT - анализ

	<p>Сильные стороны: С1. Возможность модификации. С2. Модульность автоматизированной системы. С3. Современные датчики и исполнительные механизмы. С4. Использование современных способов передачи данных.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Отсутствие персонала, имеющего опыта работы с новой технологией. Сл2. Отсутствие опытно-наладочных работ. Сл3. Сложность конструкции.</p>
<p>Возможности: В1. Увеличение числа экспертов в области разработки и эксплуатации автоматизированных систем управления. В2. Увеличение числа установок комплексной подготовки нефти. В3. Увеличение влияния автоматизации в нефтяной промышленности.</p>	<p>В1С2. Уменьшение времени технического обслуживания, сокращение времени простоя оборудования. В2С1. Разработка автоматизированной системы УКПН позволит в дальнейшем производить модернизацию с меньшими затратами по сравнению с конкурентами</p>	<p>В1Сл1. Привлечение экспертов и проведение большего числа практических занятий на АС. В3Сл3. Улучшение конструкторской документации, упрощающего работу с данной АС.</p>

Продолжение таблицы 8 – SWOT - анализ

В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.	В4С3. Лучшие технические характеристики АСУ.	
Угрозы: У1. Желание компаний использовать только проверенные разработки. У2. Отсутствие специалистов, способных работать с данной системой. У3. Отсутствие возможности проверить надёжность системы в реальных условиях	У1С2. Создать возможность компаниям испытать часть в пробном режиме. У3С2С3. Создать условия, позволяющие сторонним компаниям проводить испытания данной автоматизированной системы.	У2Сл1. Создать условия для обучения персонала, способного работать с данной автоматизированной системой. У3Сл3. Провести серию испытаний в рабочих условиях с целью проверить надёжность системы и в дальнейшем её доработать.

2.4 Планирование научно – исследовательских работ

2.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Группа участников состоит из Инженера и научного руководителя. Для выполнения научного исследования сформирован ряд работ, назначены должности исполнителя для каждого этапа работы (таблица 9). Инженер выполняет роль разработчика, а руководитель следит за корректностью протекающего процесса

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основной этап	№ Раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовка к исследованию	1.	Выбор темы научного исследования	Инженер
Подготовка к исследованию	2.	Разработка и утверждение технического задания	Инженер Руководитель
	3.	Выбор направления исследования	Инженер Руководитель
Поиск материалов	4.	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	5.	Анализ отобранного материала	Инженер Руководитель

Продолжение таблицы 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основной этап	№ Раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка автоматизированной системы управления	6.	Описание технологического процесса	Инженер
	7.	Составление функциональных схем автоматизированной системы	Инженер
	8.	Составление схемы информационных потоков автоматизированной системы	Инженер
	9.	Подбор датчиков и исполнительных механизмов для реализации автоматизированной системы	Инженер
Составление технической документации и	10.	Выбор алгоритмов управления автоматизированной системы	Инженер
	11.	Разработка схем внешних проводок	Инженер
	12.	Разработка мнемосхемы	Инженер
Оформление отчёта по НИР	13.	Составление пояснительной записки	Инженер Руководитель
	14.	Проверка работы с руководителем	Инженер Руководитель
	15.	Подготовка презентации дипломного проекта	Инженер Руководитель

2.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (6)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожіi}}{Ч_i}, \quad (7)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожіi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (8)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22, \quad (9)$$

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

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

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

Все рассчитанные значения приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни		Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель
	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель				
Выбор темы научного исследования	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3	-
Разработка и утверждение технического задания	5	3	10	7	7	4,6	3,5	2,3	5	3
Выбор направления исследования	2	1	2	3	2	1,8	1	0,9	2	2
Подбор и изучение материалов по теме	3	-	4	-	3,4	-	3,4	-	5	-
Анализ отобранного материала	2	1	3	2	2,4	1,4	1,2	0,7	2	1
Описание технологического процесса	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
Составление функциональных схем автоматизированной системы	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3	-
Составление схемы информационных потоков автоматизированной системы	4	-	6	-	4,8	-	4,8	-	6	-
Подбор датчиков и исполнительных механизмов для реализации автоматизированной системы	5	-	7	0	5,8	-	5,8	-	8	-
Выбор алгоритмов управления автоматизированной системы	4	-	6	0	4,8	-	4,8	-	6	-

Продолжение таблицы 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни			Инженер	Руководитель	
	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер			Руководитель
Разработка схем внешних проводок	3	-	4	0	3,4	-	3,4	-	5	-
Разработка мнемосхемы	1	-	2	0	1,4	-	1,4	-	2	-
Составление пояснительной записки	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
Проверка работы с руководителем	3	3	4	4	3,4	3,4	1,7	1,7	3	3
Подготовка презентации дипломного проекта	3	1	4	2	3,4	1,4	1,7	0,7	3	1
Итого:							39,6	7	56	11

На основе таблицы 10 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 10 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. Полученный график представлен в таблице 11. Данный график наглядно демонстрирует процесс продвижения разработки автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти. В ней отображены все ключевые этапы, которые необходимо пройти для её реализации, и сроки их прохождения. Для наглядности были использованы следующие обозначения

 - руководитель

 - инженер

Таблица 11 – Календарный план-график выполнения проекта

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki}	Продолжительность выполнения работ									
				Март			Апрель			Май			
				1	2	3	1	2	3	1			
1	Выбор темы научного исследования	И	3	■									
2	Разработка и утверждение технического задания	И, Р	5 3	■	▨								
3	Выбор направления исследования	И, Р	2 2		▨								
4	Подбор и изучение материалов по теме	И	5		■								
5	Анализ отобранного материала	И, Р	2 1			▨							
6	Описание технологического процесса	И	2			■							
7	Составление функциональных схем автоматизированной системы	И	3			■							
8	Составление схемы информационных потоков автоматизированной системы	И	6			■							
9	Подбор датчиков и исполнительных механизмов для реализации автоматизированной системы	И	8				■						
10	Выбор алгоритмов управления автоматизированной системы	И	6					■					
11	Разработка схем внешних проводок	И	5							■			
12	Разработка мнемосхемы	И	2								■		
13	Составление пояснительной записки	И, Р	1 1									▨	
14	Проверка работы с руководителем	И, Р	3 3										■
15	Подготовка презентации дипломного проекта	И, Р	3 1										▨

2.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

2.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{рас} xi}, \quad (10)$$

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

$N_{\text{рас} xi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 12 представлены материальные затраты на проведение научного исследования.

Таблица 12 – Затраты на научные исследования.

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Стоимость
Ноутбук Dell Vostro 5568	1	30000	30000
Мышь	1	1500	1500
Коврик для мыши	1	300	300
Итого:		31800	

2.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в таблице 13.

Таблица 13. Затраты на специальное обеспечение

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	MatLab	1	8 130,5	8 130,5
№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
2.	Microsoft Office	1	5 990	5 990
3.	Microsoft Windows	1	9 390	9 390
Итого:				23 510,5

2.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (11)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (12)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 8);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (13)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочих дней (таблица 14)

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (14)$$

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30 % от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно (0,2 – 0,5) (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: (15 – 20) % от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Основная заработная плата **руководителя** (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор. Базовый оклад Z_6 определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия.

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

Таблица 15 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м,}$ руб	$Z_{дн,}$ руб.	$T_{р,}$ раб. дн.	$Z_{осн,}$ руб.
Руководитель	33 664	-	-	1,3	43 763,2	1 813,3	7	12 693,1
Инженер	12 663	-	-	1,3	16 461,9	682,1	39,6	27 011,16
Итого								39 704,26

2.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (15)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (0,12).

Получим:

$$Z_{доп НР} = 0.12 \cdot 12 693,1 = 1 523,17,$$

$$Z_{доп И} = 0.12 \cdot 27 011,16 = 3 241,34.$$

2.5.5 Отчисление во внебюджетные фонды

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (16)$$

где $k_{внеб}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды,

$Z_{осн}$ – затраты на основную заработную плату,

$Z_{доп}$ – затраты на дополнительную заработную плату.

Расчет отчислений приведен в таблице 16. Оклады руководителя и инженера различаются в связи с различными выполняемыми функциями, поэтому и рассчитывать их приходится отдельно

Таблица 16 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений	Отчисления
Руководитель	12 693,1	1 523,17	0.271	3 852,61
Инженер	27 011,16	3 241,34		8 198,43
Итого				12 051,04

2.6 Прочие прямые затраты

К прочим прямым затратам относятся затраты на электроэнергию. Стоимость 1 кВт составляет 5,8р. Используемый ноутбук потребляет в среднем 65Вт в час. Всего за этим ноутбуком было проведено 45 дней по 6 часов.

$$Z_{эн} = 65 \cdot \frac{5,8}{1000} \cdot 6 \cdot 39,6 = 89,58 \text{ руб.}$$

2.6.1 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:

$$C_{накл} = k_{накл} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (17)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов, 16 %.

Получим:

$$Z_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (39\,704,26 + 4\,764,51) = 7\,115 \text{ руб.}$$

2.6.2 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 17. В ней приведены статьи, которые необходимо учитывать при расчёте затрат НИИ

Таблица 17 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
Материальные затраты НИИ	31 800	Пункт 3.1
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	23 510,5	Пункт 3.2
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	39 704,26	Пункт 3.3
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4 764,51	Пункт 3.4
Отчисление во внебюджетные фонды	12 051,04	Пункт 3.5
Продолжение таблицы Прочие расходы	89,58	Пункт 3.6
Накладные расходы	7 115	Пункт 3.7
Бюджет затрат НИИ	125 039,13	Сумма ст. 1-7

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (см. таблицу 16). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (18)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{ri} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (19)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 18).

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэф.	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	I_{p1}	I_{p2}	I_{p3}
1.Материало-ёмкость	0,05	2,00	3,00	5,00	0,1	0,15	0,25
2.Надежность	0,10	4,00	4,00	3,00	0,4	0,4	0,3
3.Производительность	0,25	5,00	2,00	3,00	1,25	0,5	0,75
4.Удобство эксплуатации	0,15	5,00	3,00	4,00	0,75	0,45	0,6
5.Энергосбережение	0,25	3,00	5,00	5,00	0,75	1,25	1,25
6. Безопасность	0,20	4,00	5,00	2,00	0,8	1	0,4
Итого	1,00	26,00	22,00	21,00	4,05	3,75	3,55

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения

разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \text{ и т.д.} \quad (20)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность

проекта (см. таблицу 18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}, \quad (21)$$

Таблица 19 – Сравнительная эффективность разработки

Показатель	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Интегральный финансовый показатель	1	0,93	0,97
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,05	3,75	3,55
Интегральный показатель эффективности	4,05	4,03	3,66
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,005	1,107

2.8 Вывод по разделу

Исходя из полученных данных сравнения финансовой и ресурсной эффективности различных вариантов исполнения, несколько более эффективным является первый вариант исполнения. В результате проведения исследования по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» определили показатели затрат научно-исследовательской работы. Бюджет затрат НИИ составил 125 039,13 рублей, основную часть данного финансирования обеспечивает Томский политехнический университет. В аудиториях ТПУ для студентов предоставляются персональные компьютеры с установленным лицензионным обеспечением Microsoft Office Word, Excel, PowerPoint и MasterSCADA. В ходе работы разработчикам самостоятельно необходимо будет приобрести канцелярские принадлежности.

3 Социальная ответственность

Ни одна область человеческой деятельности не может быть не сопряжена с воздействием вредных и опасных факторов. Одной из главных задач на сегодняшний день является снижение влияния этих факторов на организм человека и окружающую природу.

В данном разделе рассматриваются основные опасные и вредные факторы и способы по снижению их воздействия на организм человека. Кроме этого, рассматриваются основные нормативные документы, регулирующие влияние данных воздействий.

В настоящей работе приведены решения по автоматизации технологического процесса промысловой подготовки нефти, протекающего на установке комплексной подготовке нефти.

Цель работы – разработка проекта АСУ ТП установки комплексной подготовки нефти. Объект исследования – установка комплексной подготовки нефти.

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Трудовые отношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом Российской Федерации. В нём описываются основные нормы и правила, которые обязаны соблюдать рабочий и работодатель в случае возникновения трудовых отношений.

График работы персонала должен соответствовать 16 главе трудового кодекса, регламентирующей режим рабочего времени.

Т.к. технологический процесс, протекающий на УКПН, является непрерывным, то использование стандартной пяти- или шестидневной рабочей недели не представляется возможным. Наиболее подходящим является сменный режим рабочего времени. Сменный режим работ обеспечивает непрерывный режим обслуживания работы установки комплексной подготовки нефти.

На объекте применяется четырёхсменный бригадный график сменности. Согласно такому графику сменности ежедневно работают три бригады, каждая

в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Безопасность труда работника регламентируется нормативным документом под названием «Система стандартов безопасности труда» (ССБТ). Обслуживание данной автоматизированной системы управления подразумевает работу с персональным компьютером. В данном случае рабочее место сотрудника регулируется ГОСТ 12.2.032-78. Зонирование рабочего места отображено на рисунке 15. Оптимальным является размещение предметов труда и документации следующим образом:

- моноблок со встроенным дисплеем располагается в центральной части зоны 3;
- клавиатура располагается в зоне 1;
- мышь располагается в зоне 2 справа;
- документация, необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – 3, а в выдвижных ящиках стола – литература, неиспользуемая постоянно.

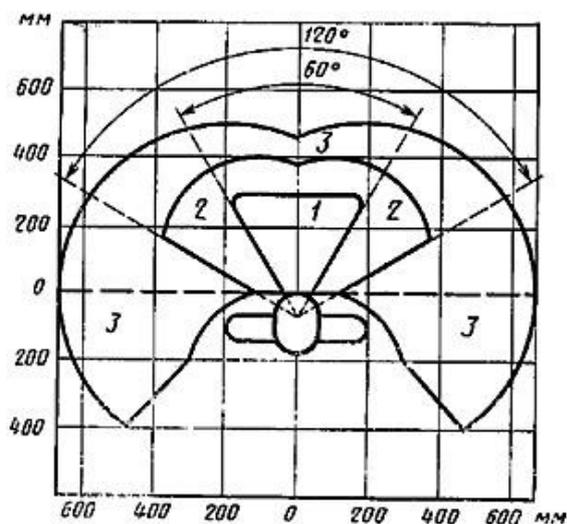


Рисунок 15 – Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления

Конструкция кресла позволяет регулировать положение сиденья по вертикали.

3.2 Производственная безопасность

Таблица 20 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изготов- ление	Эксплу- атация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
2. Превышение уровня шума		+		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»
3.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»
4.Повышенное значение электромагнитного излучения	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
5.Вероятность получения удара электрическим током	+	+	+	

3.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

3.3.1 Микроклимат

Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Отклонения показателей микроклимата может привести гипо- или гипертермии организма. Эти отклонения появляются вследствие изменения температуры окружающей среды и влажности воздуха.

В таблице 19 представлены оптимальные показатели микроклимата. Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека.

Оптимальными являются критерии, которые не причиняют вреда здоровью человека и являются наиболее комфортными для работы.

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

Таблица 21 – Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	(22 – 24)	(21 – 25)	(40 – 60)	0,1
Тёплый	Ia (до 139)	(23 – 25)	(22 – 26)	(40 – 60)	0,1

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8 - часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины. Допустимые показатели параметров микроклимата представлены в таблице 20.

Таблица 22 – Допустимые параметры микроклимата

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Ниже оптимальных не более	Выше оптимальных не более			Ниже оптимальных не более	Выше оптимальных не более
Холодный	Ia	(20,0 - 21,9)	(24,1 - 25,0)	(19,0 - 26,0)	(15 – 75)	0,1	0,1
Тёплый	Ia	(21,0 - 22,9)	(25,1 - 28,0)	(20,0 - 29,0)	(15 – 75)	0,1	0,2

С целью снижения воздействия отклонений показателей микроклимата необходимо установить кондиционеры для снижения температуры и увлажнитель воздуха для поддержания оптимальной влажности. При понижении температуры ниже допустимой необходимо включить обогреватели.

3.3.2 Превышение уровня шума

Источником возникновения является технологический процесс работы УКПН, работа вентилятора и т.д. Превышение уровня шума приводит к раздражительности, головным болям, головокружению, снижению памяти, повышенной утомляемости, понижению аппетита, боли в ушах и т. д.

Допустимые значения звукового давления представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА
	63	125	250	1000	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

Для снижения уровня шума применяют: подавление шума в источниках; звукоизоляция и звукопоглощение; увеличение расстояния от источника шума; рациональный режим труда и отдыха.

3.3.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещённость рабочей зоны приводит к снижению зрения рабочего и уменьшению внимания. Недостаточная освещённость может быть результатом неправильного расположения источников искусственного света и неправильной планировки окон.

Требования к освещению на рабочих местах при работе с ПК представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Требования к освещению на рабочих местах

Освещенность на рабочем столе	От 300 до 500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блёсткость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослеплённости	не более 20

Продолжение таблицы 24 – Требования к освещению на рабочих местах

Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	От 3:1 до 5:1
между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5 %

Для снижения влияния недостаточной освещённости применяется использование дополнительных источников искусственного света.

3.3.4 Повышенное значение электромагнитного излучения

Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к раковым заболеваниям. Источниками электромагнитного излучения являются системный блок и кабели, соединяющие электрические цепи. Другими источниками электромагнитного излучения могут являться находящиеся рядом линии электропередач и сотовые вышки

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ указаны в таблице 25.

Таблица 25 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		500 В

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.

3.3.5 Вероятность получения удара электрическим током

Удар электрическим током возможно получить при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Помещение, в котором расположено рабочее место, относится к категории без повышенной опасности и соответствует следующим условиям:

- напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц;
- относительная влажность воздуха 50 %;
- средняя температура около 24 °С;
- наличие непроводящего полового покрытия.

Для снижения вероятности поражения электрическим током ПЭВМ должны быть оборудованы защитным занулением; подача электрического тока в помещение должна осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

3.4 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя

Рабочий процесс осуществляется в помещении, относящемся к категории «без повышенной опасности». Перед началом работы следует произвести осмотр рабочего места, что позволит снизить риск поражения электрическим током.

Работа оператора ПЭВМ подразумевает напряжённую зрительную работу. Для снижения зрительного напряжения регулярно проводится комплекс упражнений для глаз.

Во время своей работы ПЭВМ нагревается. Для снижения влияния ПЭВМ на микроклимат регулярно проветривается помещение.

3.4.1 Экологическая безопасность

Задача работы УКПН заключается в обессоливании, дегазации, обезвоживании, стабилизации и извлечении нефти от механических примесей. В результате этих действий происходит выделение химически негативных для экологий веществ. Регулирование предельно допустимых веществ в атмосферу обеспечивает «Методика по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу».

Для снижения негативного влияния на окружающую среду используют, физико-химическую очистку воды и установка фильтров на дыхательные клапаны резервуаров, сепараторов, отстойниках. Попутный газ поставляется на газоперерабатывающий завод для глубокой химической очистки.

В результате человеческой деятельности образуются бытовые отходы. Эти отходы собираются в контейнерах и отправляются на дальнейшую переработку с целью снижения влияния на литосферу.

3.4.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Основной рабочей зоной является специально оборудованная комната. Основная деятельность заключается во взаимодействии с ПЭВМ. Наиболее типичной ситуацией чрезвычайной ситуации в данном случае является возникновение пожара. Пожар может возникнуть в результате неисправности электрооборудования.

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать правила пожарной безопасности. До начала работ удостовериться в исправности используемого оборудования.

Помещение оборудовано, порошковым огнетушителем ОП-10(б)-АВСЕ МИГ Е. При проектировании здания были запланированы места подъезда пожарных и указаны места расположения пожарных щитов.

В случае возникновения неконтролируемого горения необходимо:

- сообщить диспетчеру о возникновении пожара;
- по возможности обесточить рабочее помещение;
- покинуть помещение согласно плану эвакуации;
- при задымлении необходимо защитить органы дыхания, лечь на пол

и как можно раньше покинуть опасную зону.

3.5 Выводы по разделу

В данной главе выпускной квалификационной работы были рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье человека. Кроме этого, были рассмотрены нормативные документы, регулирующие воздействие данных факторов на человека.

Были описаны обоснованные мероприятия по снижению уровня воздействия этих факторов на человека, указаны факторы, влияющие на экологическую безопасность и основные мероприятия по снижению вредных выбросов в природу. Произведённый анализ показал, что основной чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара на месте оператора ПЭВМ. В разделе перечислены основные мероприятия, позволяющие предотвратить подобную чрезвычайную ситуацию.

Заключение

В ходе данной дипломной работы была разработана проектная документация на автоматизацию установки комплексной подготовки нефти. Проектная документация представлена в виде схемы проводок, структурной схемы, схемы информационных потоков, функциональной схемы в соответствии с ГОСТ 21.208-2013, ГОСТ 21.408-2013 и стандартом ANSI/ISA 5.1–2009.

Также была разработана сама система автоматизации. Она включает в себя набор датчиков, контроллерное оборудование и исполнительные механизмы. Разработанная автоматизированная система управления базируется на программируемом логическом контроллере Siemens S7-1500. Используются следующие датчики: датчик температуры Rosemount 565, датчик уровня AT100, датчик расхода FLUXUS F808 и датчик давления Rosemount 3051.

Также было проведено моделирование отстойника нефти в программном пакете Matlab версии 2019a Simulink. Метод настройки ПИД-регулятора методом Циглера-Николса не позволил вывести систему в регулируемое состояние. Был выбран ПД-регулятор и произведена его ручная настройка.

Ко всему прочему было разработано алгоритмическое обеспечение технологического процесса, а именно были разработаны алгоритмы открытия и закрытия кранов со SCADA-системы, а также алгоритм пуска/остановки технологического оборудования и алгоритм сбора данных.

Помимо этого, были разработаны экранные формы для обеспечения непрерывного контроля технологического процесса.

Разработанная АСУ УКПН выполнена в соответствии со всеми требованиями, указанными в техническом задании.

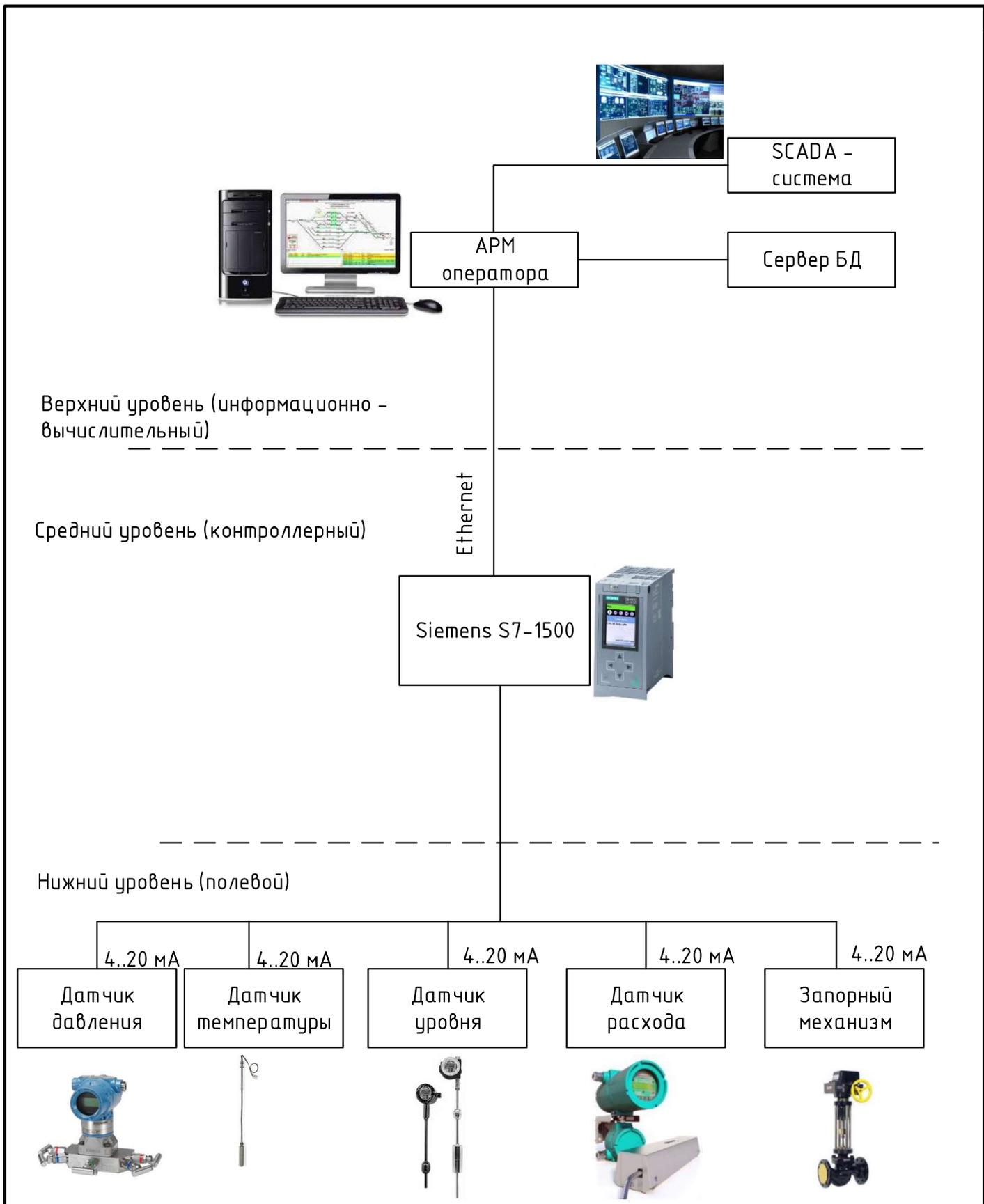
Список используемой литературы

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009.
2. ГОСТ 19.701-90 «ЕСПД Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения».
3. Установка комплексной подготовки нефти. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://poznayka.org/s80961t1.html>, свободный
4. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие.
5. Сваровская Н. А. Подготовка, транспорт и хранение скважинной продукции: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2004. – 268 с.
6. Ознакомление с работой основных узлов установки комплексной подготовки нефти (УКПН). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://studopedia.org/11-21920.html>, свободный.
7. ГОСТ Р 51858-202. Нефть. Общие технические условия.
8. ГОСТ 21.408-2013. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 38 с
9. ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 15 с.
10. ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
11. ANSI/ISA-5.1-2009, Instrumentation Symbols and Identification Расходомер жидкости FLUXUS F800 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.flexim.com/ru/ustroystva/postoyannyu-ashodomerdlyazhidkostey/fluxus-f808>, свободный.

12. Массовый расходомер SITRANS F C MASSFLO. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.ste.ru/siemens/flow.html>, свободный.
13. Датчик температуры Rosemount 565 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.emerson.com/en-us/catalog/rosemount-565-and-566-multiple-spot-temperature-sensor>, свободный.
14. Датчик температуры Rosemount 1080C. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-multipoint-thermocouple-rtd-profiling-sensors-type-tx-mtx-wx-mwx-en-88382.pdf>, свободный.
15. Датчик уровня Rosemount 5900C [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-5900c-radar-level-gauge-ru-ru>, свободный.
16. Датчик уровня Rosemount 3308 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.emerson.ru/ru-ru/automation/measurement-instrumentation/level/continuous-level-measurement/guided-wave-radar/rosemount-3308-wireless-level-transmitter>, свободный.
17. Магнитно-стрикционный уровнемер AT100 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ktekcorp.ru/products/365/>, свободный.
18. Массовый расходомер SITRANS F C MASSFLO [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ste.ru/siemens/flow.html>, свободный.
19. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
20. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
21. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
22. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
24. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
25. Настройка типовых регуляторов по методу Циглера–Николса: метод. указания к выполнению лаб. работы для студентов/ сост. О.С. Вадутов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 10 с.
26. Сидоров, С.Н. Теория автоматического управления в задачах электропривода: учебное пособие / С.Н. Сидоров, Н.А. Лунина. – Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 122 с.
27. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
28. Капля Е. В., Кузеванов В. С, Шевчук В. П. Моделирование процессов управления в интеллектуальных измерительных системах. – М.: ФИЗМАЛИТ, 2009. – 512 с.

Приложение А
(Обязательное)
Структурная схема

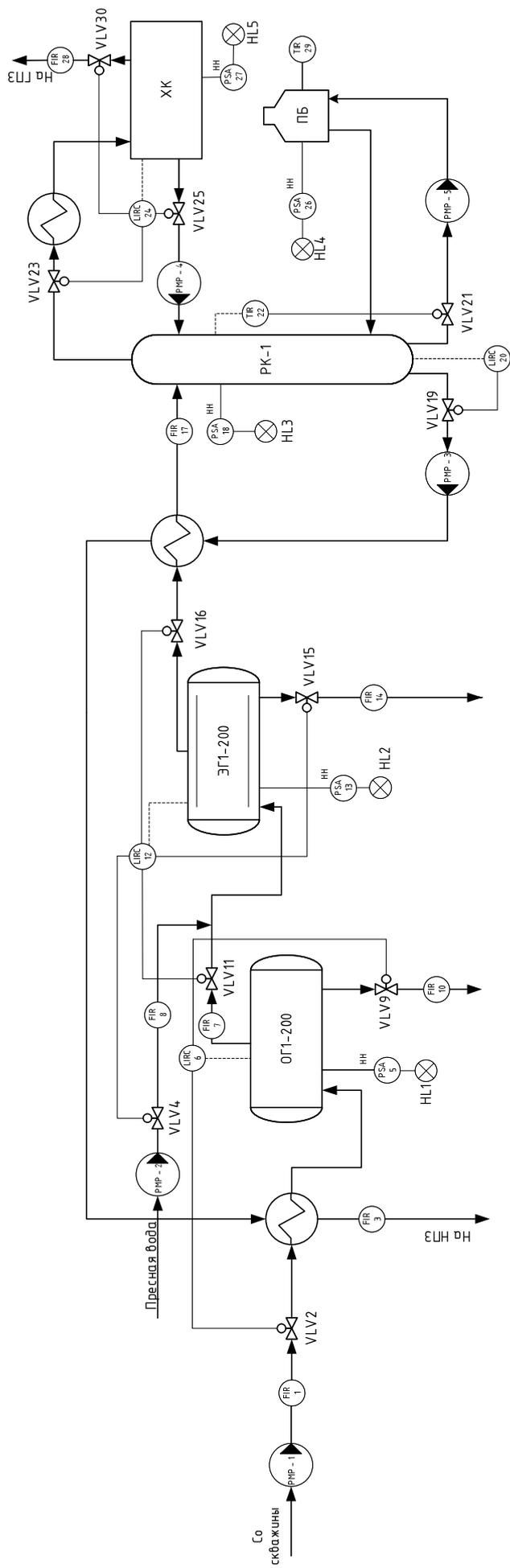


					ФЮРА.425280.001.ЭС.01			
						Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти	У		
Разраб.		Арбузов Р.А.						
Провер.		Воронин А.В.						
Т.контроль							Лист	Листов
Н.контроль					ТПУ ИШИТР ОАР гр. 8Т5А			
Утв.					Структурная схема			

Приложение Б

(Обязательное)

Функциональная схема технологического процесса упрощённая



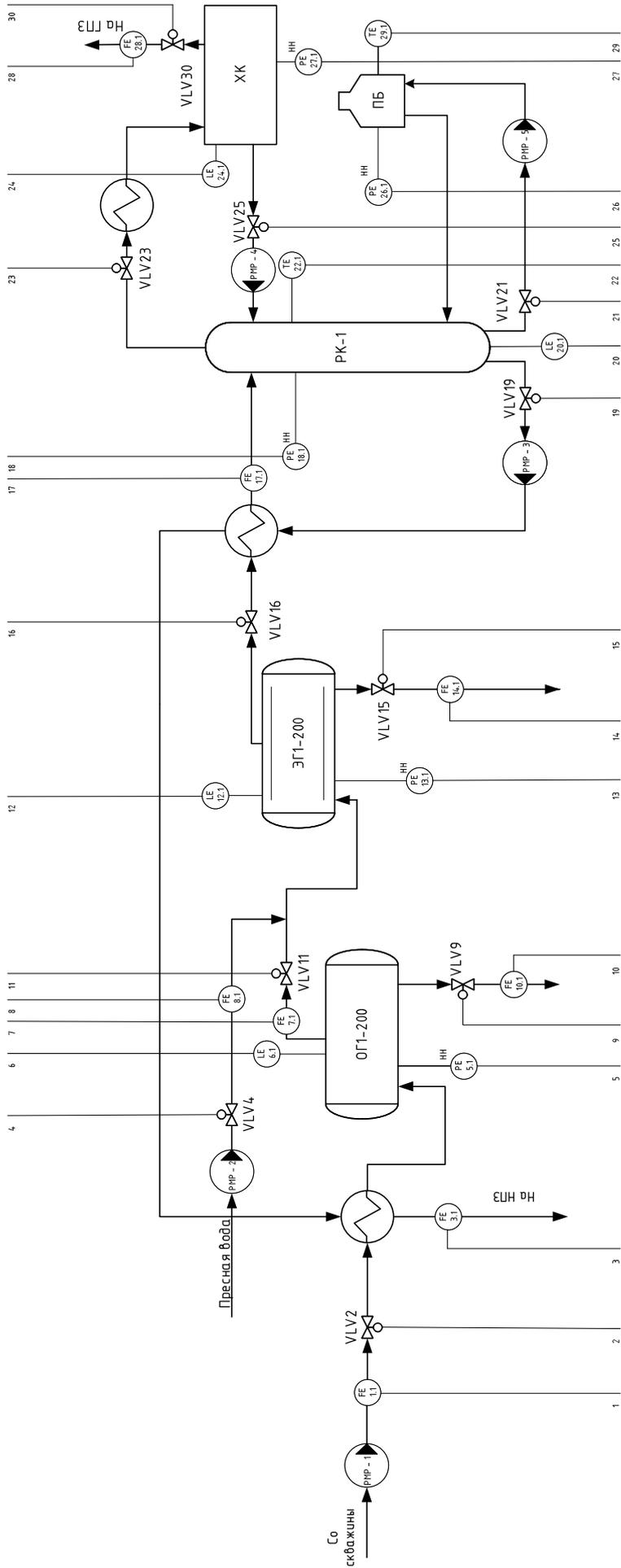
ФЮРА.425280.001.ЭС.02		Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Арбузов Р.А.			
Проверил	Воронин А.В.			
Т. Контр.				
Утвердил				
Разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти		Лист 1 из 1		
Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.24.08-2013		ТПУ ОАР, ИШИТР Группа 8Т5А		

И№. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Приложение В

(Обязательное)

Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208-2013



По месту	1	3	3	7	8	10	3	14	3	17	3	28	6	11	16	18	13	5	29	21	22	20	19	13	18	26	27
Шум	FT 1.2	FT 3.2	FT 3.2	FT 7.2	FT 8.2	FT 10.2	FT 14.2	FT 17.2																			
оператора	FT 1.2	FT 3.2	FT 3.2	FT 7.2	FT 8.2	FT 10.2	FT 14.2	FT 17.2																			
SCADA	FT 1.2	FT 3.2	FT 3.2	FT 7.2	FT 8.2	FT 10.2	FT 14.2	FT 17.2																			

Мониторинг
Регистрация
Управление

ФЮРА.425280.001.ЭС.03

Проектирование
автоматизированной системы
управления установкой
комплексной подготовки нефти

Функциональная схема
автоматизации по ГОСТ 21.208-
2013

Т. Кондр.
Утвердил

Изм. Лист № док. Подп. Дата
Разраб. Арбузов Р.А.
Проверил Воронин А.В.

Лит Масса Масштаб
У

Лист 1 Листов 1

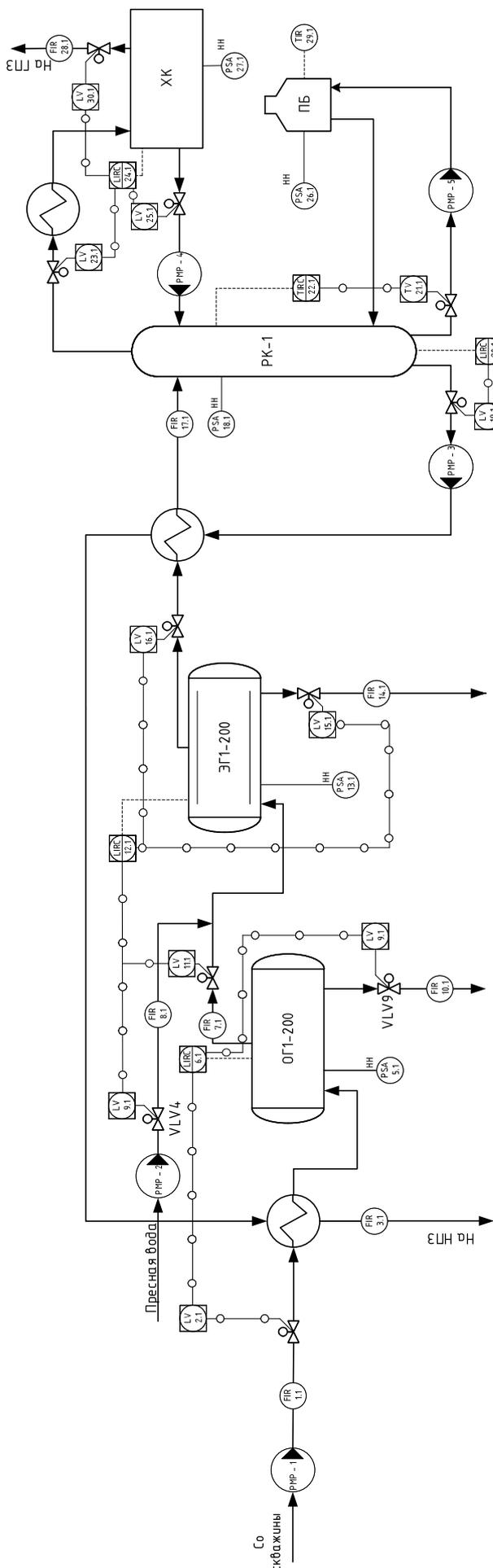
ТПУ ОАР, ИШИТР
Группа 8Т5А

Инд. № подл.
Лодн. и дата
Взам. инд. №

Приложение Г

(Обязательное)

Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA-5.1-2009



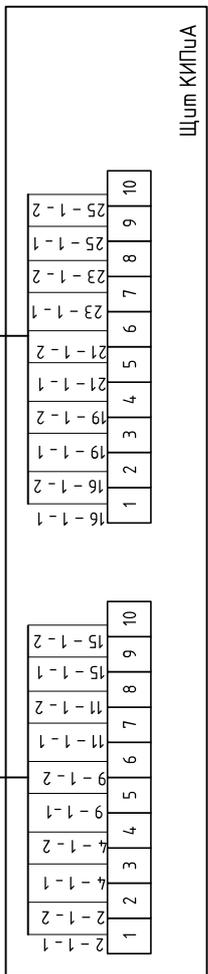
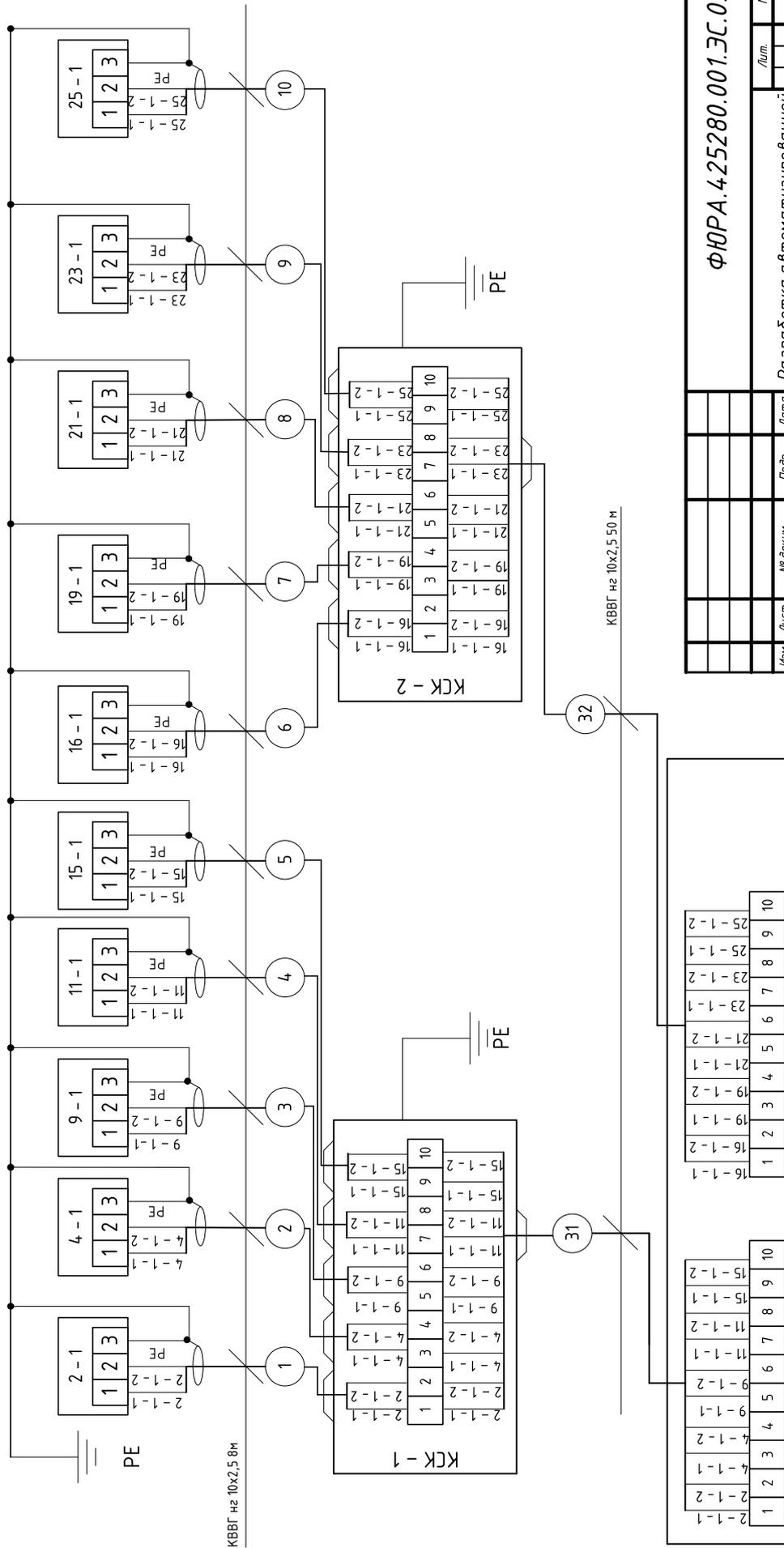
Изм. / Лист		№ док.	Подп.	Дата	Лист		Масса		Масштаб	
					Разраб.	Проверил	Т. Контр.	Утвердил	У	Лист 1
Проектирование автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти					Функциональная схема технологического процесса по стандарту ANSI/ISA-5.1-2009					
ФЮРА.425280.001.ЭС.04										

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
-------------	--------------	--------------

Приложение Д
(Обязательное)
Схема внешних проводок

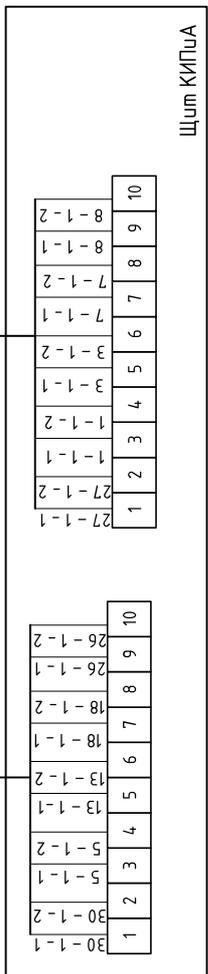
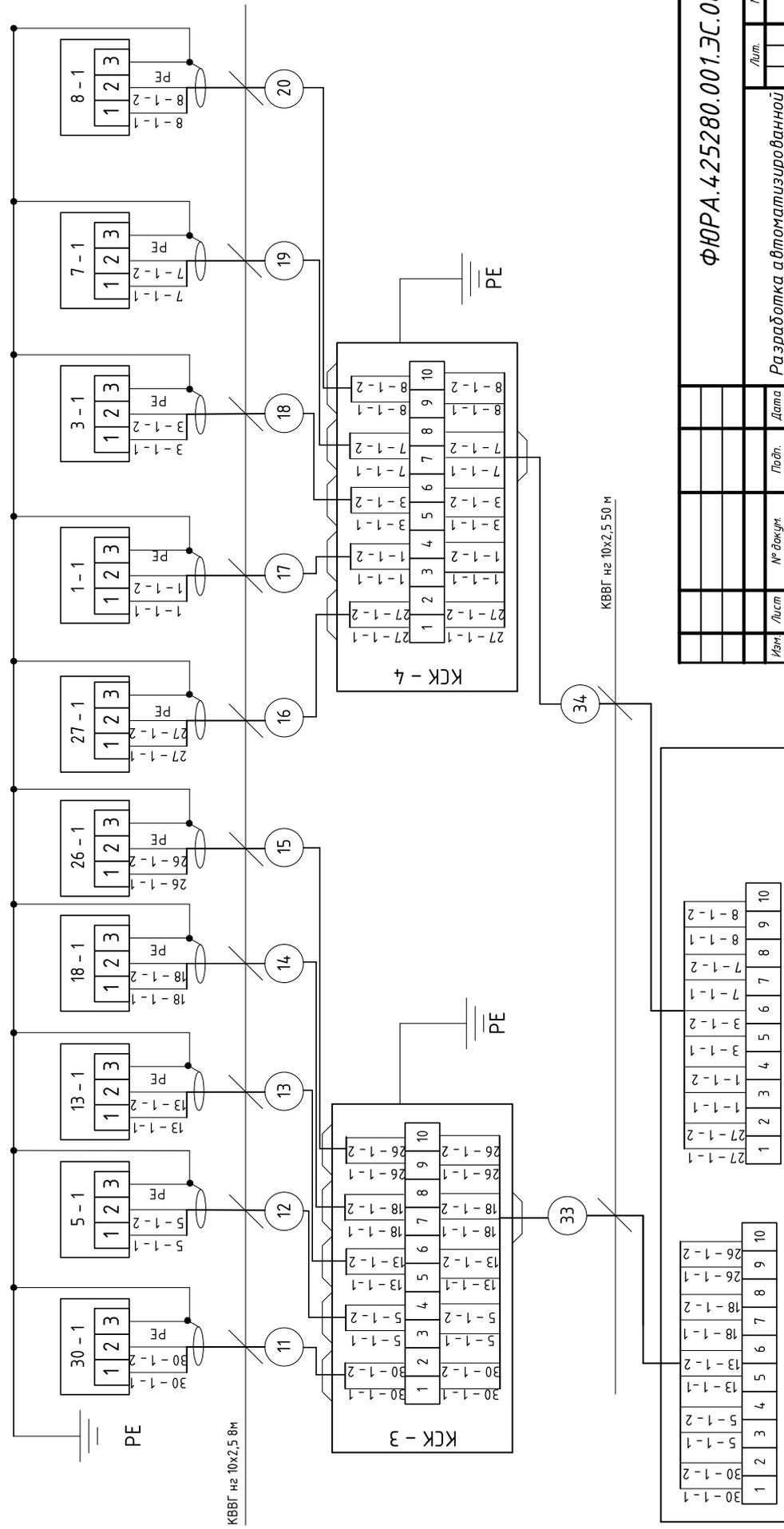
Положение клапана

Наименование параметра											
Место отбора сигнала	Вход нефти в УКПН	Вход воды	Выход воды из ОГ1-200	Выход нефти из ОГ1-200	Выход воды из ЭГ1-200	Выход нефти из РК на НПЗ	Выход нефти из РК в ПБ	Выход лёгких флюидов из РК	Выход нефти из ХК		
Датчик	Regada ST A-2	Regada ST A-2	Regada ST A-2	Regada ST A-2	Regada ST A-2	Regada ST A-2	Regada ST A-2	Regada ST A-2	Regada ST A-2		
Позиция	2 - 1	4 - 1	9 - 1	11 - 1	15 - 1	16 - 1	19 - 1	21 - 1	23 - 1	25 - 1	



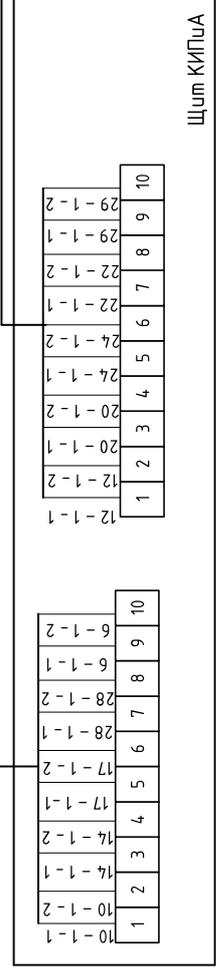
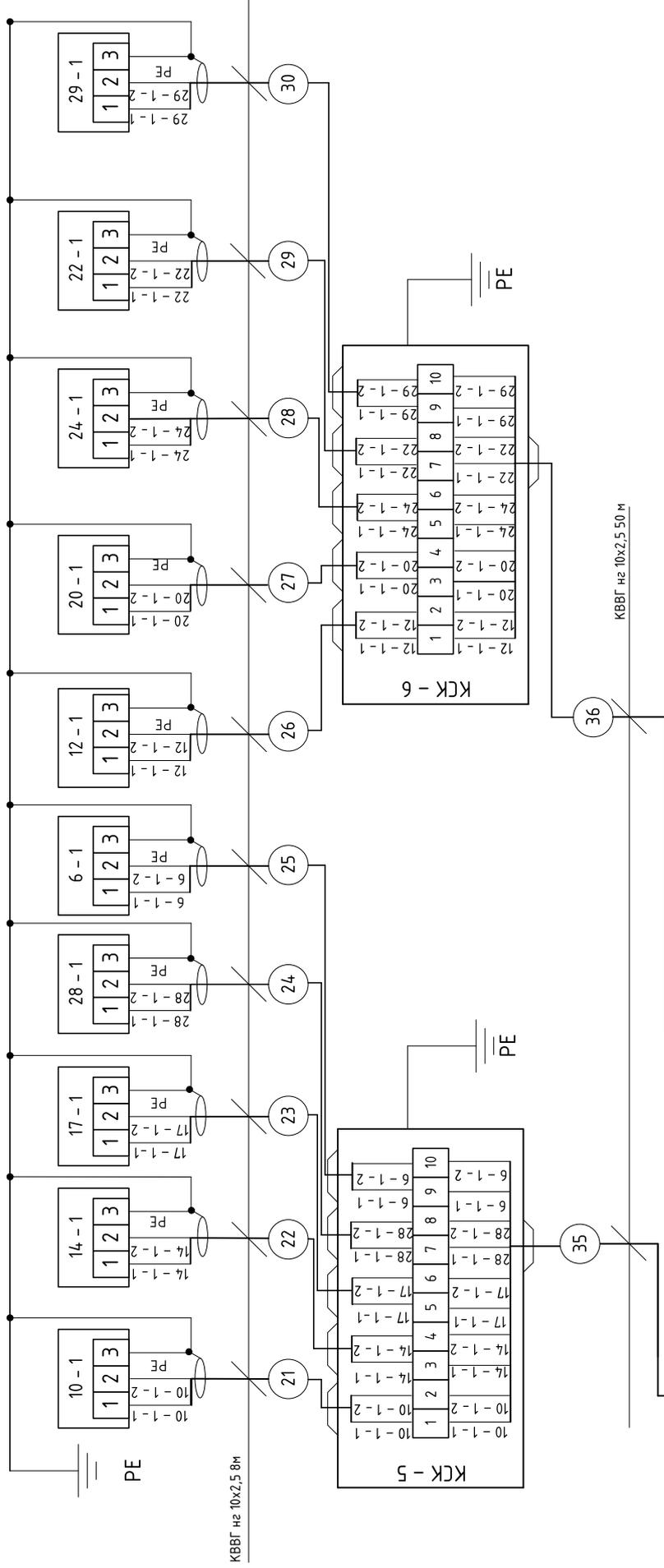
ФЮРА.425280.001.ЭС.05			
Изм.	Лист	№ докум.	Дата
Разраб.	Провер.	Арбузов Р.А.	Ворошич А.В.
Т. контроль			
Н. контроль			
Утв.			
Разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти		Масштаб	
Лист		Листов	
У			
Схема внешних проводов		ТПУ ИШИТР ОАР зр. 8Т5А	

Давление				Расход			
Наименование параметра	Положение клапана			Вход нефти в УКПН	Выход нефти на НПЗ	Выход нефти из ОГ1-200	Вход воды
Место отбора сигнала	Выход газа на ГПЗ	ОГ1-200	ЭГ1-200	ПК	ПБ	ХК	
Датчик	Regada ST A-2	Rosemount 3051	Rosemount 3051	Rosemount 3051	Rosemount 3051	FLUXUS F808	FLUXUS F808
Позиция	30 - 1	5 - 1	13 - 1	18 - 1	26 - 1	27 - 1	1 - 1 3 - 1 7 - 1 8 - 1



ФЮРА.425280.001.ЭС.06			
Изм.	Лист	№ докум.	Дата
		Арбузов Р.А.	
Разраб.	Провер.	Ворошич А.В.	
Т. контроль			
Н. контроль			
Утв.			
Разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти		Масштаб	
Лист		Листов	
Утв.		ТПУ ИШИТР ОАР зр. 8Т5А	
Схема внешних проводов			

Наименование параметра	Расход			Уровень			Температура		
	Выход воды ОГ1-200	Выход воды ЭГ1-200	Выход ХК	ОГ1-200	ЭГ1-200	ПК	ХК	ПК	ПБ
Место отбора сигнала	Выход воды ОГ1-200	Выход воды ЭГ1-200	Выход ХК	ОГ1-200	ЭГ1-200	ПК	ХК	ПК	ПБ
Датчик	FLUXUS F808	FLUXUS F808	FLUXUS F808	AT100	AT100	AT100	AT100	Rosemount 565	Rosemount 565
Позиция	10 - 1	14 - 1	28 - 1	6 - 1	12 - 1	20 - 1	24 - 1	22 - 1	29 - 1



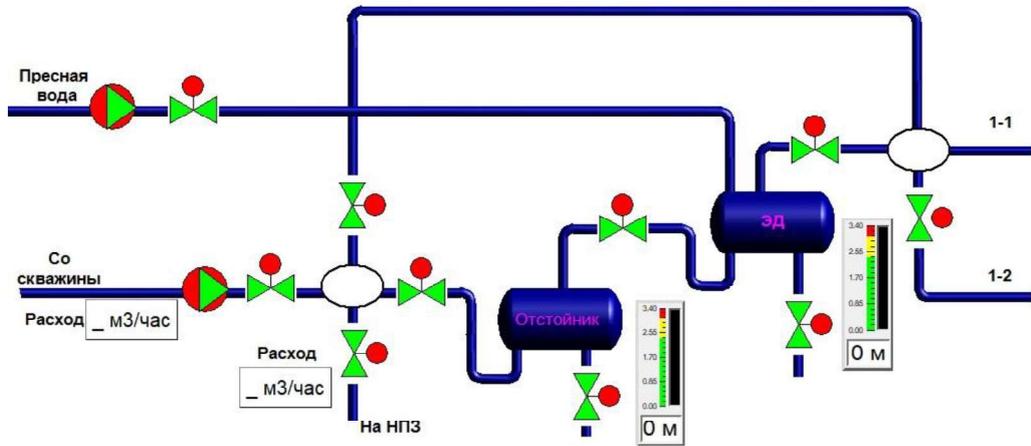
ФЮРА.425280.001.ЭС.07			
Изм.	Лист	№ докум.	Дата
Разраб.	Провер.	Арбузов Р.А.	
	Т. контроль	Ворошич А.В.	
Н. контроль	Утв.		
Лит.	Масса	Масштаб	
У			
Лист	Листов	ТПУ ИШИТР ОАР зр. 8Т5А	
Схема внешних проводов			
Ра разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти			

Приложение Е
(Обязательное)
Мнемосхема

Предыдущая страница

Следующая страница

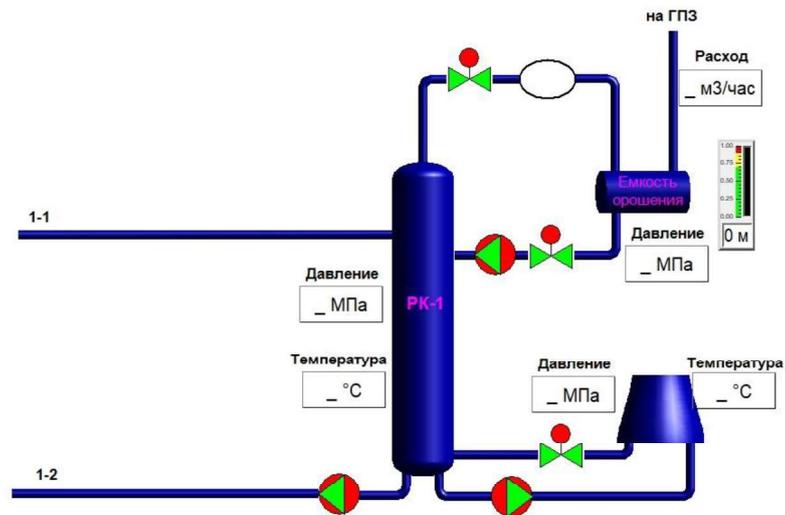
УКПН(1 часть)



Предыдущая страница

Следующая страница

УКПН(1 часть)



- Оборудование в норме
- Внимание! Проверьте исправность оборудования
- Авария!

ФЮРА.425280.001.ЭС.08

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Арбузов Р.А.				У		
Провер.		Воронин А.В.						
Т.контроль						Лист	Листов	
Н.контроль						ТПУ ИШИТР ОАР гр. 8Т5А		
Утв.					Мнемосхема			

Приложение Ж

(Обязательное)

Таблица тегов

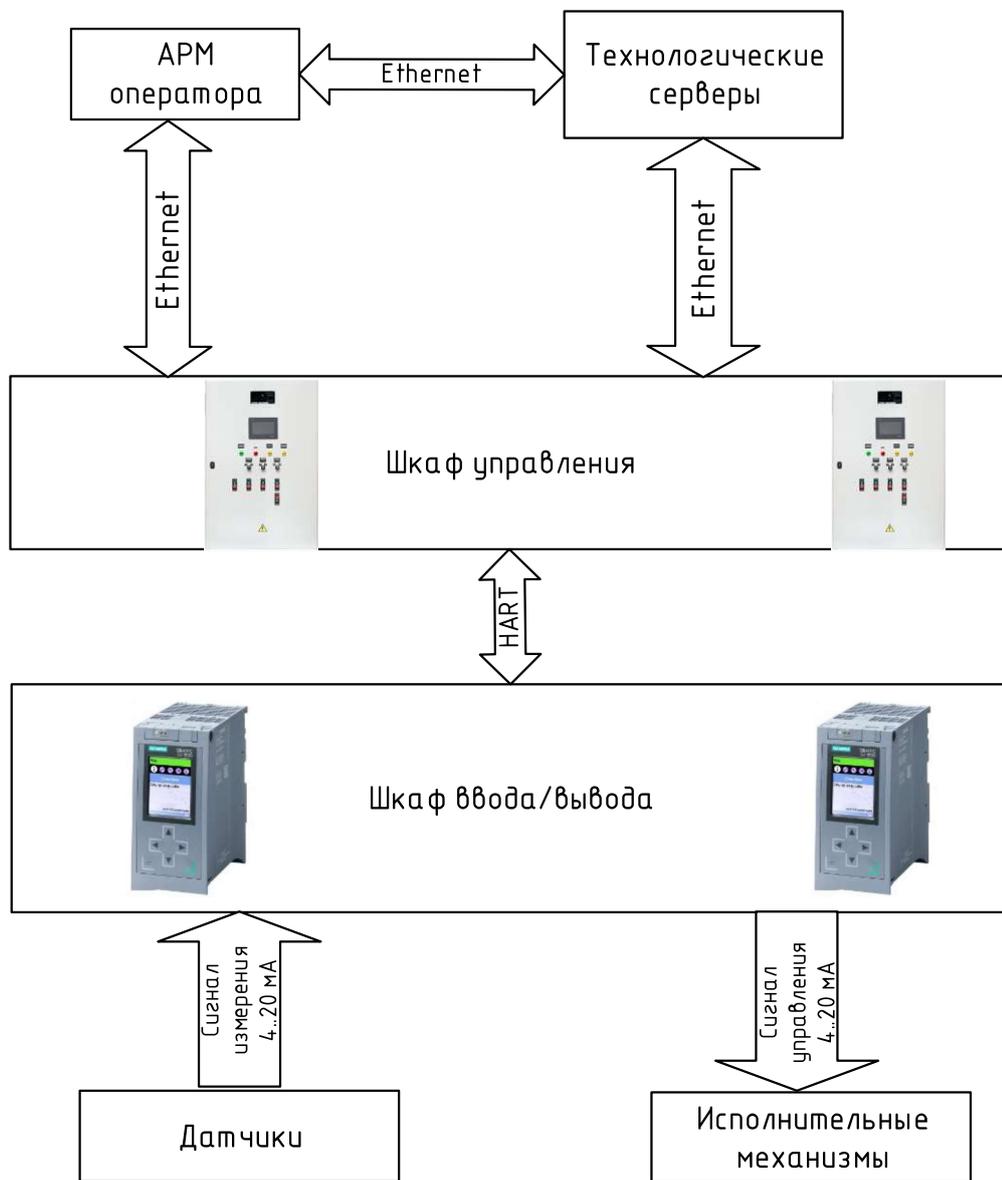
Тэг	Наименование	Тип данных
FT_PPI_01	Расход нефти на входе УКПН, измерение	REAL
VL_SMP_02	Задвижка на поступление нефти, открыть/закрыть	BOOL
FT_SFC_03	Расход стабилизированной нефти, измерение	REAL
VL_EDH_04	Задвижка на поступление пресной воды, открыть/закрыть	BOOL
PT_WWP_05	Давление отстойника ОГ1-200, измерение	REAL
LT_SMP_06	Уровень жидкости отстойника ОГ1-200, измерение	REAL
FT_EDH_07	Выход нефти из отстойника ОГ1-200, измерение	REAL
FT_WPP_08	Расход поступающей пресной воды, измерение	REAL
VL_SMP_09	Задвижка на выход воды из отстойника ОГ1-200, открыть/закрыть	BOOL
FT_SMP_10	Расход выходящей воды отстойника ОГ1-200, измерение	REAL
VL_EDH_11	Задвижка на вход нефти электродегидрататора ЭГ1-200, открыть/закрыть	BOOL
LT_EDH_12	Уровень жидкости электродегидрататора ЭГ1-200, измерение	REAL
PT_EDH_13	Давление электродегидрататора ЭГ1-200, измерение	REAL
FT_EDH_14	Расход выходящей воды электродегидрататора ЭГ1-200, измерение	REAL
VL_EDH_15	Задвижка на выходе воды электродегидрататора ЭГ1-200, открыть/закрыть	BOOL
VL_SCL_16	Задвижка на вход нефти в ректификационной колонне, открыть/закрыть	BOOL

FT_SCL_17	Расход входящей в ректификационную колонну нефти, измерение	REAL
PT_SCL_18	Давление в ректификационной колонне, измерение	REAL
VL_SCL_19	Задвижка на выход нефти в ректификационной колонне, открыть/закрыть	BOOL
LT_SCL_20	Уровень жидкости в ректификационной колонне, измерение	REAL
VL_FBF_21	Задвижка на вход нефти в печь, открыть/закрыть	BOOL
TT_SCL_22	Температура в ректификационной колонне, измерение	REAL
VL_SCL_23	Задвижка на выход лёгких углеводородов из ректификационной колонны, открыть/закрыть	BOOL
LT_RFD_24	Уровень жидкости в холодильном конденсаторе, измерение	REAL
VL_RFD_25	Задвижка на вход лёгких углеводородов в ректификационную колонну, открыть/закрыть	BOOL
PT_FBF_26	Давление в печи, измерение	REAL
PT_RFD_27	Давление в холодильном конденсаторе, измерение	REAL
FT_RFD_28	Расход газа в холодильном конденсаторе, измерение	REAL
TT_FBF_29	Температура в печи, измерение	REAL
VL_RFD_30	Задвижка на выход лёгких углеводородов из холодильного конденсатора, открыть/закрыть	BOOL

Приложение И

(Обязательное)

Схема информационных потоков

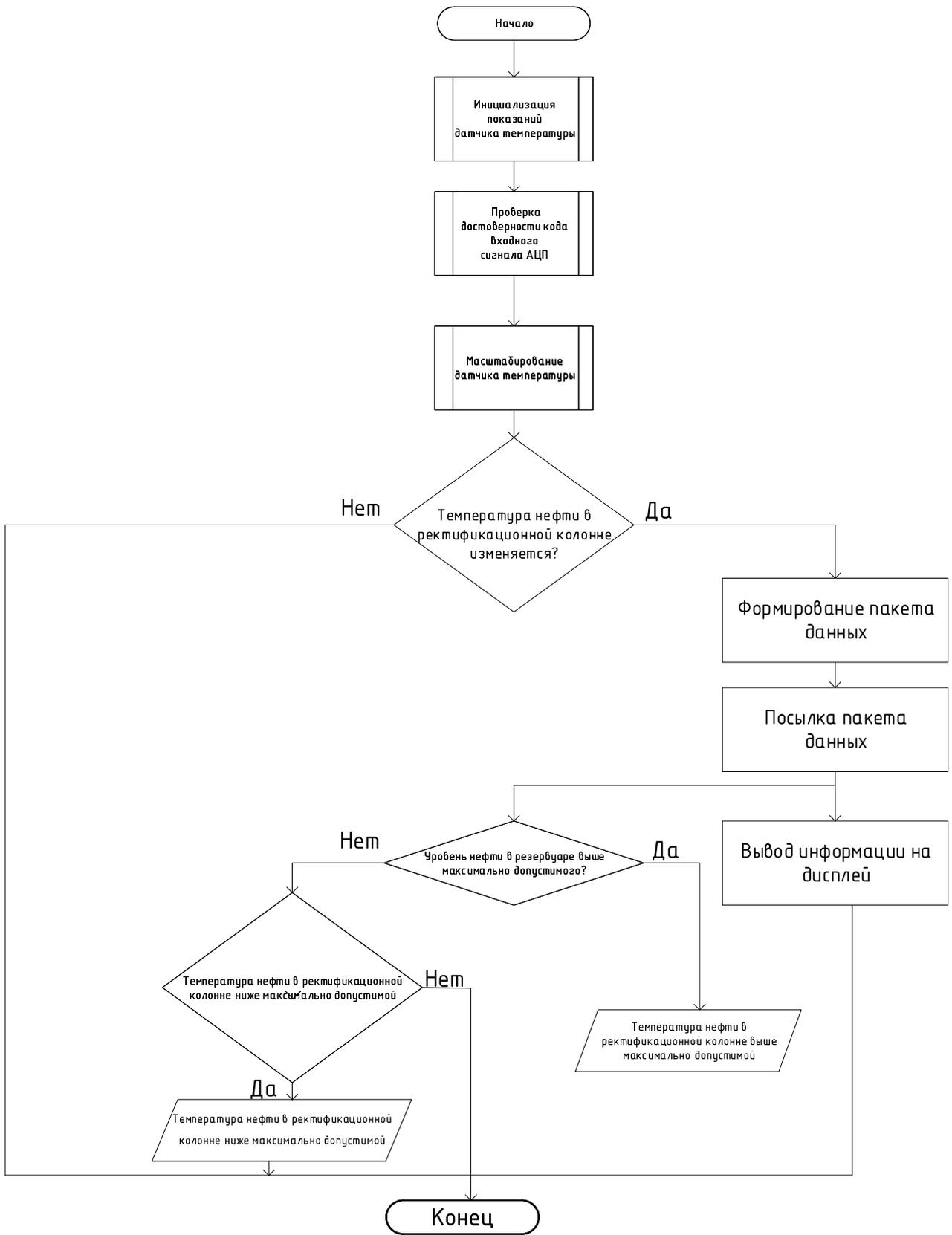


					ФЮРА.425280.001.ЭС.09			
						<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Разработка автоматизированной системы управления установкой комплексной подготовки нефти</i>	У		
<i>Разраб.</i>		Арбузов Р.А.						
<i>Провер.</i>		Воронин А.В.						
<i>Т. контроль</i>							<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Н. контроль</i>					<i>Схема информационных потоков</i>	ТПУ ИШИТР ОАР гр. 8Т5А		
<i>Утв.</i>								

Приложение К

(Обязательное)

**Алгоритм сбора данных с канала измерения температуры нефти в
ректификационной колонне**



ФЮРА.425280.001.ЭС.10

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Арбузов Р.А.		
Провер.		Воронин А.В.		
Т.контроль				
Н.контроль				
Утв.				

Проектирование
автоматизированной системы
управления установкой
комплексной подготовки нефти

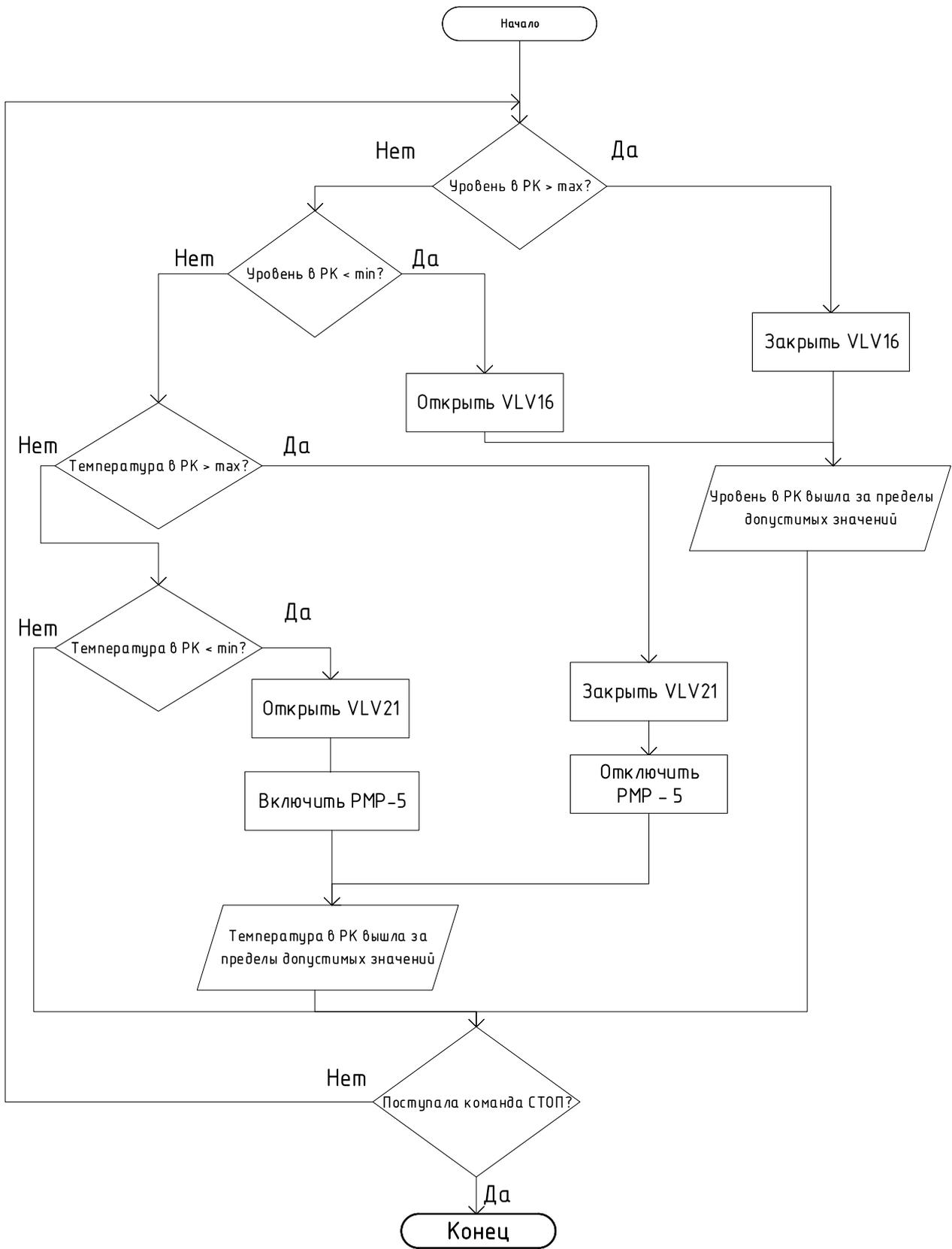
Алгоритм сбора данных с канала
измерения температуры нефти в
ректификационной колонне

Лит.	Масса	Масштаб
у		
Лист		Листов
ТПУ ИШИТР ОАР гр. 8Т5А		

Приложение Л

(Обязательное)

Алгоритм пуска/остановки технологического оборудования



ФЮРА.425280.001.ЭС.11

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Арбузов Р.А.		
Провер.		Воронин А.В.		
Т.контроль				
Н.контроль				
Утв.				

Проектирование
автоматизированной системы
управления установкой
комплексной подготовки нефти

Алгоритм пуска/остановки
технологического оборудования

Лит.	Масса	Масштаб
У		
Лист		Листов

ТПУ ИШИТР ОАР гр.
8Т5А