TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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
Отделение - Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование автоматизированной системы дожимной насосной станции

УДК 004.896-048.35:622.692:621.65.03

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Зверев Степан Алексеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Казаков В. Ю.	к.ф.-м.н., с.н.с.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Спиридонова А. С.			

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ИШБИП	Меньшикова Е. В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ИШБИП	Винокурова Г. Ф.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Громаков Е. И.	к.т.н, доцент		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С.В.	к.т.н		

Томск-2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

По направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р1	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 области их применения.
Р2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
Р3	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.
Р4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
Р5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств
Р6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
Р7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
Универсальные компетенции	
Р8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий.
Р9	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.
Р10	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.
Р11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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 – весенний семестр 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	Казаков Вениамин Юрьевич	к.ф.-м.н., с.н.с.		

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ООП

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

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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
Отделение - 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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5А	Звереву Степану Алексеевичу

Тема работы:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДОЖИМНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3488/с от 06.05.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе *(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.).*	Объектом проектирования является автоматизированная система управления дожимной насосной станции Оборудование должно соответствовать требованиям, применяемым в нефтегазовой отрасли. Разрабатываемая модель контура регулирования должна иметь оптимальные параметры переходного процесса.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Описание технологического процесса, разработка структурной схемы АС, разработка функциональной схемы автоматизации, выбор средств реализации АС, разработка схемы внешних проводок, выбор алгоритмов управления, разработка мнемосхем
Перечень графического материала	Функциональная схема автоматизации, схема информационных потоков, схема внешних проводок, ММ алгоритма регулирования уровня, мнемосхема

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

Дата выдачи на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Казаков Вениамин Юрьевич	к.ф.-м.н., с.н.с.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Зверев Степан Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5А	Звереву Степану Алексеевичу

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»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Бюджет – 107 537.34 руб. Затраты на заработную плату – 41 589.34 руб. Прочие расходы – 139.20 руб. Тариф на электроэнергию 5,8 кВт/ч Налог во внебюджетные фонды 27,1% Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 16%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР) 2. Формирование календарного плана и бюджета инженерного проекта (ИП) 3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT – анализ. Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета. Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель эффективности – 4.4 Сравнительная эффективность проекта – 1.13
Перечень графического материала *(с точным указанием обязательных чертежей)*	
1. Оценка конкурентоспособности ИР 2. Матрица SWOT 3. График разработки и внедрения ИР 4. Материальные затраты 5. Затраты на приобретение ПО 6. Инвестиционный план. Бюджет ИП 7. Основные показатели эффективности ИП	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Зверев Степан Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т5А	Звереву Степану Алексеевичу

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

Тема ВКР:

Проектирование автоматизированной системы дожимной насосной станции	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является дожимная насосная станция. Рабочая зона оператора АСУ ТП располагается в диспетчерской за персональным компьютером. Область применения объекта исследования – производство, занимающееся добычей, подготовкой и транспортировкой нефти.
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.	СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [15] СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [16] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [17] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [18]
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Отклонение показателей микроклимата 2. Превышение уровня шума 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны 4. Повышенное значение электромагнитного излучения
3. Экологическая безопасность:	Вредные вещества: продукты сгорания попутного газа, выбросы нефти. Источники: факел, резервуары с нефтью, сепараторы.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является возникновение пожара

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т5А	Зверев Степан Алексеевич		

Реферат

Бакалаврская работа содержит 84 страницы, 26 таблиц, 21 рисунков, 20 источников.

Ключевые слова: дожимная насосная станция, автоматизация, нефть, газ, резервуар, сепаратор, ПИД-регулятор, контроллер, датчик.

Объектом проектирования является дожимная насосная станция.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка автоматизированной системы управления ДНС с использованием современного оборудования для увеличения производительности и надежности станции, а также снижения затрат на обслуживание. Система управления разработана с использованием ПЛК.

В результате работы проведен подбор оборудования, необходимого для реализации системы, разработаны схемы: функциональная, внешних проводок, мнемосхема. Разработана математическая модель контура регулирования.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013, схемы разработаны в Microsoft Visio 2013, презентация создана в Microsoft PowerPoint 2013. Макет мнемосхеме в SIMP Lite.

Содержание

Термины и определения 11
Обозначения и сокращения 12
Введение 13
1 Описание технологического процесса 15
2 Разработка технического задания 22
3 Разработка автоматизированной системы управления 23
3.1 Разработка структурной схемы АС 23
3.2 Разработка функциональной схемы автоматизации 24
3.3 Разработка схемы информационных потоков 25
3.4 Выбор средств реализации АС 26
3.4.1 Выбор контроллерного оборудования 27
3.4.2 Выбор датчика температуры 27
3.4.3 Выбор датчика давления 28
3.4.4 Выбор датчика уровня 30
3.4.5 Выбор исполнительных механизмов 31
3.5 Разработка схемы внешних проводок 33
3.6 Алгоритм автоматического регулирования технологического параметра33
3.7 Разработка мнемосхемы 37
4 Социальная ответственность 38
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. 38
4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства 38
4.1.2 Эргономические требования к рабочему месту 39
4.2 Производственная безопасность 40
4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов 40
4.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата 40
4.2.1.2 Превышение уровня шума 41
4.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны 42
4.2.1.4 Повышенное значение электромагнитного излучения 43

4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего) 44
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 49
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования 49
5.2 Технология QuaD 49
5.3 SWOT анализ 50
5.4 Планирование научно-исследовательских работ 52
5.4.1 Структура работ в рамках научного исследования 52
5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ 53
5.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) 58
5.5.1 Расчет материальных затрат НТИ 58
5.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ 58
5.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы 59
5.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы 61
5.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды 61
5.5.6 Прочие прямые затраты 62
5.5.7 Накладные расходы 62
5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта 63
5.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования 63
Список используемой литературы 67
Приложение А Техническое задание 70
Приложение Б Структурная схема 77
Приложение В Функциональная схема автоматизации 79
Приложение Г Схема внешних проводок 81

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система (АС): Совокупность аппаратных и программных средств, используемых при управлении процессами в рамках технологического процесса;

интерфейс: Набор правил и средств, обеспечивающих нормальное взаимодействие между устройствами, программными системами, а также между системой и пользователями;

программируемый логический контроллер: Микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, обработки, преобразования, хранения информации и выработки команд управления в реальном времени;

объект управления: Система, на которую направлены управляющие воздействия с ПЛК;

тег: Дескриптор, который применяется для группирования, поиска, описания данных и задания внутренней структуры;

автоматизированная система управления технологическим процессом: Комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-либо его участке, выпускающем относительно завершенный продукт;

нефтегазовый сепаратор: Устройство, в котором нефть отделяется от попутного газа (или вода отделяется от нефти) за счет различной плотности жидкостей.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие сокращения:

АСУ – автоматизированная система управления;

ТП – технологический процесс;

ДНС – дожимная насосная станция;

УКПН – установка комплексной подготовки нефти;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ППД – поддержание пластового давления;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ПО – программное обеспечение;

БМА – блок местной автоматики;

ИМ – исполнительные механизмы;

КТС – комплекс технических средств;

ВМ – вычислительная машина (промышленный контроллер).

Введение

Системы автоматизации в нефтегазовой отрасли являются наиболее сложными в плане проектирования и реализации, а также построения логичной и понятной структуры. Усугубляет ситуацию и то, что все больше требований предъявляется к сырью и условиям его продажи при постоянно растущей конкуренции на рынке сбыта нефти. Также нефтегазовая промышленность использует большое число ресурсов, ряд вычислительных систем и особенностей технологических процессов. Но при всех сложностях реализации автоматизированной системы, ее наличие на производстве нефти и газа необходимо, также необходимы и точная настройка систем, входящих в ее состав и грамотный подбор оборудования, которое бы удовлетворяло требованиям стандартов РФ и конечного пользователя.

Преимуществами автоматизированной системы можно считать возможность объединить все операции в единую схему и управлять ей дистанционно при помощи средств телеуправления. При этом сложная система представляется в простой и удобной форме в виде мнемосхем, что позволяет сократить затраты на обучении персонала.

Автоматизированная система позволяет повысить качество получаемого конечного продукта, благодаря более точному соблюдению условий технологического процесса на установках добычи и переработки нефти. Это позволяет повысить конкурентоспособность и рентабельность продукта, а также образовать надежное и бесперебойное производство.

Автоматизирование технологического процесса по добыче и переработки нефтегазового сырья представляет из себя комплекс технических устройств и программного обеспечения, а также систем их взаимодействия между собой, которые в совокупности позволяют получать точную и развернутую информацию о состоянии технического объекта или процесса в реальном времени, анализировать ее, и хранить в базе данных для дальнейшего учета.

В данной выпускной квалификационной работе выполняется проектирование автоматизированной системы дожимной насосной станции.

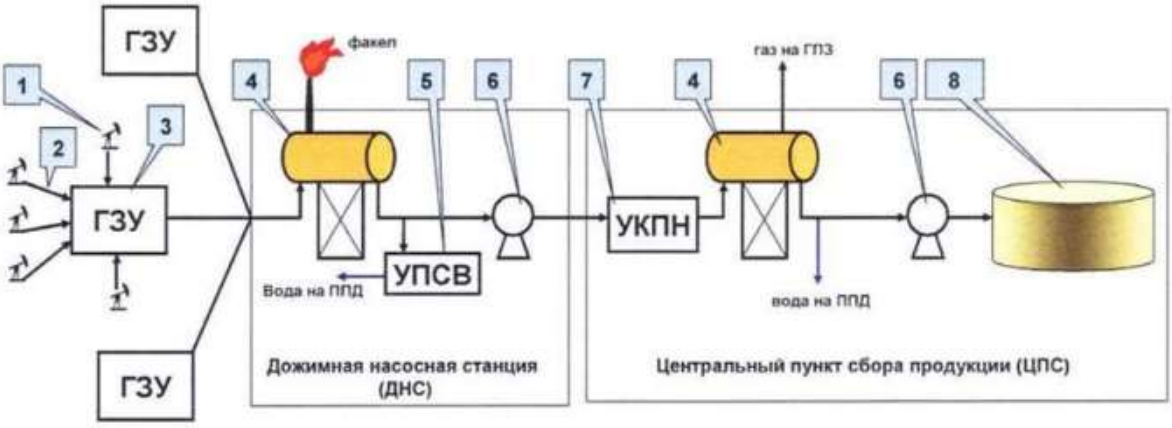
Цели выпускной квалификационной работы:

Целью создания системы является повышение качественного уровня производственных процессов, снижение затрат на обслуживание станции, улучшение качества конечного продукта за счет использования современного оборудования, удобного и информативного интерфейса SCADA системы и эффективных алгоритмов регулирования технологических параметров

1 Описание технологического процесса

После поднятия пластового сырья на поверхность его направляют в системы сбора и подготовки нефти и газа. Их вид и тип зависят от проекта обустройства месторождения, разработанного специалистами.

Системы сбора и подготовки нефти и газа, представляют собой сложный комплекс нефтепромышленного оборудования: трубопроводов, исполнительных механизмов (клапанов, задвижек), измерительных установок, сепараторов и резервуаров. На рисунке 1 приведена принципиальная схема системы сбора нефти и газа.



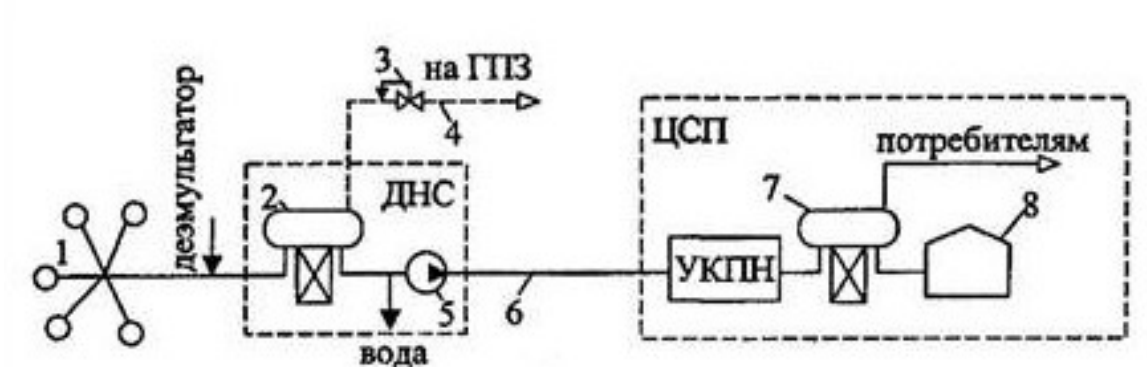
1 – скважины; 2– выкидные линии; 3 – групповая замерная установка; 4 – сепараторы; 5 – установка предварительного сброса воды; 6 – насосы; 7 – установка комплексной подготовки нефти; 8 – резервуарный парк.

Рисунок 1 – Принципиальная схема системы сбора нефти и газа

Системы сбора и подготовки нефти по способу транспортировки нефти подразделяются на напорную, самотечную двухтрубную и высоконапорную однотрубную.

Напорная система подразумевает однотрубный транспорт газожидкостной смеси до сепарационных установок (7 км от куста скважин) и транспорт однофазной нефти до центрального сборочного пункта на расстояние от 100 км. Для реализации напорной системы сбора необходимо использование дожимной насосной станции, позволяющей подготовить сырую нефть к

транспортировке на большие расстояния. Принципиальная схема представлена на рисунке 2.



1 – куст скважин; 2 – сепаратор первой ступени; 3 – регулятор давления «до себя»; 4 – газопровод; 5 – насосы; 6 – нефтепровод, 7 – сепаратор второй ступени; 8 – резервуарный парк; ДНС – дожимная насосная станция; УКПН – установка комплексной подготовки нефти; ЦСП – центральный сборный пункт; ГПЗ - газоперерабатывающий завод.

Рисунок 2 - Схема напорной системы сбора

Принцип работы напорной системы сбора следующий: сырая нефть сначала поступает на площадку ДНС, (предварительно в сырую нефть вводят деэмульгаторы для лучшего отделения воды и газа) где в сепарационных установках отделяется большая часть газа, которая затем отправляется на газоперерабатывающий завод (ГПЗ). Попутно отделяется вода в специальных установках – отстойниках, вода в дальнейшем используется для поддержания пластового давления (ППД). Нефть с оставшимися газами силами центробежных насосов, через узел учета нефти транспортируется на центральный пункт сбора нефти, где происходит окончательное отделение газа. Газ подается на ГПЗ, а нефть самотеком в сырьевые резервуары.

Применение системы сбора позволяет:

– расположить большинство датчиков на центральном сборочном пункте для всех промыслов, расположенных на расстоянии до 100 км;

– уменьшить затраты на оборудование и обслуживание, применив более производительные устройства;

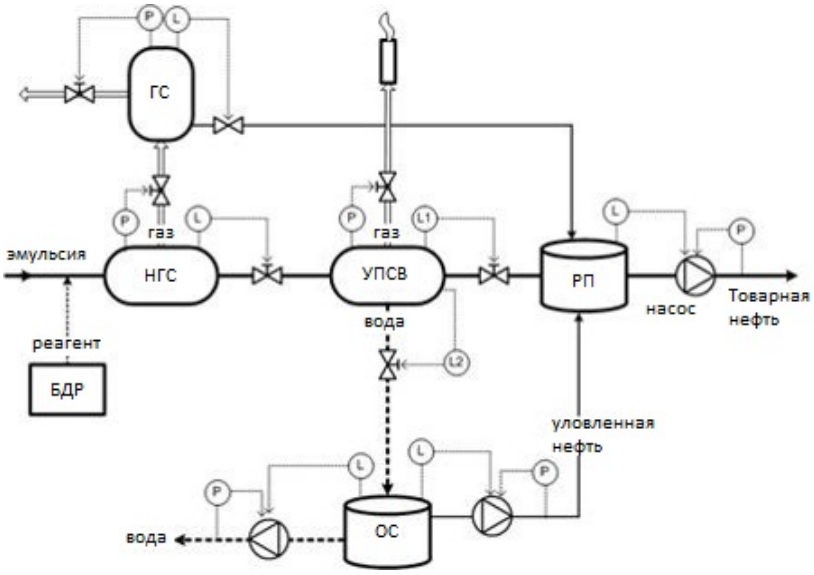
– уменьшить общую длину трубопроводов для транспортировки попутного газа, снизив их количество, а также уменьшить количество компрессорных станций;

– снизить вязкость нефти, что позволит увеличить пропускную способность трубопроводов;

На УКПП осуществляется окончательная подготовка нефти. Она включает в себя: дегазацию, обезвоживание, обессоливание и стабилизацию нефти.

Дегазация – окончательное отделение газа от нефти. Обезвоживание – отделение большей части воды под действием поверхностно-активных веществ (ПАВ). Обессоливание – удаление из нефти солей. Стабилизация – удаление из нефти легких углеводородных фракций (пропан, бутан), для снижения потерь нефти при транспортировке.

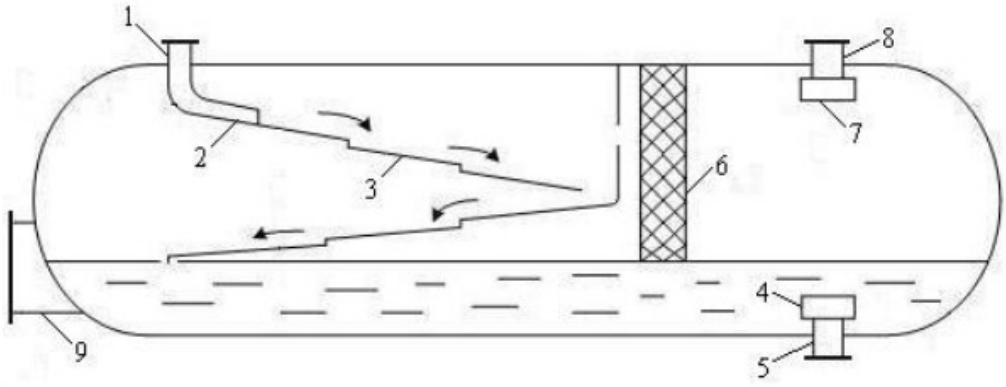
ДНС предназначены для сбора продукции скважин, сепарации из нее основного количества газа, предварительного обезвоживания, учета и дальнейшей транспортировки на центральные пункты сбора. Схема ДНС приведена на рисунке 3.



НГС – нефтегазовый сепаратор; ГС – газовый сепаратор; УПСВ – установка предварительного сброса воды; ОС – очистные сооружения; РП – резервуарный парк; БДР – блок добавления реагентов.

Рисунок 3 – Схема ДНС

На ДНС применяются горизонтальные нефтегазовые сепараторы. Упрощенная структурная схема горизонтального сепаратора представлена на рисунке 4.



1 – ввод сырья; 2 – желоб; 3 – наклонные полки; 4 – устройство, предотвращающее образование воронок; 5 –вывод нефти; 6 – пеногаситель; 7 – скруббер; 8 – выход газа; 9 – люк-лаз.

Рисунок 4 – Схема сепаратора (горизонтального)

На рисунке 5 приведена фотография горизонтального сепаратора.

Рисунок 5 – Фотография горизонтального сепаратора

Емкости дренажные (рисунок 6) применяются, как правило, для слива и хранения остатков нефти, масла и конденсатов, нефтепродуктов, а так же для хранения воды и различных смесей плотностью не более 1000 кг/м^3. Дренажные горизонтальные емкости из стали нашли широкое применение на современных предприятиях, так как практически любое производство нуждается в сливе остатков различных конденсатов, жидкостей и масел

Рисунок 6 – Фотография дренажной емкости

Узел учета газа – это комплекс средств КИПиА, предназначенный для измерения расхода попутного газа, перед транспортировкой на ГПЗ. Дополнительными функциями узла учета могут является: измерение температуры, давления, концентрации примесей и прочих физических параметров газа.

Рисунок 7 – Узел учета газа

В состав узла учета газа входят следующие устройства и механизмы: портативный счетчик расхода топлива, вторичный преобразователь прошедшего объема газа по нескольким трубопроводам, система датчиков контроля

температуры, давления и других характеристик, система телеметрии и телесигнализации, фильтрующие устройства, запорная арматура.

Каждое устройство отвечает всем требованиям, предъявляемым в нефтегазовой отрасли, согласно технической документации по условиям обеспечения защиты от внешних возмущающих воздействий, температурных режимов, устойчивости к механическим воздействиям на узел и правилам взрыво-, пожаробезопасности.

Современная система измерения количества газа необходима для осуществления полного контроля расхода природного топлива, а также для составления специальных отчетов для различных государственных служб. Основные функции ДНС:

– получение сведений о расходе;
– возможность формирования локального отчета;
– слежение за состоянием газа.

На данный момент оборудование действующих систем автоматического управления ДНС постепенно устаревает. Главной задачей разрабатываемой системы управления является переход с ручного режима управления на автоматический.

Помимо этого, разрабатываемая система будет обеспечивать:

– получение параметров технологического процесса с датчиков и информации о состоянии оборудования;
– защиту технологического оборудования при аварийных ситуациях и предельных значениях параметров процесса;
– дистанционное управление технологическими процессами;
– регулирование технологических параметров технологического процесса;
– регистрацию основных параметров процесса и архивирование полученных данных;
– составление отчетных таблиц;

– ведение истории действий оператора;

– визуализацию хода технологического процесса в реальном масштабе времени на автоматизированных рабочих местах операторов.

2 Разработка технического задания

Техническое задание (ТЗ) – это документ, в котором содержится полная информация о требованиях к планируемому к разработке продукту. Основные разделы ТЗ: общие сведения, требования к функциональности и внешнему виду продукта, состав продукта и предполагаемые виды работ. Формулировки в техническом задании должны быть предельно чёткими, описания подробными, также необходимы поясняющие рисунки и схемы. Тех. задание, позволяет подрядчику сразу понять все требования и сразу изготовить продукт, который будет полностью удовлетворять заказчика, миновав стадию многочисленных переделок. При начале новой разработки без качественного ТЗ может возникнуть огромное количество проблем, связанных с переделкой готового или почти готового продукта, которые сопровождаются значительными финансовыми издержками и срывом сроков разработки

При подготовке технических заданий учитывается:

– тип описываемого объекта (программное обеспечение, аппаратное обеспечение, услуга, веб-сайт и т.д.);

– цель создания технического задания;

– требования к оформлению (по шаблону заказчика, по ГОСТ);

– необходимость корректировки технического задания по мере работы над проектом;

Разработанное ТЗ для данного проекта автоматизированной системы управления ДНС приведено в приложении А.

3 Разработка автоматизированной системы управления

В соответствии с техническим заданием, представленным в приложении А, необходимо разработать:

– структурную схему автоматизированной системы,
– функциональную схему автоматизации процесса,
– схему информационных потоков,
– схему внешних проводок,
– мнемосхему.

Также необходимо подобрать необходимое оборудование для реализации АС.

3.1 Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является дожимная насосная станция. Система автоматизации ДНС состоит из трех уровней:

– полевой (нижний) уровень состоит из контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и исполнительных устройств (клапанов с электроприводом);

– контроллерный (средний) уровень представлен локальным контроллером.

– информационно-вычислительный (верхний) уровень состоит из коммутатора, электронно-вычислительных машин (ЭВМ), коммуникационного контроллера и серверов для хранения данных.

Локальный контроллер выполняет следующие функции:

– сбор, обработку и хранение информации со средств КИПиА нижнего уровня;
– автоматическое регулирование параметров технологического процесса;
– выполнение команд пункта управления;
– обмен информацией с пунктами управления.

Коммуникационный контроллер верхнего уровня, реализует следующие функции:

– сбор, обработка и хранение данных с локальных контроллеров;
– масштабирование данных;
– поддержание единства времени в системе;
– синхронизация работы подсистем;
– архивирование данных подсистем;
– обмен информацией между локальными контроллерами и верхним уровнем.

Взаимодействие уровней между собой обеспечивается каналами связи. Датчики нижнего уровня взаимодействуют с контроллерным оборудованием среднего уровня. Локальные контроллеры взаимодействуют с коммуникационным контроллером на базе интерфейса Ethernet. Интерфейсом Ethernet также обеспечивается и связь между автоматизированными рабочими местами операторов и контроллеров верхнего уровня [1]. Структурная схема приведена в приложении Б.

3.2 Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема АСУ - это технический документ, представляющий технологический процесс в виде отбельных функциональных блоков, узлов их взаимодействия, автоматического контроля параметров технологического процесса в виде контуров регулирования, системы дистанционного управления, систему телесигнализации, объединенные линиями функциональной связи.

Для лучшего восприятия, все элементы представляются в виду условных обозначений, в соответствии с ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах». [11]

Задачи, решаемые при разработки функциональной схемы:

– сбор первичной информации об объекте;

– автоматическое (автоматизированное) регулирование процессом;

– мониторинг технологических параметров и их регистрация.

Разработанная в соответствии с ГОСТ 21.208-2013 [11] функциональная схема автоматизации управления ДНС представлена в приложении В.

3.3 Разработка схемы информационных потоков

Схема включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

– нижний уровень (уровень сбора и обработки);

– средний уровень (уровень текущего хранения);

– верхний уровень (уровень архивного хранения).

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они включают в себя данные аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании, которые поступают со средств КИПиА РП.

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

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки [2]. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA_BBB_CCCC_DDDDD,

где AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения: PRS – давление, TMP – температура, LVL – уровень;

BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа (S01 – сепаратор С-1; F01 – печь П-1; BP1 – кустовой трубопровод 1);

CCCC – уточнение, не более 4 символов (OIL – нефть; GAS – газ; WTR – вода);

DDDDD – примечание, не более 5 символов (ALRMH – верхняя аварийная сигнализация; PREDH – верхняя предупредительная сигнализация; PREDL – нижняя предупредительная сигнализация).

Знак подчеркивания «_» в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет в себе какого-либо другого смысла. Пример кодировки сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Кодировка сигналов в SCADA-системе

Кодировка	Расшифровка кодировки
PRS_BP1_OIL	Давление в кустовом трубопроводе 1
PRS_BP2_OIL	Давление в кустовом трубопроводе 2
TMP_S01_OIL	Температура нефти в сепараторе С-1
PRS_S01_GAS	Давление газа в сепараторе С-1
LVL_S01_OIL	Уровень нефти в сепараторе С-1
LVL_S01_OIL_ALRMH	Верхний предельный уровень нефти в сепараторе С-1

3.4 Выбор средств реализации АС

Выбор необходимого для реализации АС оборудования происходил среди устройств преимущественно Российского производства в связи с тем, что из-за ограничений накладываемых на использование зарубежных средств КИПиА, закупочная стоимость последних сильно возросла. В частности, рассматриваются измерительные приборы производства фирм «Метран» и «Элемер». Эти фирмы имеют наиболее высокие показатели качества производимой продукции. Все товары данных компаний сертифицированы в соответствии с международными стандартами и имеют наиболее длительный срок службы и гарантийный срок.

3.4.1 Выбор контроллерного оборудования

Siemens SIMATIC s7 1200 представлен на рисунке 8. Данный контроллер является универсальным модульным программируемым контроллером, который предназначен для построения небольших систем управления с повышенными требованиями к скорости обработки информации. Он обеспечивает поддержку требований концепции Totally Integrated Automation (TIA) к способам организации промышленной связи, управлению данными и диагностике. Сетевые соединения могут устанавливаться через MPI или через коммуникационные процессоры. В то же время процессор может работать и без связи с сетью. Преимущественно он использует только систему локального ввода-вывода.

Рисунок 8 – Siemens SIMATIC S7 1200

3.4.2 Выбор датчика температуры

Выбор датчика температуры проходил из следующих типов приборов: Элемер ТС-1187Exd, Элемер ТП-218Exd, ТСПУ Метран-276. Все приведенные для сравнения датчики обладают взрывозащищенным корпусом, диапазоном измерения температуры в требуемых для технологического процесса пределах и степенью защиты от внешних воздействий как минимум IP65. Выходным сигналом каждого датчика является токовый сигал (4 – 20) мА в соответствии с техническим заданием [7]. Для анализа остальных характеристик приборов была приведена сравнительная характеристика. Сравнительная характеристика датчиков температуры приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика датчиков температуры

Техническая характеристика	Значение		
Датчик	Элемер ТС-1187Exd	Элемер ТП-2187Exd	Метран-276
Первичный преобразователь	Pt100	ХА(К)	Pt100
Диапазон преобразуемых температур	от минус 50 до 350 °С	от минус 40 до 375 °С	от минус 50 до 450 °С
Предел допускаемой приведенной погрешности, ±γ,%	0,17	0,4	0,25
Выходной сигнал	(4 - 20) мА	(4 - 20) мА	(4 - 20) мА
Степень защиты от внешних воздействий	IP 67	IP 65	IP 65
Электрическая защита	класс III	класс III	класс III

После анализа сравнительной характеристики, был сделан выбор в пользу датчика Элемер ТС-1187Exd, так как он обладает рядом преимуществ по сравнению с остальными: минимальный из всех датчиков предел допускаемой приведенной погрешности и лучшая степень защиты от внешних воздействий.

Фотография датчика температуры приведена на рисунке 9.

Рисунок 9 – Элемер ТП-218Exd

3.4.3 Выбор датчика давления

Выбор датчика давления проходил из следующих типов приборов: Элемер АИР-20/М2-Н, Элемер АИР-30М и Метран 150.

Все приведенные выше приборы производятся во взрывозащищенном исполнении. Выходная величина: постоянный ток (4 – 20) мА. Способны работать в условиях жесткого климата и имеют высокую степень защиты от

внешних воздействий. Также они имеют возможность передавать данные по протоколу HART [6].

Остальные характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика датчиков давления

Техническая характеристика	Значение		
Датчик	Элемер АИР-20/М2-Н	Элемер АИР-30М	Метран 150
Диапазон измерения	от 1 кПа до 16 МПа	от 1 кПа до 16 МПа	от 1 кПа до 13 МПа
Выходной сигнал	(4 – 20) mA, HART, Modbus RTU	(4 – 20) mA, HART, Modbus RTU	(4 – 20) mA, HART
Степень защиты от внешних воздействий	IP 67	IP 67	IP 66
Относительная приведенная погрешность, %	±0,075 %	±0,075 %	±0,075 %
Перегрузочная способность	500 %	1500 %	2500%
Гарантийный срок службы	5 лет	5 лет	5 лет

На основании анализа данных, приведенных в таблице 3, можно сделать ввод о том, что датчик Элемер АИР-30М, имеет лучшие характеристики в сравнении с остальными датчиками: наибольший диапазон измерения и большую в сравнении с датчиком Элемер АИР-20/М2-Н перегрузочную способность. Также, он имеет более современный интерфейс. Внешний вид датчика можно увидеть на рисунке 10

Рисунок 10 – Датчик давления Элемер АИР-30М

3.4.4 Выбор датчика уровня

Выбор датчика уровня проходил из следующих типов приборов: Элемер УПП-11, Rosemount 5300 и ЭЛЕМЕР-УР-31.

Все приведенные датчики уровня производятся во взрывозащищенном исполнении. Выходная величина: постоянный ток (4 – 20) мА. Способны работать в условиях жесткого климата и имеют высокую степень защиты от внешних воздействий (IP66 и выше) [4] [5] [8]. Также они имеют возможность передавать данные по протоколу HART. Сравнительная характеристика датчиков по остальным техническим характеристикам приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика датчиков уровня

Техническая характеристика	Значение		
Датчик	Элемер УПП-11	Rosemount 5300	ЭЛЕМЕР-УР-31
Диапазон измерения уровня	(400 – 6000) мм	(100 – 50000) мм	(500 – 20000) мм
Пределы плотности измеряемой жидкости	(600 – 1200) кг/м3	-	-
Выходные значения	(4 – 20) mA, HART	(4 – 20) mA, HART, Modbus RTU	(4 – 20) mA, HART, Modbus RTU
погрешность измерения	±5 мм	±3 мм	±3 мм
Степень защиты от внешних воздействий	IP 66	IP 67	IP 67
Максимальное давление	2,5 МПа	4 МПа	1,6МПа
Гарантийный срок службы	5 лет	5 лет	5 лет

В результате был выбран датчик Rosemount 5300. Он лидирует по ряду параметров: имеет наибольший диапазон измерения и наименьшую погрешность измерения и способен работать при высоком давлении. Также, данный датчик способен измерять одновременно несколько уровней (например, уровень раздела сред нефть-газ и нефть-вода) без снижения точности [4] [9]. Фотография датчика приведена на рисунке 11.

Рисунок 11 – Датчик уровня Rosemount 5300.

3.4.5 Выбор исполнительных механизмов

В данном разделе необходимо выбрать устройство, реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления, путем механического перемещения регулирующего органа.

В качестве регулирующего органа в данной работе будет использоваться клапан запорно-регулирующий со встроенным электроприводом RV230/ UV, приведенный на рисунке 12.

Рисунок 12 – Двухходовой регулирующий клапан RV230

Регулирующие клапаны ряда RV230/UV предназначены для регулирования или закрытия расхода и давления жидкостей, газа и паров

агрессивных и взрывоопасных сред. В таблице 5 представлены характеристики клапана.

Таблица 5 – Технические характеристики

Номинальные диаметры	от 15 до 400
Номинальное давление	PN16, PN25, PN40
Температура рабочая	от минус 20 до 400 °С
Пропускная способность	от 0,1 до 1600 м3/час
Материал корпуса	нержавеющая сталь
Присоединение	фланец

Для данного регулирующего органа был выбран электрический привод PTN Ekorex (рисунок 13).

Рисунок 13 – Электропривод PTN 7 Ekorex

Его технические характеристики приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики

Тип	PTN 7 XX.XX.XX.XX.
Обозначение в типовом номере клапана	ERG
Напряжение питания	230 В или 24 В
Частота	50 Гц
Потребляемая мощность	120 ВА
Управление	пропорциональное, непрерывное
Условное усилие	16000 Н или 20000 Н
Ход	40, 80 мм
Покрытие	IP65
Максимальная температура среды	В зависимости от использованной арматуры
Допустимая температура окружающей среды	от минус 20 до 60 °С
Допустимая влажность окружающей среды	(10 – 100) % с конденсацией
Масса	10 кг

3.5 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки представлена в приложении Г. Разработанная система телемеханики включает в себя передачу и обработку сигналов со следующих датчиков:

- Датчик давления Элемер АИР-30М;
- Датчик температуры Элемер ТП-218Exd;
- Датчик уровня Rosemount 5300.

Для передачи сигналов на щит КИПиА был выбран кабель контрольный с токопроводящей медной жилой в ПВХ оболочке с ПВХ изоляцией не горящий (КВВГ нг 4х2,5). Кабель КВВГ нг изображен на рисунке 14.

1 – жила (медная проволока); 2 – изоляция (ПФХ композиция пониженной пожароопасности); 3 – оболочка (ПФХ композиция пониженной пожароопасности).

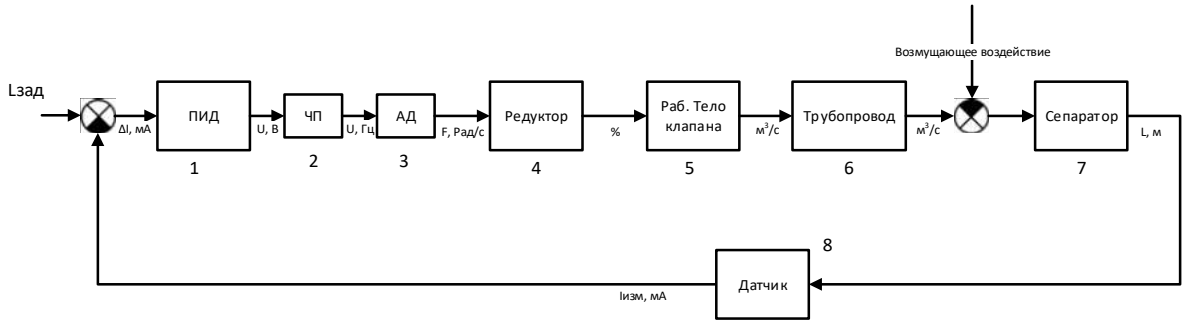
Рисунок 14 – Кабель КВВГ

Кабели КВВГ нг предназначены для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В, частоты до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В.

3.6 Алгоритм автоматического регулирования технологического параметра

В данной установке необходимо поддерживать уровень нефти в сепараторе С-1 на заданном уровне. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем уровень нефти в сепараторе. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД

регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям. Структурная схема автоматического регулирования уровня приведена на рисунке 15.



$L_{зад}$ – входной сигнал (задание); 1 – ПИД-регулятор; 2 – частотный преобразователь (ЧП); 3 – асинхронный двигатель (АД); 4 – редуктор; 5 – рабочее тело клапана; 6 – трубопровод; 7 – объект управления (сепаратор); 8 – датчик уровня

Рисунок 15 – Структурная схема автоматического регулирования уровня

Передаточная функция ЧП имеет вид:

$$W(s)_{\text{ЧП}} = \frac{K_{\text{ЧП}}}{T_{\text{ЧП}}S + 1} = \frac{3}{0{,}03S + 1}, \quad (1)$$

$$K_{\text{ЧП}} = \frac{50\ \text{Гц}}{20\text{мА} - 4\text{мА}} = 3, \quad (2)$$

где $K_{чп}$ – коэффициент передачи частотного преобразователя;

$T_{чп}$ – постоянная времени частотного преобразователя;

S – оператор Лапласа.

Передаточная функция АД:

$$W_{\text{АД}} = \frac{K_{\text{АД}}}{T_{\text{АД}}S + 1} = \frac{3}{0{,}2S + 1}; \quad (3)$$

$$K_{\text{АД}} = \frac{150\ \text{рад/с}}{50\ \text{Гц}} = 3; \quad (4)$$

где $K_{чп}$ – коэффициент передачи асинхронного двигателя;

$T_{чп}$ – постоянная времени асинхронного двигателя.

Передаточная функция редуктора:

$$W_{\text{р}} = \frac{K_{\text{р}}}{T_{\text{р}}S} = \frac{1}{3{,}93S}; \quad (5)$$

$$K_{\text{р}} = \frac{1{,}26\frac{\text{рад}}{\text{с}}}{150\frac{\text{рад}}{\text{с}}} = 0{,}0084;$$

$$T_{\text{р}} = \frac{1}{30\frac{\text{мм}}{\text{с}}} = 0{,}033;$$

где $K_{чп}$ – коэффициент передачи редуктора;

$T_{чп}$ – постоянная времени редуктора.

Передаточная функция датчика уровня:

$$W(s) = \frac{20\text{мА} - 4\text{мА}}{2{,}5\text{м}} = 6{,}4; \quad (6)$$

Передаточная функция сепаратора:

$$W(s) = \frac{2{,}5\text{м}}{50\text{м}^3 * s} = \frac{1}{20s}; \quad (7)$$

На рисунке 16 представлена математическая модель контура регулирования уровня жидкости в нефтегазовом сепараторе. В качестве устройства управления двигателем было выбрано трехпозиционное реле. Таким образом задвижка клапана открывается и закрывается с постоянной скоростью. Это позволит снизить материальные затраты, так при таком исполнении не требуется устанавливать частотный преобразователь.

Передаточная функция полученной системы имеет 2 интегратора представленных в чистом виде, это означает что система имеет астатизм 2го порядка, следовательно, не может иметь статической ошибки как по управляемой величине, так и по скорости ее изменения. Таким образом, использование И-составляющей регулятора нецелесообразно, это только увеличит колебательность системы.

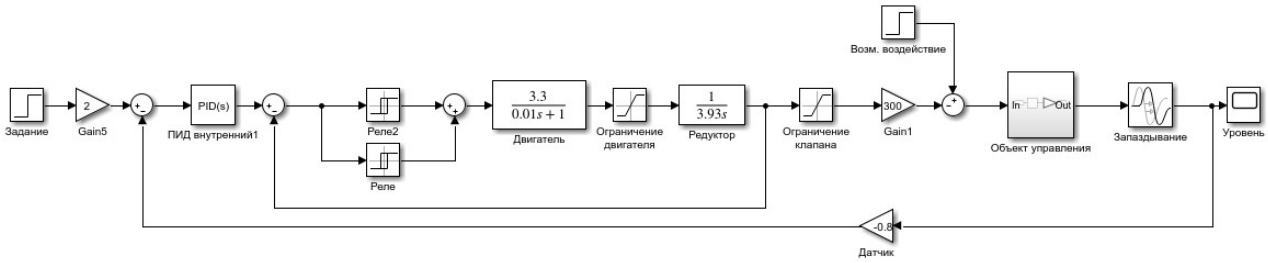


Рисунок 16 – Математическая модель контура регулирования, построенная в Simulink

Для настройки ПД-регулятора был выбран метод ручного подбора коэффициентов: сначала пропорционального звена, а затем дифференциального. На рисунке 17 представлена передаточная характеристика системы без регулятора (Кп = 1, Кд =0). Как можно заметить, система неустойчива.

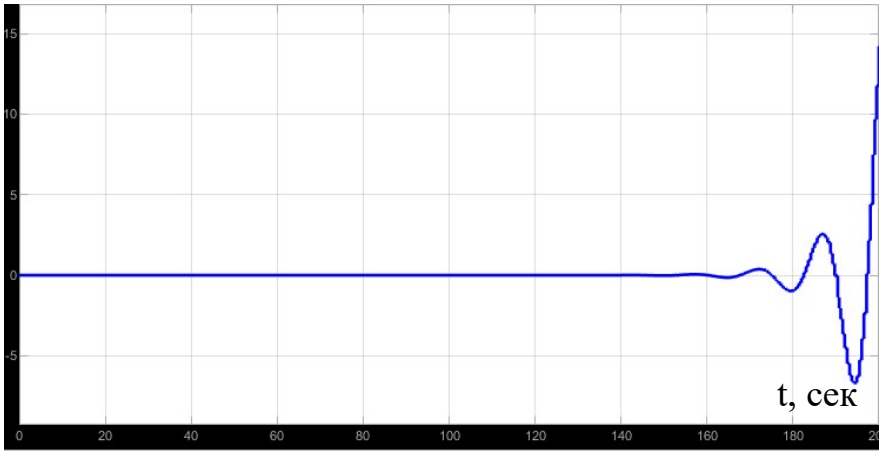


Рисунок 17 – График переходного процесса САР без регулятора

На рисунке 18 представлены результаты настройки регулятора, слева передаточная характеристика с настроенным П-регулятором, а справа с ПД-регулятором. Как можно заметить переходные характеристики системы с ПД-регулятором значительно лучше (перерегулирование намного меньше, время переходного процесса также меньше). При этом были получены следующие параметры переходного процесса: перерегулирование = 9%, время переходного процесса = 44 с.

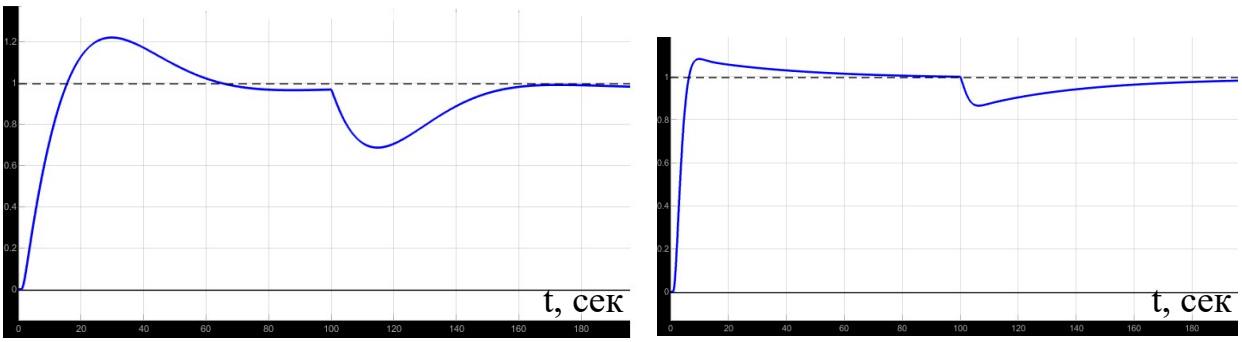


Рисунок 18 – График переходного процесса САР с П регулятором (слева) с ПД регулятором (справа)

3.7 Разработка мнемосхемы

Мнемосхема, которая отображается на АРМ оператора представлена на рисунке 19. Мнемосхема была выполнена в программном обеспечении SIMP Lite.

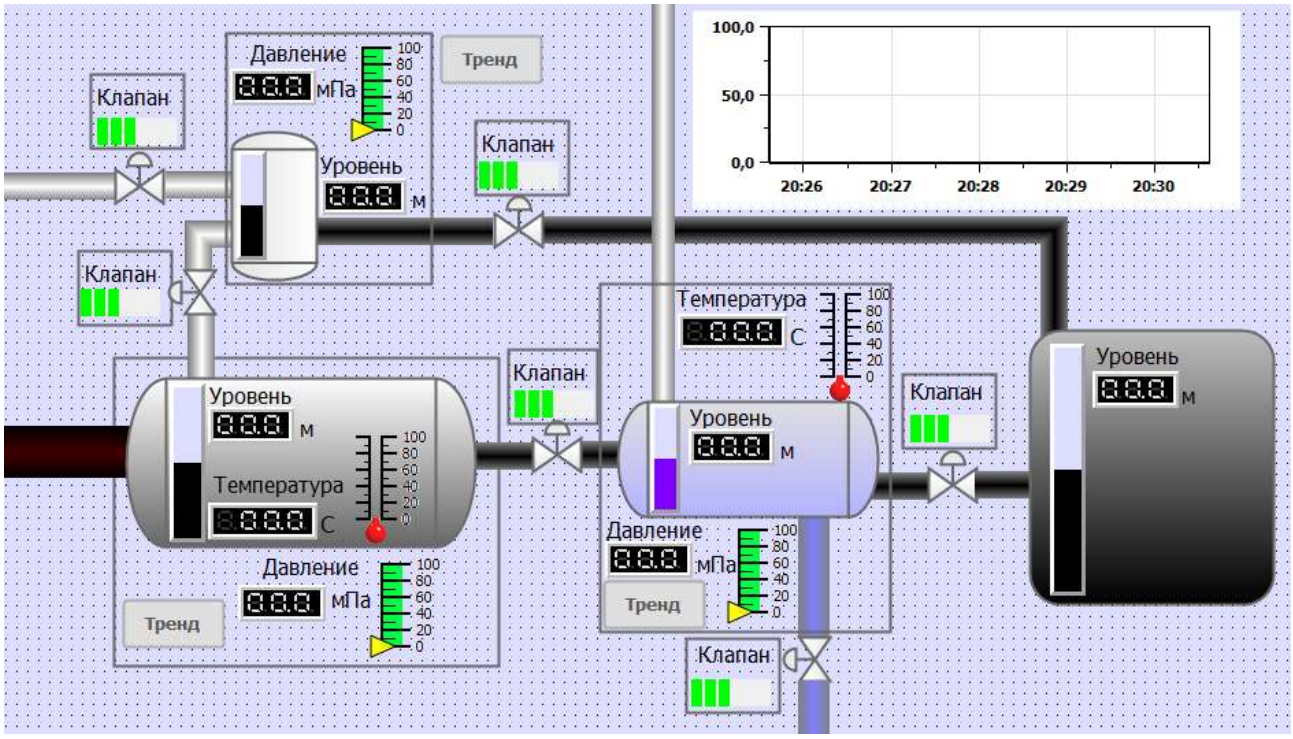


Рисунок 19 – Макет мнемосхемы

При помощи мнемосхемы можно отследить тренды температуры в резервуаре, расхода и количества нефти в резервуаре. Также обеспечивается актуальное информирование о состоянии средств КИПиА и технологических объектов.

4 Социальная ответственность

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

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

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

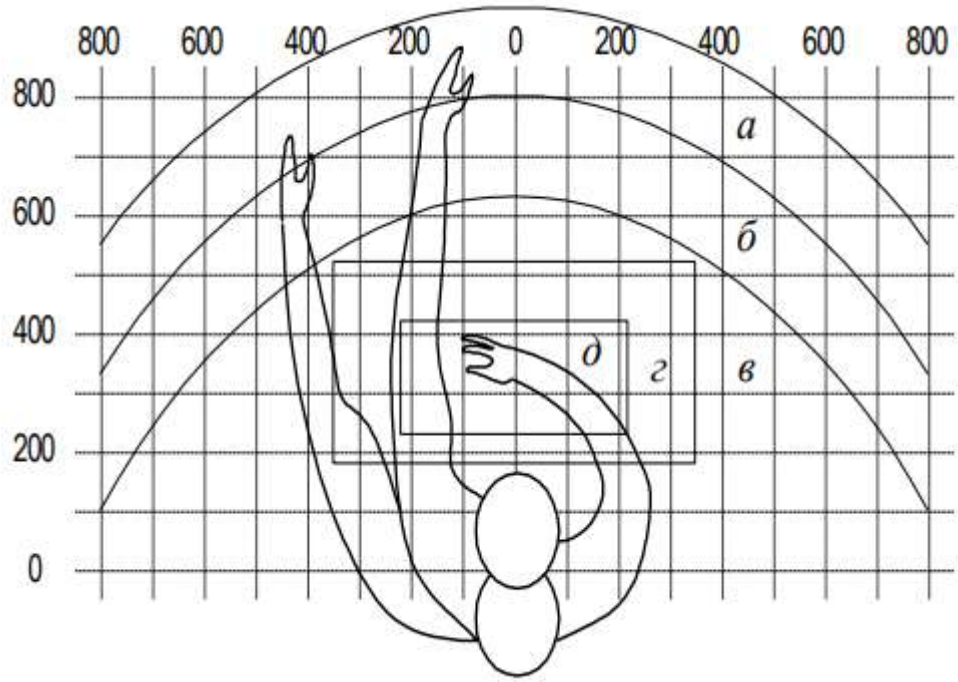
4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

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

ТК о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

4.1.2 Эргономические требования к рабочему месту

Эргономические требования к рабочему месту работника представлены на рисунке 20.



а - зона максимальной досягаемости; б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в - зона легкой досягаемости ладони; г - оптимальное пространство для грубой ручной работы; д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы

Рисунок 20 – Эргономические требования

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- дисплей размещается в зоне «а» (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- клавиатура - в зоне «г/д»;
- «мышь» - в зоне «в» справа;

– документация, необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони - «б», а в выдвижных ящиках стола - редко используемая литература.

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В таблице 7 приведены возможные опасные и вредные факторы.

Таблица 7 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [14])	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Монтаж/ демонтаж	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [15]; СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [16]; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [17]; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». [18]
2. Превышение уровня шума		+	+	
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
4. Повышенное значение электромагнитного излучения			+	

4.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Параметры микроклимата рабочего места оператора должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

В таблице 8 приведены оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в соответствии с временем года и категории тяжести работ согласно требованиям СанПиН.

Таблица 8 – Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	(22 - 24)	(21 - 25)	(60 - 40)	0,1
Тёплый	(23 - 25)	(22 - 26)	(60 - 40)	0,1

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период восьмичасовой рабочей смены приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Допустимые параметры микроклимата

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

В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно СанПиН 2.2.4.548-96 и приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Расход свежего воздуха по СанПиН 2.2.4.548-96

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, $м^3$/на одного человека в час
Объем до 20 $м^3$ на человека	Не менее 30
(20 – 40) $м^3$ на человека	Не менее 20
Более 40 $м^3$ на человека	Естественная вентиляция

4.2.1.2 Превышение уровня шума

В соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 [19], при выполнении работ с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного

управления производственными циклами, рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА.

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Допустимые уровни звукового давления

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

4.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещенность рабочей зоны напрямую влияет на производительность труда рабочего. Недостаточная освещённость рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Длительное пребывание в среде с ограниченным спектральным составом света и монотонным режимом освещения вызывает сонливость и апатию. Работа в помещениях с повышенным уровнем освещенности приводит к перевозбуждению нервной системы и уменьшению работоспособности.

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

Рабочая зона или рабочее место оператора АСУ освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения. Уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет 0.5 - 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. По нормам освещенности

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений.

Требования к освещению на рабочих местах при работе с ПК по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Требования к освещению на рабочих местах

Освещенность на рабочем столе	(300 - 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
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	(3:1 - 5:1)
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

4.2.1.4 Повышенное значение электромагнитного излучения

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

Монитор, системный блок, и принтер - генерируют электромагнитное излучение в очень широком диапазоне частот. Но именно излучение монитора является более мощным. Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным нормам, описанным в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ указаны в таблице 13.

Таблица 13 – 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		15 кВ/м

4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

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

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

В качестве мер по снижению шума, воздействующего на человека, в первую очередь следует использовать средства коллективной защиты:

– уменьшение шума в источнике его возникновения за счет применения рациональных конструкций, новых материалов и гигиенически благоприятных технологических процессов;

– изменение направленности излучения шума;

– рациональная планировка предприятий и цехов;

– акустическая обработка помещений;

– уменьшение шума на пути его распространения от источника к рабочему месту (использование защитных экранов, глушителей шума).

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

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

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.

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

4.3 Экологическая безопасность

При эксплуатации оборудования на ДНС в атмосферу выделяются постоянные выбросы, а также аварийные сбросы при выходе из строя оборудования и трубопроводов.

Загрязнение воздушного бассейна происходит в результате поступления в него:

– продуктов сгорания попутного газа на факелах, в трубчатых печах, в котельной;

– утечек вредных веществ через дыхательные клапаны резервуаров нефти;

– вредных веществ от оборудования, размещаемого в блочных помещениях через воздуховоды или дефлекторы;

– вредных веществ через вентиляционные трубы, воздушники ёмкостей; вредных веществ через щели фланцевых соединений сепараторов, ёмкостей.

Все источники, подлежащие контролю по загрязнению атмосферы, делятся на две категории:

1. источники с большими выбросами вредных веществ, так называемые организованные выбросы (труба котельной, факел), которые должны контролироваться систематически;

2. неорганизованные выбросы ("большие" и "малые" дыхания резервуаров, пропуски во фланцевых соединениях, выбросы при продувке аппаратов и трубопроводов).

Основные мероприятия по охране окружающей среды включают в себя:

– полную герметизацию технологического оборудования;

– сбор и максимальное использование попутного нефтяного газа;

– полную утилизацию сточных вод;

– защиту оборудования и трубопроводов от внутренней и наружной коррозии;

– автоматическое регулирование уровней и давления в аппаратах;

– аварийную сигнализацию предельных значений регулируемых параметров.

В случае нарушения технологического режима, связанного с авариями, в целях охраны окружающей среды предусматриваются следующие мероприятия:

– локализация аварийных разливов нефти;

– ограждение резервуаров бетонной стеной из дорожных плит, высотой 2 м;

– разделение бетонной ограждающей стеной резервуаров подготовки пластовой воды и аварийного резервуара;

– устройство бетонных площадок с бордюрным ограждением и дождеприемниками для сбора разлившейся нефти и загрязненных дождевых вод;

– обвалование факельной установки.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожарная безопасность

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

Система пожаротушения состоит из системы пожаротушения:

– пеной;

– водой.

Система пожаротушения пеной включает:

– генераторы пены;

– индивидуальные пенопроводы на отдельные объекты;

– пульт управления и мнемосхему в операторной с системой извещателей в очаге огня.

Здания, сооружения и наружные установки оснащены первичными средствами пожаротушения в соответствии с ППБ 01-2003 (правила пожарной безопасности в РФ) и ППБО-85 (правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности). Количество и тип огнетушителей выбирается в соответствии с категорией здания по взрывопожарной опасности, предельно защищаемой площади и классу пожара. Для оснащения противопожарным инвентарем на территории объекта установлены пожарные щиты.

Комплектация противопожарным инвентарем, выполнена согласно норм оснащения пожарных щитов типа ЩП-В. На объекте принята централизованная структура контроля за установками автоматической пожарной сигнализации, из помещения операторной.

Вывод по разделу «Социальная ответственность»

При выполнении раздела социальной безопасности были проанализированы и выявлены основные вредные и опасные факторы, которые могут возникать в процессе разработки, монтажа и эксплуатации разработанной системы автоматизации. Были описаны меры минимизации уровней воздействия данных факторов. Также описаны возможные причины возникновения чрезвычайных ситуаций и способы их предотвращения. С точки зрения экологической безопасности, рассмотрены потенциальные источники заражения атмосферы и гидросферы и приведены мероприятия по охране окружающей среды.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования могут стать организации, имеющие дожимную насосную станцию и иные крупные предприятия в нефтегазовой отрасли, деятельность которых направлена на добычу и подготовку нефтегазовой смеси.

5.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Оценка проведения процедуры QuaD представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Повышение производительности	0,1	65	100	0,65	6,5
2. Простота обслуживания	0,05	90	100	0,9	4,5
3. Отказоустойчивость	0,06	55	100	0,55	3,3
4. Безопасность	0,1	80	100	0,8	8
5. Удобство пользования интерфейсом	0,1	95	100	0,95	9,5
6. Ремонтопригодность	0,07	65	100	0,65	4,55
7. Помехоустойчивость	0,05	30	100	0,3	1,5
8. Уровень шума	0,02	85	100	0,85	1,7

Продолжение таблицы 14 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

9. Масштабируемость (возможность расширения)	0,05	90	100	0,9	4,5
10. Потребность в ресурсах памяти	0,05	15	100	0,15	0,75
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1.Конкурентоспособность	0,05	75	100	0,75	3,75
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	10	100	0,1	0,5
3. Цена	0,1	90	100	0,9	9
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	85	100	0,85	5,95
5. Послепродажное обслуживание	0,03	65	100	0,65	1,95
6. Доступность	0,05	90	100	0,9	4,5
Итого:	1	1085		10,85	70,45

Полученное в результате QuaD анализа средневзвешенное значение перспективности научной работы находится в диапазоне от 60 до 79. Это означает, что перспективность проекта выше среднего.

5.3 SWOT анализ

Для исследования внутренней и внешней среды проекта был проведен комплексный анализ научно-исследовательского проекта – SWOT-анализ. Итоговая матрица SWOT-анализа, полученная в результате реализации всех этапов исследования, приведена в таблице 15.

Таблица 15 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Небольшая длительность переходного процесса. С2. Стоимость реализации. С3. Удобный интерфейс SCADA С5. Масштабируемость.	**Слабые стороны научно-исследовательского проекта:** Сл1. Существенное перерегулирование Сл2. Потребность в ресурсах памяти. Сл3. Отсутствует шумоподавление.

Продолжение таблицы 15 – Матрица SWOT-анализа

Возможности: В1. Использование существующего ПО В2. Выход на иностранный рынок. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт.	В3С2. За счет низкой стоимости и высокой доступности, можно привлечь новых потребителей, заинтересованных в приобретении инновационной системы управления. В1С3. Простота и удобство системы при использовании существующего и распространенного программного обеспечения позволит снизить расходы на обучение персонала. В1С2. Низкая стоимость проекта позволит конкурировать с иностранными компаниями за рубежом.	В2Сл4. При выходе на иностранный рынок возможно увеличение клиентской базы. В1Сл1Сл3. Индивидуальная калибровка компонентов системы с помощью существующего ПО позволит уменьшить помехи и перерегулирование на программном уровне.
Угрозы: У1. Увеличение стоимости ресурсов. У2. Появление на рынке наиболее совершенных систем от конкурентов. У3. Отсутствие спроса на новые технологии.	У1С5. Снизить стоимость проекта при увеличении стоимости ресурсов возможно, установив упрощенные комплектации с возможностью дальнейшего расширения. У2С3. Простая и удобная система управления позволит конкурировать с новыми сложными системами.	У1Сл2. Увеличить спрос на проект при растущей стоимости ресурсов возможно за счет использования компонентов меньшей стоимости или с упрощенной комплектацией.

Таким образом, реализовать возможности проекта можно, используя сильные стороны разрабатываемой системы: низкую стоимость, удобный интерфейс SCADA и масштабируемость проекта. Слабые стороны и наличие угроз снижают конкурентоспособность продукта.

5.4 Планирование научно-исследовательских работ

5.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

– определение структуры работ в рамках научного исследования;

– определение участников каждой работы;

– установление продолжительности работ;

– построение графика проведения научных исследований.

Для реализации проекта необходимы исполнители в лице руководителя и инженера. Перечень этапов, работ и исполнителей приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Теоретические исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Изучение существующих систем	Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
	5	Подбор компонентов для реализации системы	Инженер
Экспериментальное исследование	6	Построение моделей и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка полученных результатов	Руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель

Продолжение таблицы 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

5.4.2Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ожi}} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \qquad (9)$$

где $t_{ожi}$ – 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.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях Тр, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{\text{р}_i} = \frac{t_{\text{ожi}}}{\text{Ч}_i}, \tag{10}$$

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

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн;

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

Представим ленточный график в форме диаграммы Ганта. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{\text{к}i} = T_{\text{р}i} \cdot k_{\text{кал}} \tag{11}$$

где $T_{\text{к}i}$ – продолжительность выполнения i-ой работы в календарных днях;

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

$\text{k}_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1{,}22 \tag{12}$$

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

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

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

Полученные данные сведены в таблицу 17.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы						Длительность работы в рабочих днях, T_{pi}		Длительность работы в календарных днях, T_{ki}	
	t_{min}, чел-дни		t_{max},чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Составление и утверждение технического задания	2		4		2,8		2,8		3	
Подбор и изучение материалов по теме		2		5		3,2		3,2		4
Изучение существующих систем		2		4		2,8		2,8		3
Календарное планирование работ по теме	2	2	3	3	2,4	2,4	1,2	1,2	2	2
Подбор компонентов для реализации системы		3		5		3,8		3,8		5
Построение моделей и проведение экспериментов		4		7		5,8		5,8		7
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1	1
Оценка полученных результатов	1		3		1,8		1,8		2	
Определение целесообразности проведения ОКР	1		2		1,4		1,4		2	
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA		1		2		1,4		1,4		2
Составление перечня вход/выходных сигналов		1		2		1,4		1,4		2

Продолжение таблицы 17 – Временные показатели проведения научного исследования

Составление схемы информационных потоков		1		2		1,4		1,4		2
Разработка схемы внешних проводок		1		3		1,8		1,8		2
Разработка алгоритмов сбора данных		1		2		1,4		1,4		2
Разработка алгоритмов автоматического регулирования		2		4		2,8		2,8		3
Разработка структурной схемы автоматического регулирования		1		2		1,4		1,4		2
Проектирование SCADA-системы		3		5		3,8		3,8		4
Составление пояснительной записки		1		3		1,8		1,8		2
Итого							8,1	33,9	12	43

На основе полученной таблицы строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ с разбивкой по месяцам и декадам. График работ приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Календарный план-график выполнения проекта

№ работ	Вид работ	Длительност	Месяц								
			Март			Апрель			Май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	3									
2	Подбор и изучение материалов по теме	4									
3	Изучение существующих систем	3									
4	Календарное планирование работ по теме	2									

Продолжение таблицы 18 – Календарный план-график выполнения проекта

№ работ	Вид работ	Длительность	Месяц								
			Март			Апрель			Май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
5	Подбор компонентов для реализации системы	5									
6	Построение моделей и проведение экспериментов	7									
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	1									
8	Оценка полученных результатов	2									
9	Определение целесообразности проведения ОКР	2									
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	2									
11	Составление перечня вход/выходных сигналов	2									
12	Составление схемы информационных потоков	2									
13	Разработка схемы внешних проводок	2									
14	Разработка алгоритмов сбора данных	2									
15	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	3									
16	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2									
17	Проектирование SCADA-системы	4									
18	Составление пояснительной записки	2									

- инженер - руководитель

5.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

5.5.1Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_м = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^{m} Ц_i \cdot N_{рас\,xi}, \quad (13)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 19 сведены данные о материальных затратах.

Таблица 19 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Ноутбук Lenovo Z500	Шт.	1	28900	28900
Мышь A4Tech	Шт.	1	1500	1500
Итого:				30400

5.5.2Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением программного оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам. Расчет затрат по данной статье приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Затраты на приобретение ПО

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Matlab	Шт.	1	8130,5	8130,8
Microsoft Office 2016	Шт.	1	9353	9353
Итого:				17483,8

5.5.3Основная 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, и дополнительную заработную плату:

$$З_{ЗП} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (14)$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (10% от основной).

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{р}, \quad (15)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_р$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Среднедневная зарплата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_м \cdot М}{F_д}, \quad (16)$$

где $З_м$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

$F_д$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

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

Месячный должностной оклад работника:

$$З_М = З_{ТС} \cdot (1 + k_{пр} + k_д) \cdot k_р, \quad (17)$$

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

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

$k_д$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно от 0,2 до 0,5;

$k_р$ – районный коэффициент, равный 1,3 для Томска.

Расчет основной платы представлен в таблице 21.

Таблица 22 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$З_{м}$, руб	$З_{дн}$, руб.	$Т_{р}$, раб. дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель	33 664	-	-	1,3	43 763,2	1 813,3	8,1	14 685,3
Инженер	12 663	-	-	1,3	16 461,9	682,1	33,9	23 123,19
Итого:								37 808,49

5.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн}, \tag{18}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (0,1).

Получим:

$$З_{Доп\ НР} = 0{,}1 * 14\ 685{,}3 = 1\ 468{,}53$$

$$З_{Доп\ И} = 0{,}1 * 23\ 123{,}49 = 2\ 312{,}35$$

5.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \tag{19}$$

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

Расчет отчислений приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений	Отчисления
Руководитель	14 685,3	1 468,53	0,271	4 377,69
Инженер	23 123,19	2 312,35		6 893,02
Итого				11 270,71

5.5.6 Прочие прямые затраты

К данному виду затрат относятся затраты на электроэнергию. Для юридических лиц стоимость 1 кВт·ч составляет 5,8 рублей. При умеренном пользовании ноутбук средней мощности потребляет 100 Вт в час в среднем. В день на работу затрачивается 6 часов, всего на работу с компьютером и оборудованием затрачивается 40 дней. Тогда затраты на электроэнергию составят:

$$З_{эн} = 100 \cdot \frac{5,8}{1000} \cdot 6 \cdot 40 = 139,2 \textit{руб.} \quad (20)$$

5.5.7 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:

$$C_{накл} = k_{накл} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (21)$$

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов, (равен 16 %).

Получим:

$$З_{накл} = 0,16 \cdot (37\,808,49 + 3\,780,85) = 6\,654,29 \text{ руб.}$$

5.6 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 приведено в таблице 24.

Таблица 24 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб
1. Материальные затраты НТИ	30400
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	17483,8
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	37 808,49
4.Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3 780,85
5.Отчисление во внебюджетные фонды	11 270,71
6.Прочие расходы	139,2
7. Накладные расходы	6 654,29
8. Бюджет затрат НТИ	107 537,34

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального финансового показателя, определяемого по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.i}} = \frac{\Phi_{\text{p}i}}{\Phi_{\max}}, \tag{22}$$

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

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

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

$Ф_{max}$ зависит от сложности проекта для которого разрабатывается АСУ.

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

$$\mathrm{I_{pi}} = \sum a_i \cdot b_i \tag{22}$$

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

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Сравнительный анализ приведен в таблице 25.

Таблица 25 - Сравнительная оценка вариантов исполнения

Критерии	Весовой коэффициент	Исп. 1	Исп. 2 (без АСУ)
1.Материалоемкость	0,05	3	4
2.Надежность	0,1	5	3
3.Производительность	0,25	5	3
4.Удобство в эксплуатации	0,15	5	3
5.Энергосбережение	0,25	3	4
6. Безопасность	0,2	5	3
Итого	1	26	20

$$I_{\text{р}-\text{исп}1} = 0.05 \cdot 3 + 0.1 \cdot 5 + 0.25 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.25 \cdot 3 + 0.2 \cdot 5 = 4.4$$

$$I_{\text{р}-\text{исп}2} = 0.05 \cdot 4 + 0.1 \cdot 3 + 0.25 \cdot 3 + 0.15 \cdot 3 + 0.25 \cdot 4 + 0.2 \cdot 3 = 3.3$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}} \tag{23}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($Э_{ср}$):

$$Э_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \tag{24}$$

Результаты расчета показателей сведены в таблицу 26.

Таблица 26 – Сравнительная эффективность разработок

Показатель	Исп. 1	Исп. 2 (Без АСУ)
Интегральный финансовый показатель	1	0,85
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,4	3,3
Интегральный показатель эффективности	4,4	3,88
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,13	1

Исходя из полученных данных сравнения финансовой и ресурсной эффективности различных вариантов исполнения, несколько более эффективным является первый вариант исполнения.

Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является, разработанная в соответствии с техническим заданием, система автоматического управления дожимной насосной станции. В процессе выполнения работы были выполнен ряд задач, таких как:

- разработка функциональной схемы автоматизации,
- разработка схемы внешних проводок,
- разработка мнемосхемы для SCADA системы,
- подбор оборудования для реализации АС,
- разработка алгоритмов регулирования технологических параметров, и моделирование процесса регулирования в среде MATLAB (Simulink).

Выбор комплекса аппаратно-технических средств происходил на основании требований, предъявляемых к системе и условий эксплуатации и был логично аргументирован.

Наконец, было выполнено обоснование проекта с технико-экономической точки зрения, а также были рассмотрены вопросы экологической безопасности проекта и условий труда работающего персонала.

Список используемой литературы

1. Шаловников, Э.А. Основы автоматизации производственных процессов нефтегазового производства: Учебное пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / М.Ю. Прахова, Э.А. Шаловников, Н.А. Ишинбаев; Под ред. М.Ю. Прахова. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 256 с.

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

3. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства: Учебник для учреждений начального профессионального образования / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 208 с.

4. Волноводный радарный уровнемер Rosemount™ 5300 [Электронный ресурс]/ Emerson Electric Co. // URL: https://www.emerson.com/ru-ru/catalog/rosemount-sku-5300-gwr-transmitter-ru-ru/ - (Дата обращения: 03.06.2019)

5. ЭЛЕМЕР-АИР-30М — интеллектуальный датчик давления нового поколения [Электронный ресурс]/ ООО НПП «ЭЛЕМЕР» // URL: https://www.elemer.ru/production/pressure/air_30m.php / - (Дата обращения: 03.05.2019)

6. Рекомендации по замене традиционных датчиков давления российским датчиком МЕТРАН-150 [Электронный ресурс] / Наукариус — Российская библиотека научных журналов и статей академии РАН / URL: http://naukarus.com/rekomendatsii-po-zamene-traditsionnyh-datchikov-davleniya-rossiyskim-datchikom-metran-150 / - (Дата обращения: 03.05.2019)

7. Датчики температуры [Электронный ресурс] / ООО НПП «ЭЛЕМЕР» // URL: https://www.elemer.ru/support/faq/temperature.php / - (Дата обращения: 03.05.2019)

8. ЭЛЕМЕР-УР-31 Уровнемеры радарные [Электронный ресурс] / ООО "ВиаТех маркет" / URL: http://vtmarket.ru/elemer-ur-31-urovnemery-radarnyye / - (Дата обращения: 03.05.2019)

9. Метран™ 55 Датчик для измерения уровня (погружной зонд) [Электронный ресурс]/ Emerson Electric Co., // URL: https://www.emerson.com/ru-ru/catalog/metran-55-ru-ru/ - (Дата обращения: 03.06.2019)

10. ГОСТ 14254-2015 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP) / – Введ. 2017-03-01.: Стандартинформ, 2016.–34 с.

11. ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов/ – Введ.2014-01-11.:Изд-во стандартов, 2015.–26 с.

12. ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия / – Введ. 2017.03.01.: Стандартинформ, 2017.–91 с.

13. ГОСТ Р 53324-2009 Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности. / – Введ. 2009.04.30.: Стандартинформ, 2009.–8 с.

14. ГОСТ 12.0.003 – 2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация/ – Введ. 2017-03-3.: Стандартинформ, 2016.–9 с.

15. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки/ – Введ. 1996-10-31.–24с.

16. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений/ – Введ. 1996-03-31.–20 с.

17. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий/ – Введ. 2013-04-08.–25 с.

18. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы/ – Введ. 2013-06-11.–16 с.

19. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности/ – Введ. 2015-11-01.: Стандартинформ, 2015.–24 с.

20. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения./ – Введ.1992-01-01.:Изд-во стандартов, 2010.–158 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Техническое задание

1. Техническое задание

1.1. Наименование системы

1.1.1. Полное наименование системы

Автоматизированная система управления дожимной насосной станции.

1.1.2. Краткое наименование системы

АСУ ДНС

1.2. Назначение и цели создания системы

1.2.1. Назначение системы

Система АСУ ДНС должна обеспечивать:

– получение параметров технологического процесса с датчиков и информации о состоянии оборудования;

– безопасность технологического процесса;

– дистанционную защиту технологического оборудования при аварийных ситуациях и предельных значениях параметров процесса;

– дистанционное управление технологическими процессами;

– регулирование технологических параметров технологического процесса;

– регистрацию основных параметров процесса и архивирование полученных данных;

– составление отчетных таблиц;

– ведение истории действий оператора;

– визуализацию хода технологического процесса в реальном масштабе времени на автоматизированных рабочих местах операторов.

Основным предназначением АСУ ДНС является обеспечение бесперебойного централизованного управления процессами ДНС без постоянного вмешательства работающего персонала.

1.2.2. Цели создания системы

Целью создания системы является повышение качественного уровня производственных процессов, снижение затрат на обслуживание станции, улучшение качества конечного продукта за счет использования современного оборудования, удобного и информативного интерфейса SCADA системы и эффективных алгоритмов регулирования технологических параметров [3].

1.3. Характеристика объекта автоматизации

ДНС предназначены для сбора продукции скважин, сепарации из нее основного количества газа, предварительного обезвоживания, учета и дальнейшей транспортировки на центральные пункты сбора.

ДНС в своем составе может иметь следующие технологические установки:

- сепарационные установки,
- установка предварительного сброса воды,
- печное хозяйство,
- отстойники,
- резервуары различного назначения,
- узлы учета (нефти, газа, воды),
- центробежные станции,
- блок добавления реагентов.

1.4. Требования к системе

1.4.1. Требования к системе в целом

1.4.1.1. Требования по диагностированию системы

Дополнительные требования по диагностированию системы при развитии системы не предъявляются.

1.4.1.2. Перспективы развития, модернизации системы

Дополнительные требования по перспективам развития и модернизации системы не предъявляются.

1.4.1.3. Требования к численности и квалификации персонала системы

Дополнительные требования по численности, квалификации и режиму работы персонала системы не предъявляются.

1.4.1.4. Требования к безопасности

Требования по безопасности резервуарного парка предъявляются согласно:

– ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия» [12];

– ГОСТ Р 53324-2009 «Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности». [13]

1.4.2. Требования к функциям АС

АСУ ТП ДНС должна обеспечивать следующие функции:

– контроль технологических параметров нефтепродуктов в резервуарах

– автоматическое и дистанционное управления технологическим оборудованием

– сбор, отображение и архивирование информации о технологическом процессе и действиях технологического персонала в удобном для оператора виде

– ведение товарного учета нефтепродуктов

1.4.3. Требования к видам обеспечения

1.4.3.1. Требования к техническому обеспечению

АСУ ТП обязана обеспечивать передачу и обработку информации от средств автоматизации, поставляемых совместно с технологическим оборудованием.

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

- средства КИПиА, в том числе датчики, исполнительные механизмы;
- контроллеры;
- многофункциональные операторские станции;
- средства архивирования данных;
- сетевое оборудование;
- средства метрологической поверки оборудования.

Выбор фирмы-поставщика программно-технического комплекса (ПТК) системы, датчиков и ИМ должен осуществляться на альтернативной основе и иметь технико-экономическое обоснование. Выбор фирмы-поставщика ПТК должен быть направлен на минимизацию затрат на приобретение и эксплуатацию данного комплекса. ПТК как зарубежного, так и отечественного производства должны иметь сертификаты Госстандарта РФ и, как правило, опыт использования на аналогичных объектах.

Используемые датчики должны в обязательном порядке иметь взрывозащищенный корпус. Подключение датчиков должно осуществляться с помощью экранированных кабелей, устойчивых к внешним воздействиям. Материалы исполнения чувствительных элементов должны быть коррозионностойкими, либо отделенными от рабочей среды разделителями сред. Выходной величиной всех датчиков, кроме термосопротивлений, должен быть ток (4 – 20) мА. Взаимодействие с датчиками должно осуществляться по протоколу HART.

Контроллерное оборудование должно иметь модульную архитектуру для возможности расширения системы в будущем, и для более свободной компоновки вход/выходных каналов.

Система измерений должна строится на базе электронных датчиков давления, температуры, расхода. Средства измерений должны иметь стандартные сигналы диапазона 4-20мА.

1.4.3.2. Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение автоматизированной системы должно включать в себя:

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

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя универсальные и технологические языки программирования и соответствующие средства разработки (отладчики, компиляторы). Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту IEC 61131-3.

Системное ПО должно обеспечивать выполнение всех функций информационно-управляющей системы (ИУС). На первом уровне это должна быть операционная система реального времени, временные характеристики и коммуникационные (сетевые) возможности которой удовлетворяют требованиям конкретного применения. ПО также должно обеспечивать выполнение функций конфигурирования (настройки) базового прикладного ПО и создание специального прикладного ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

– создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;

– конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;

– создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;

– конфигурирование трендов истории параметров;

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня ИУС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

АРМ оператора должен:

– поддерживать работу в сети Ethernet;

– иметь производительность, достаточную для работы программного обеспечения;

– быть рассчитано на круглосуточную работу;

– включать в себя источник резервного питания;

– удовлетворять требованиям безопасности по ГОСТ 26329-84, и создавать уровень шумов – не более 55 дБ при неработающей периферии по ГОСТ 26329.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

– отображение измеренных и вычисленных параметров;

– отображение архивной информации;

– дистанционное управление;

– оповещение о нарушениях технологического процесса.

1.4.3.3. Требования к метрологическому обеспечению

Требования к метрологическому обеспечению

Результаты измерений при испытаниях должны быть выражены в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации (ГОСТ 8.417). Методики выполнения измерений, применяемые при испытаниях для целей подтверждения соответствия, должны быть аттестованы или

стандартизованы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563. Типы средств измерений, применяемых при проведении испытаний для целей обязательной сертификации, должны быть утверждены Госстандартом России.

Должны быть предоставлены следующие сведения и документы:

– назначение ИС, и сведения об ее использовании в сфере (или вне сферы) Государственного метрологического контроля и надзора;

– сведения об измеряемых величинах и их характеристиках;

– перечни измерительных каналов и нормы их погрешностей;

– условия измерений;

– условия метрологического обслуживания.

1.4.3.4. Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение АСУ ТП должно обеспечивать реализацию перечисленных в данном ТЗ функций, а также выполнение операций конфигурирования, программирования, управления базами данных и документирования.

Математические методы и алгоритмы, используемые для шифрования/дешифрования данных, а также программное обеспечение, реализующее их, должны быть сертифицированы уполномоченными организациями для использования в государственных органах Российской Федерации.

1.4.3.5. Требования к информационному обеспечению

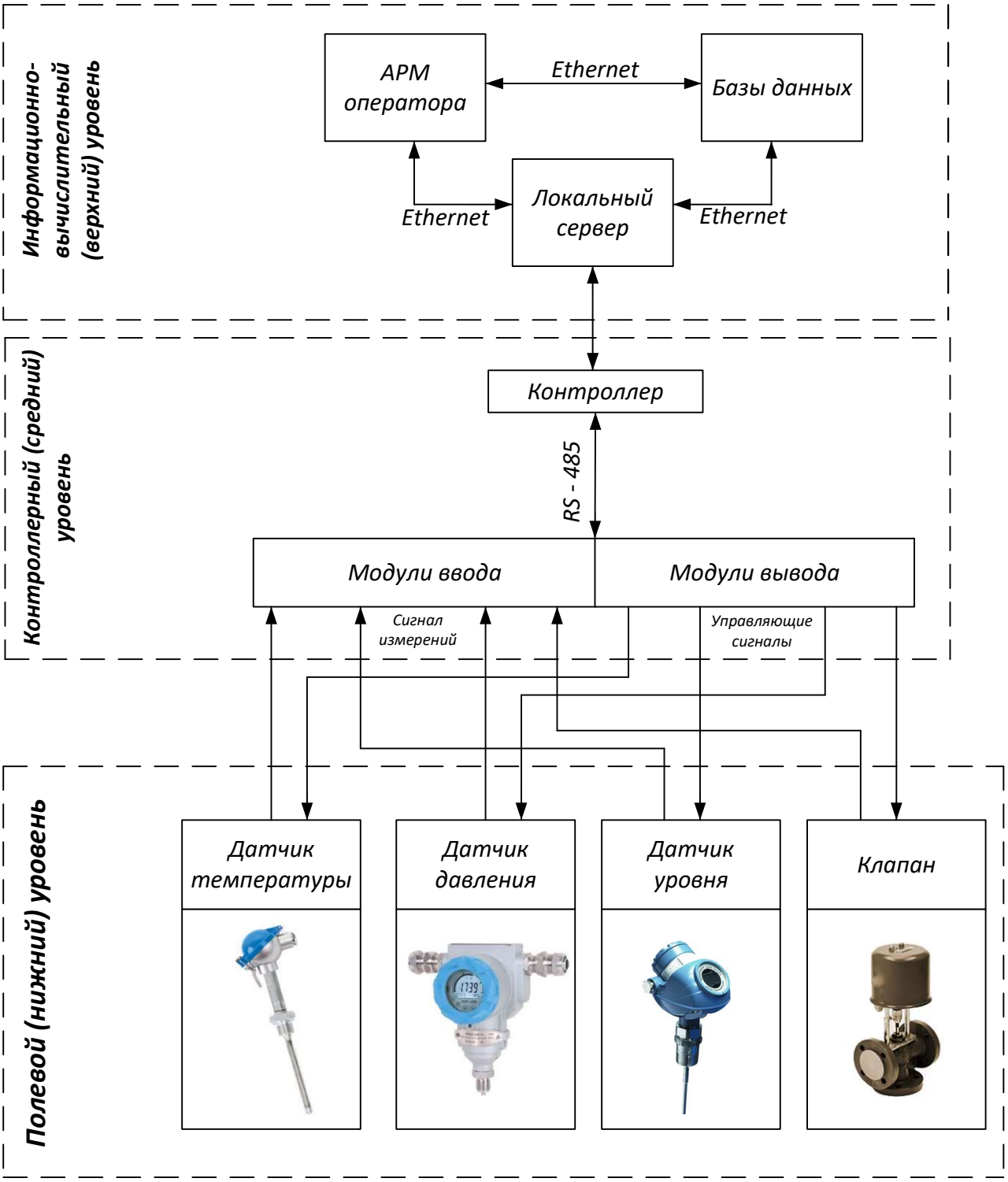
Для удобства работы технологов-операторов с большими объемами разнообразной информации, и для выработки соответствующих стереотипов взаимодействия с АС, информационное обеспечение должно быть структурировано, и иметь иерархическую организацию.

Каждый элемент контроля и управления должен иметь свой идентификатор (ТЕГ).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Структурная схема

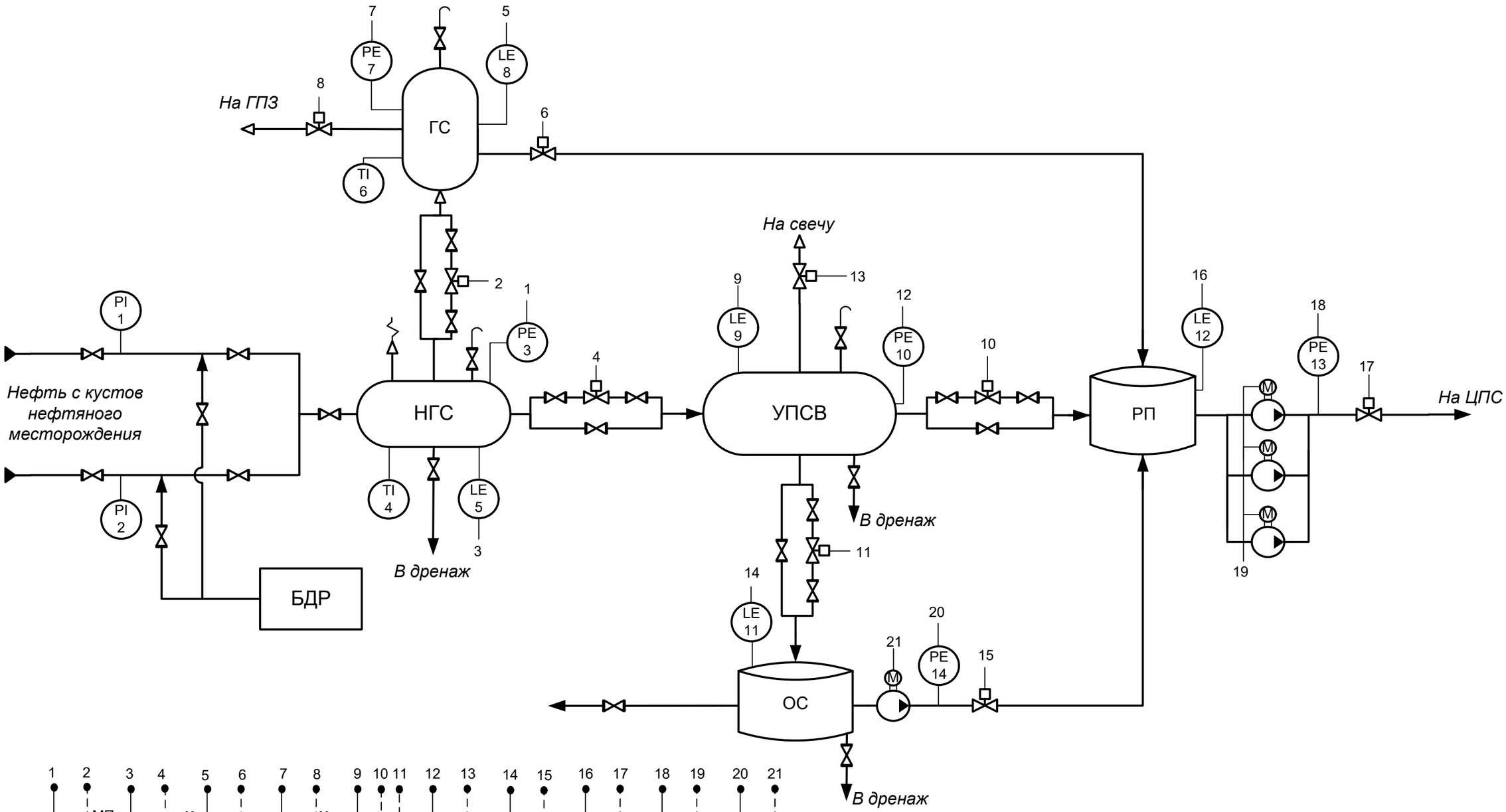


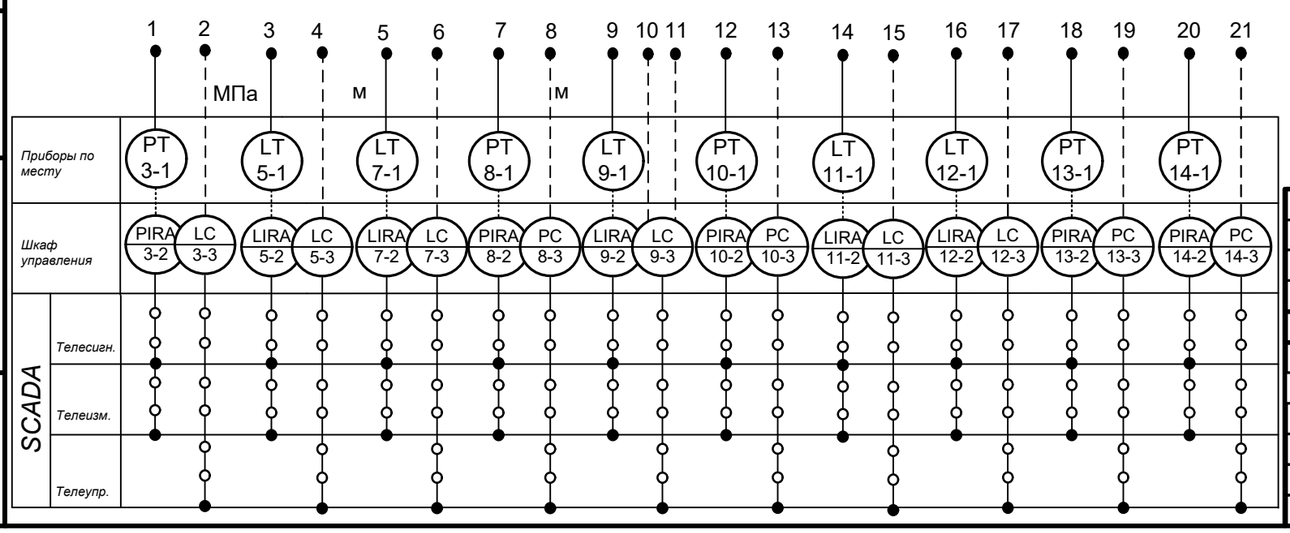
					ФЮРА.425280.001.ЭС.01			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматизация АСУ ДНС	Лит	Масса	Масштаб
Разраб		Зверев С.А.				У		
						Лист 1	Листов 1	
Т. Контр.					Структурная схема АСУ ДНС	ТПУ ОАР, ИШИТР Группа 8Т5А		
Утвердил								

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Функциональная схема





					ФЮРА. 425280. 001 С 01			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разраб.		Зверев С.А.			Автоматизация АСУ ТП	Лит	Масса	Масштаб
						У		
						Лист 1	Листов 1	
Т. Контр.					Функциональная схема автоматизации ДНС	ТПУ ОАР, ИШИТР Группа 8Т5А		
Утвердил								

Взам. инв. №

Подп. и дата

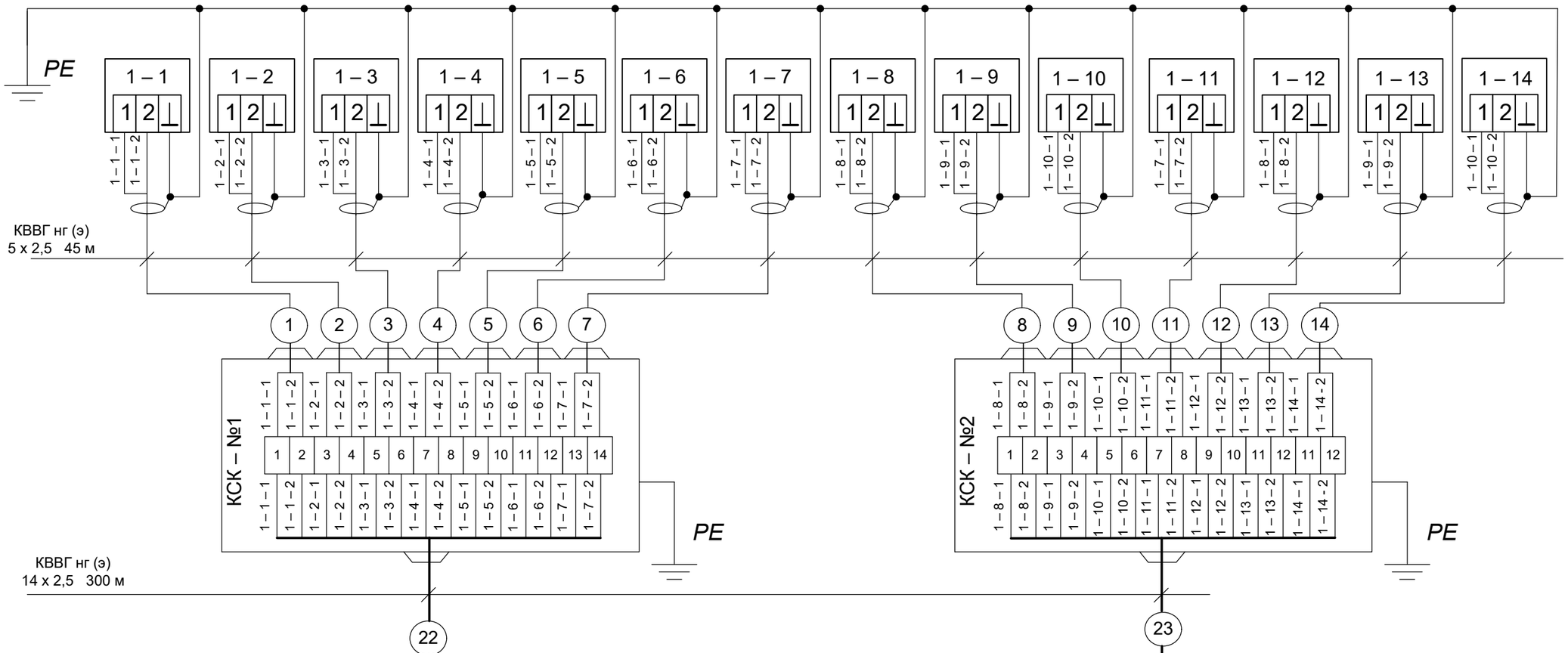
Инв. № подл.

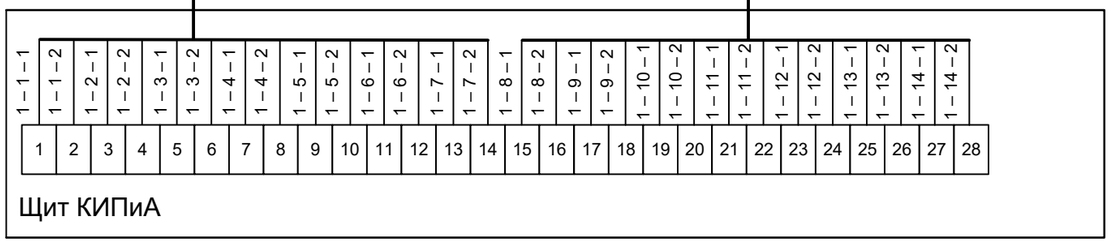
ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Схема внешних проводок

Наименование параметра	Давление	Положение задвижки	Уровень	Положение задвижки	Уровень	Положение задвижки	Давление	Положение задвижки	Уровень	Положение задвижки	Положение задвижки	Давление	Положение задвижки	Уровень
Место отбора сигнала	НГС	Трубопровод	НГС	Трубопровод	ГС	Трубопровод	ГС	Трубопровод	Абсорбер	Трубопровод	Трубопровод	УПСВ	Трубопровод	ОС
Тип датчика	Элемер АИР-30М	RV230/UV	Rosemount 530	RV230/UV	Rosemount 530	RV230/UV	Элемер АИР-30М	RV230/UV	Rosemount 530	RV230/UV	RV230/UV	Элемер АИР-30М	RV230/UV	Rosemount 530
Позиция	1 – 1	1 – 2	1 – 3	1 – 4	1 – 5	1 – 6	1 – 7	1 – 8	1 – 9	1 – 10	1 – 11	1 – 12	1 – 13	1 – 14





Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Зверев С.А.		
Т. Контр.				
Утвердил				

ФЮРА.425280.001.ЭС.01

Автоматизация АСУ ДНС

Лит	Масса	Масштаб
У		

Лист 1 | Листов 2

Схема внешних проводок

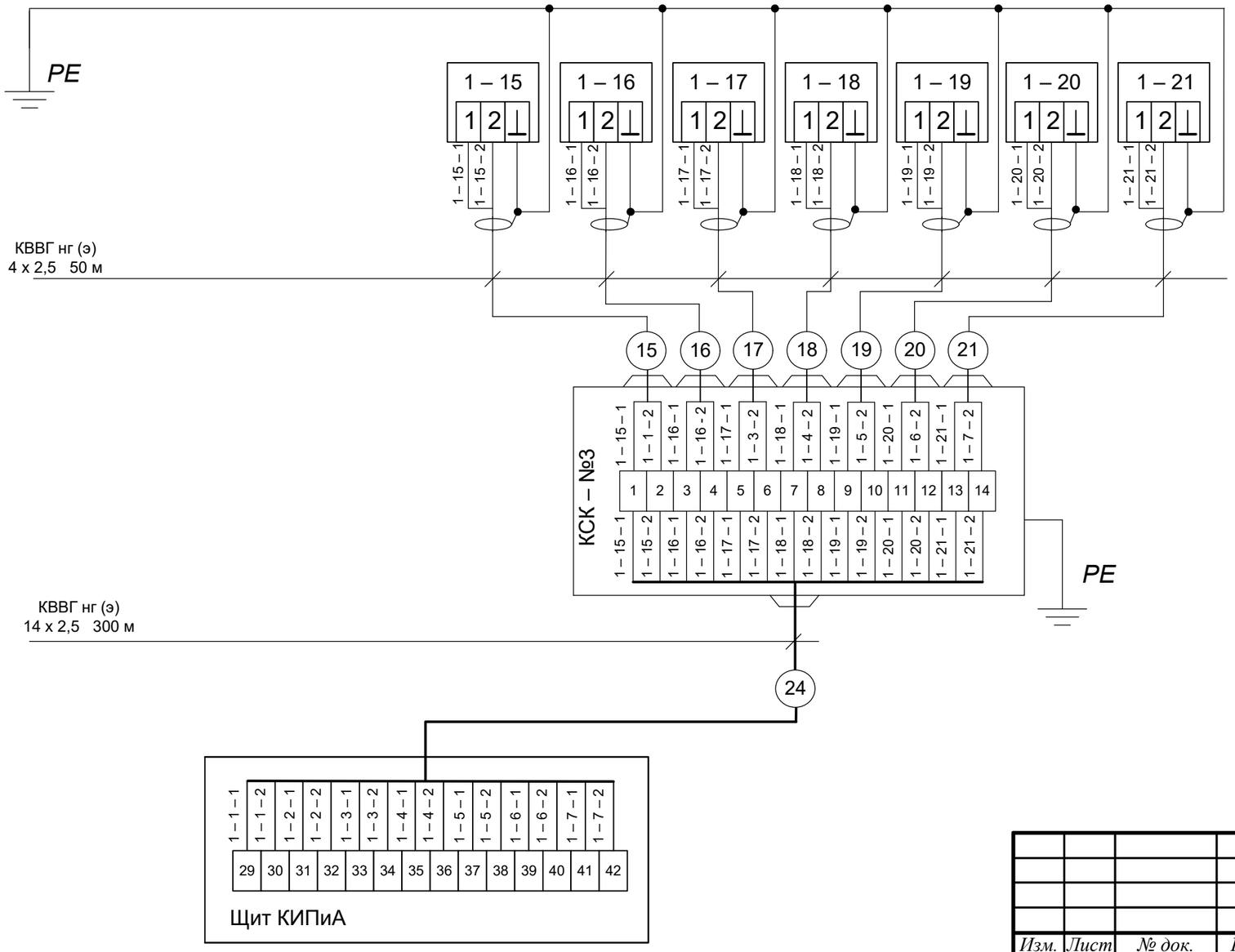
ТПУ ОАР, ИШИТР
Группа 8Т5А

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Наименование параметра	Положение задвижки	Уровень	Положение задвижки	Давление	Сила тока	Давление	Сила тока
Место отбора сигнала	Трубопровод	РП	Трубопровод	Трубопровод	Двигатель	Трубопровод	Двигатель
Тип датчика	RV230/UV	RV230/UV	RV230/UV	Элемер АИР-30М	RV230/UV	Элемер АИР-30М	RV230/UV
Позиция	1 – 15	1 – 16	1 – 17	1 – 18	1 – 19	1 – 20	1 – 21



Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Зверев С.А.		
1				
Утвердил				

ФЮРА.425280.001.ЭС.02

Автоматизация АСУ ДНС

Лит	Масса	Масштаб
У		

Лист 2 | Листов 2

Схема внешних проводок (продолжение)

ТПУ ОАР, ИШИТР
Группа 8Т5А

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.