

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

Институт электронного обучения
Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах
Кафедра автоматике и компьютерных систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизация системы управления конденсатором холодильной установки

УДК 621,319.4:621.565

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8A21	Шишлов Анатолий Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АИКС	Курганов Василий Ва- сильевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Рахимов Тимур Ру- стамович	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭиБЖ	Извеков Владимир Николаевич	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АИКС	Суходоев Михаил Сергеевич	К.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

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

Институт электронного обучения
 Направление подготовки (специальность) 27.03.04 Управление в технических системах
 Кафедра автоматике и компьютерных систем

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой АИКС
 _____ Суходоев М. С.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8A21	Шишлов Анатолий Викторович

Тема работы:

Автоматизация системы управления конденсатором холодильной установки
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: холодильная установка. Режим работы – круглосуточный, круглогодичный. Повышенные требования к точности измерений.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Проектирование автоматизированной системы управления конденсатором холодильной установки. Разработка схем автоматизации. Выбор комплекса аппаратно-технических средств. Разработка схем соединений внешних проводов. Разработка планов расположения оборудования и проводов. Разработка алгоритмов управления. Расчет надежности системы. Разработка экранных форм.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Структурная схема. Принципиальная технологическая схема. Функциональная схема автоматизации. Схемы соединений внешних проводов.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рахимов Тимур Рустамович
Социальная ответственность	Извеков Владимир Николаевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.02.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АИКС	Курганов Василий Васильевич	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8A21	Шишлов Анатолий Викторович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-8А21	Шишлов Анатолий Викторович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АИКС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Управление в технических системах

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

7. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
8. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
9. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение назначения объекта и определение целевого рынка
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Разработка НИР на этапы, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка технико-экономической эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ 	
---	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Рахимов Тимур Ру-стамович	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8А21	Шишлов Анатолий Викторович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8A21	Шишлов Анатолий Викторович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	АИКС
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Управление в технических системах

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочее место оператора предусматривается на базе персонального компьютера с цветным графическим монитором. Общая площадь помещения равна 10 кв.м. На данном рабочем месте на оператора, могут влиять следующие вредные производственные факторы: неблагоприятный микроклимат помещения, недостаточное освещение, повышенный уровень шума, повышенный уровень электромагнитного излучения. Опасные факторы проявляются в форме поражения электрическим током, возникновение пожаров в результате короткого замыкания. Негативное воздействие на окружающую природную среду в процессе работы практически отсутствует. Имеется опасность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера - производственных аварий и пожаров, в связи работы с взрывоопасными веществами.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 12.1.005-88 2. СП 52.13330.2011 3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 4. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ 5. СанПиН 2.2.548-96; 6. СНиП 23-05-95; 7. ГОСТ 12.2.032-78 8. ГОСТ 12.1.004-76 9. СН 181-70 10. СП 2.2.1.1312-03

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с выполняемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неблагоприятные метеорологические условия помещения. 2. Недостаточное освещение рабочего места. 3. Повышенный уровень шума 4. Повышенный уровень электромагнитного излучения
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); 	<p>В ходе анализа производственной среды на предмет опасных факторов было выявлено следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наличие источников статического электричества в виде ЭВМ и щита автоматики

ты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	- опасность возникновения пожара от короткого замыкания электрики
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Возможные ЧС на объекте: производственные аварии, пожары и возгорания, разлив нефти, взрыв.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	1. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. 2. Медицинские осмотры в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03;
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Извеков Владимир Николаевич	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8A21	Шишлов Анатолий Викторович		

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

Институт кибернетики
Направление 220400 «Управление в технических системах»
Кафедра автоматизации и компьютерных систем
Уровень образования – бакалавр
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.05.2017 г.	Основная часть	60
02.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
03.05.2017 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АИКС	Курганов Василий Васильевич	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
АИКС	Суходоев Михаил Сергеевич	К.Т.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 74 с., 10 рисунков, 20 таблиц, 19 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: Холодильная установка, клапан с электроприводом, автоматизированная система управления, ПИД-регулятор, локальный программируемый логический контроллер, протокол, SCADA-системы, экранные формы.

Объектом исследования является холодильная установка.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы управления конденсатором холодильной установки.

Работа представляет собой проект автоматизации системы управления конденсатором холодильной установки согласно входной информации, полученной от заказчика:

- техническим требованиям на автоматизацию;
- проектной документации на существующие решения по автоматизации;
- нормативно-правовой базе для выполнения проектов автоматизации технологических процессов в Российской Федерации.

При выполнении работы использовались программные продукты, такие как:

- Microsoft Office 2013;
- Microsoft Visio 2013;
- Mathcad.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013 и представлена на CD (в конверте на обороте обложки).

Содержание

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	12
ВВЕДЕНИЕ	13
1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	14
1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП	14
1.2 Назначение системы.....	15
1.3 Требования к Системе.....	15
1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени централизации Системы	15
1.3.2 Требования к режимам функционирования Системы	16
1.4 Требования к функциям (задачам), выполняемым Системой	16
1.5 Требования к видам обеспечения	17
1.5.1 Требования к техническому обеспечению	17
1.5.2 Требования к программному обеспечению	18
1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению	18
2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА	20
3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	21
4 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ	22
5 КОМПЛЕКС АППАРАТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ.....	24
5.1 Выбор устройств измерения.....	24
5.1.1 Выбор контроллерного оборудования	24
5.1.2 Выбор датчика температуры	26
5.2 Нормирование погрешности канала измерения.....	29
6 РАЗРАБОТКА СХЕМ ВНЕШНИХ ПРОВОДОК.....	31
7 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ	31
7.1 Алгоритм сбора данных	32

8.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	35
8.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	35
8.2	Анализ конкурентных технических решений.....	36
8.3	Технология QuaD.....	38
8.4	SWOT – анализ.....	39
8.5	Морфологический анализ	40
8.6	Планирование научно-исследовательских работ	41
8.6.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	41
8.7	Разработка графика проведения научного исследования.....	43
8.8	Бюджет научно-технического исследования	45
8.8.1	Расчет материальных затрат.....	45
8.8.2	Расчет затрат на специальное оборудование.....	46
8.8.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	46
8.8.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	47
8.8.5	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	47
8.8.6	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	48
9	Профессиональная социальная безопасность.....	51
9.1	Анализ вредных и опасных факторов.....	51
9.2	Анализ вредных факторов	52
9.2.1	Отклонения показателей микроклимата	52
9.2.2	Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света.....	53
9.2.3	Повышенный уровень шума.....	54
9.2.4	Электромагнитное излучение.....	55
9.3	Анализ опасных факторов	56
9.3.1	Электробезопасность.....	56
9.4	Экологическая безопасность	58
9.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	58

9.6	Пожарная безопасность.....	59
9.7	Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	61
9.7.1	Эргономические требования к рабочему месту	61
9.8	Окраска и коэффициенты отражения	62
9.9	Особенности законодательного регулирования проектных решений	63
	Заключение	64
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	66
	Приложение А. Гидравлическая схема.....	68
	Приложение Б. Схема автоматизации.....	69
	Приложение В. Структурная схема.....	70
	Приложение Г. Схемы внешних проводок.....	71

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Аббревиатура	Расшифровка
АСИ	Автоматизированная система измерения
ПЛК	Программируемый логический контроллер
ТП	Технологический процесс
ПП	Переходный процесс
РО	Регулирующий орган
ОУ (ОР)	Объект управления (объект регулирования)
ИМ	Исполнительный механизм
САР	Система автоматического регулирования
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
АРМ	Автоматизированное рабочее место
РСУ	Распределенная система управления
КАТС	Комплекс аппаратно-технических средств
АСУ	Автоматизированная система управления
ИВ	Исходная величина
СИ	Средство измерения
КМХ	Контроль метрологических характеристик
ТЗ	Техническое задание
ИС	Информационная сеть
КС	Компьютерная сеть

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация технологических процессов является решающим фактором в повышении производительности труда и улучшении качества выпускаемой продукции. Для нефтегазового комплекса автоматизация имеет особое значение, так как он является одной из ведущих отраслей Российской Федерации и в значительной степени определяет её экономическое развитие.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами являются высшим этапом комплексной автоматизации и призваны обеспечить существенное увеличение производительности труда, улучшения качества выпускаемой продукции и других технико-экономических показателей производства, а также защиту окружающей среды.

Целью данной работы является разработка проекта автоматизации системы управления конденсатором холодильной установки. Актуальность данной темы не может подвергаться сомнению, так как использовавшаяся ранее автоматизированная система управления не обеспечивала требуемую точность показаний результатов измерений, а также не соответствовала требованиям, выдвинутым к её надежности.

Таким образом, модернизация существующей системы посредством внедрения нового оборудования позволит повысить точность измерений и надежность всей системы управления холодильной установки в целом, что повлечет за собой положительный экономический эффект.

В настоящее время система внедрена предприятием ООО Компания Мони и успешно используется в технологическом процессе.

1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Основные цели и задачи создания АСУ ТП

АСУ ТП предназначена для:

- Стабилизации заданных режимов технологического процесса путем измерения значений технологических параметров, их обработки, визуального представления, и выдачи управляющих воздействий в режиме реального времени на исполнительные механизмы, как в автоматическом режиме, так и в результате действий технолога-оператора;
- Анализа состояния технологического процесса, выявление предаварийных ситуаций и предотвращение аварий путем переключения технологических узлов в безопасное состояние, как в автоматическом режиме, так и по инициативе оперативного персонала;
- Обеспечения административно-технического персонала завода необходимой информацией с технологического процесса для решения задач контроля, учета, анализа, планирования и управления производственной деятельностью.

Целями создания АСУ ТП являются:

1. Обеспечение надежной и безаварийной работы производства;
2. Стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологического процесса;
3. Увеличение выхода товарной продукции;
4. Уменьшение материальных и энергетических затрат;
5. Снижение непроизводительных потерь человеческих, материально - технических и топливно-энергетических ресурсов, сокращение эксплуатационных расходов;
6. Выбор рациональных технологических режимов с учетом показаний промышленных анализаторов, установленных на потоках, и оперативной корректировки стратегии управления по данным лабораторных анализов;

7. Улучшение качественных показателей конечной продукции;
8. Предотвращение аварийных ситуаций;

Автоматическая и автоматизированная диагностика оборудования АСУ ТП.

АСУ ТП реализуют следующие задачи:

- централизованный контроль и управление технологическими процессами конденсации холодильной установки;
- обеспечение надежной работы оборудования технологических сооружений и предотвращения аварийных ситуаций;
- повышение эффективности технологических процессов конденсацией холодильной установки;
- передача текущей информации в центральный диспетчерский пункт (ЦДП).

1.2 Назначение системы

Разрабатываемая система предназначена для автоматизации следующих функций:

- дистанционного контроля за ходом технологического процесса, состояния технологического оборудования и средств КИПиА;
- выполнения автоматического, дистанционного ручного управления исполнительными устройствами;
- настройки параметров функционирования объекта;
- ведения архива технологической информации;
- изготовления печатных копий отчетов и сообщений системы.

1.3 Требования к Системе

1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени центра-

лизации Системы

Система должна иметь трехуровневую структуру:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя:

- 1) датчики температуры;
 - 2) механизм электрический прямоходный;
- средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи воздействий на устройства приема/передачи данных на верхний уровень – включает в себя интерфейсные линии связи;
- верхний уровень – уровень, включающий автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора. Состав АРМ оператора:
- 1) персональный компьютер:
 - a. монитор (не менее 19");
 - b. системный блок;
 - c. клавиатура;
 - d. манипулятор типа "мышь";
 - e. плата интерфейсов 2 СОМ-порта;
 - 2) источник бесперебойного питания (ИБП), мощностью не менее 450 Вт;
 - 3) принтер, в комплекте с кабелем USB;
 - 4) лицензионное ПО и лицензионное антивирусное ПО (McAfee).

1.3.2 Требования к режимам функционирования Системы

Система должна обеспечивать непрерывную работу объекта автоматизации в круглосуточном, круглогодичном режиме. Число рабочих дней в году – 365 дней.

1.4 Требования к функциям (задачам), выполняемым Системой

Основные функции Системы:

- доступ оператора АСУ ТП по индивидуальному паролю;
- регистрация ФИО оператора АСУ ТП;
- регистрация измеряемых величин;

– отображение и регистрация в базе данных при работе холодильной установки следующей информации:

- 1) распределенная температура;
- 2) состояние работы исполнительных механизмов;
- 3) состояние работы компрессоров;

– формирование и распечатка отчетов;

1.5 Требования к видам обеспечения

1.5.1 Требования к техническому обеспечению

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и влажности не менее 80 % при температуре $35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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

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

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

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

- 1) время наработки на отказ не менее 100 тыс. час;
- 2) срок службы не менее 10 лет.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сиг-

налов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

1.5.2 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное 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 отчетных документов (рапортов, протоколов).

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

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

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

1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное 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 отчетных документов (рапортов, протоколов).

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

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

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

Требование к приведенной погрешности датчика температуры не более $\pm 1\%$.

вычислительных операций (БВО), где происходит деление сигнала на 4. С БВО сигнал передается на регулирующее устройство (РУ). На регулирующее устройство подается также сигнал с задатчика (ЗД). Управляющий сигнал с регулирующего устройства подается через коммутационную аппаратуру на исполнительный механизм (ИМ), который управляет регулирующим органом (РО).

Гидравлическая схема приведена в приложении А.

3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов [1].

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме автоматизации изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок [1].

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В данной работе функциональная схема автоматизации разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-13 «Система проектной документа-

ции для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов» [13, 14].

Функциональная схема автоматизации представлена в приложении Б.

4 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Структурная схема комплекса аппаратно-технических средств АСУ ТП холодильной установки построена по трехуровневому иерархическому принципу в соответствии с п. 1.3.1 настоящего ТЗ.

Нижний уровень (полевой) состоит из первичных датчиков (измерительных преобразователей), осуществляющих сбор информации о ходе технологического процесса, приводов и исполнительных устройств, реализующих регулирующие и управляющие воздействия, кабельных соединений, клеммников и нормирующих преобразователей .

Нижний уровень выполняет следующие функции:

- измерение параметров технологического процесса и оборудования и преобразования;
- сбор и передачу информации о ходе технологического процесса и состоянии технологического оборудования на верхний уровень посредством оборудования среднего уровня.

- Средний уровень (контроллерный) состоит из контроллеров и прочих устройств аналого-цифрового, цифро-аналогового, дискретного, импульсного и т.д. преобразования, и устройств для сопряжения с верхним уровнем (шлюзов). Отдельные контроллеры могут быть объединены друг с другом при помощи контроллерных сетей. Контроллерные сети строятся на базе интерфейса RS-485, совместимого с серверами OPC и SCADA-системами.

Верхний уровень (информационно-вычислительный) состоит из компьютеров, объединенных в локальную сеть Ethernet с использованием в качестве передающей среды медной витой пары или оптоволоконна (при больших расстояниях).

Протокол передачи данных – для удаленных подключений ТСР/IP. Трехуровневая структурная схема приведена в приложении Б.

Информация с датчиков полевого уровня поступает на средний уровень управления локальному контроллеру (ПЛК). Он выполняет следующие функции:

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

Информация с локального контроллера направляется в сеть диспетчерского пункта через коммуникационный контроллер верхнего уровня, который реализует следующие функции:

- сбор данных с локальных контроллеров;
- обработка данных, включая масштабирование;
- поддержание единого времени в системе;
- синхронизация работы подсистем;
- организация архивов по выбранным параметрам;
- обмен информацией между локальными контроллерами и верхним уровнем.

ДП включает несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Также здесь установлен сервер базы данных. Компьютерные экраны диспетчера предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления.

Все аппаратные средства системы управления объединены между собой каналами связи. На нижнем уровне контроллер взаимодействует с датчиками и исполнительными устройствами. Связь между локальным контроллером и контроллером верхнего уровня осуществляется на базе интерфейса Ethernet.

Связь автоматизированных рабочих мест оперативного персонала между собой, а также с контроллером верхнего уровня осуществляется посредством сети Ethernet.

5 КОМПЛЕКС АППАРАТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

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

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

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

5.1 Выбор устройств измерения

5.1.1 Выбор контроллерного оборудования

В основе системы автоматизированного управления конденсатором холодильной установки будем использовать промышленные контроллеры mRack (рис. 2).



Рисунок 2 – Контроллер mRack

Контроллеры mRack выполняют следующие функции:

1. Считывание показаний датчиков давления, отображение данных в бар/градусах Цельсия (в зависимости от типа хладагента)
2. Управление компрессорами с одинаковыми и различными мощностями
3. Управление компрессорными агрегатами с двумя контурами, среднетемпературными и низкотемпературными агрегатами
4. Задание количества компрессоров – вентиляторов на агрегате
5. Чередование компрессоров FIFO (первый вкл первый выкл) и по наработке. FIFO чередование вентиляторов конденсатора
6. Регулирование скорости вентиляторов конденсатора (PWM(широотно-импульсный) выход)
7. Управление зоной нечувствительности компрессоров и вентиляторов
8. Возможность ввода заданного значения давления всасывания в барах и отображение значения в градусах Цельсия путем одновременного нажатия кнопок “UP” и “DOWN” при отображении значений параметров.
9. Возможность ввода заданного давления конденсации в барах или градусах Цельсия, в зависимости от используемого контрольного датчика (давления или NTC).
10. Многофункциональный вход: общий аварийный сигнал HP (высокое давление), ON/OFF (вкл/выкл), изменение заданного значения (SETPPOINT),...
11. Изменение заданного значения по сигналу на цифровом входе
12. Возможность настройки аварийного сигнала тепловой перегрузки/типового аварийного сигнала как автоматического/ручного
13. Пуск компрессоров с экрана “Manutenzione” (техническое обслуживание)
14. Пропорциональная плюс интегральная функция для инвертора вентилятора.
15. «Плавающая» установка давления конденсации
16. Опционные температурные датчики с возможностью настройки аварийного сигнала по верхнему порогу:
 - а- Наружный воздух

- b- Воздух окружающей среды
- c- Температура нагнетания компрессора
- d- Температура всасывания

Схема подключения контроллера представлена на рисунке 3.

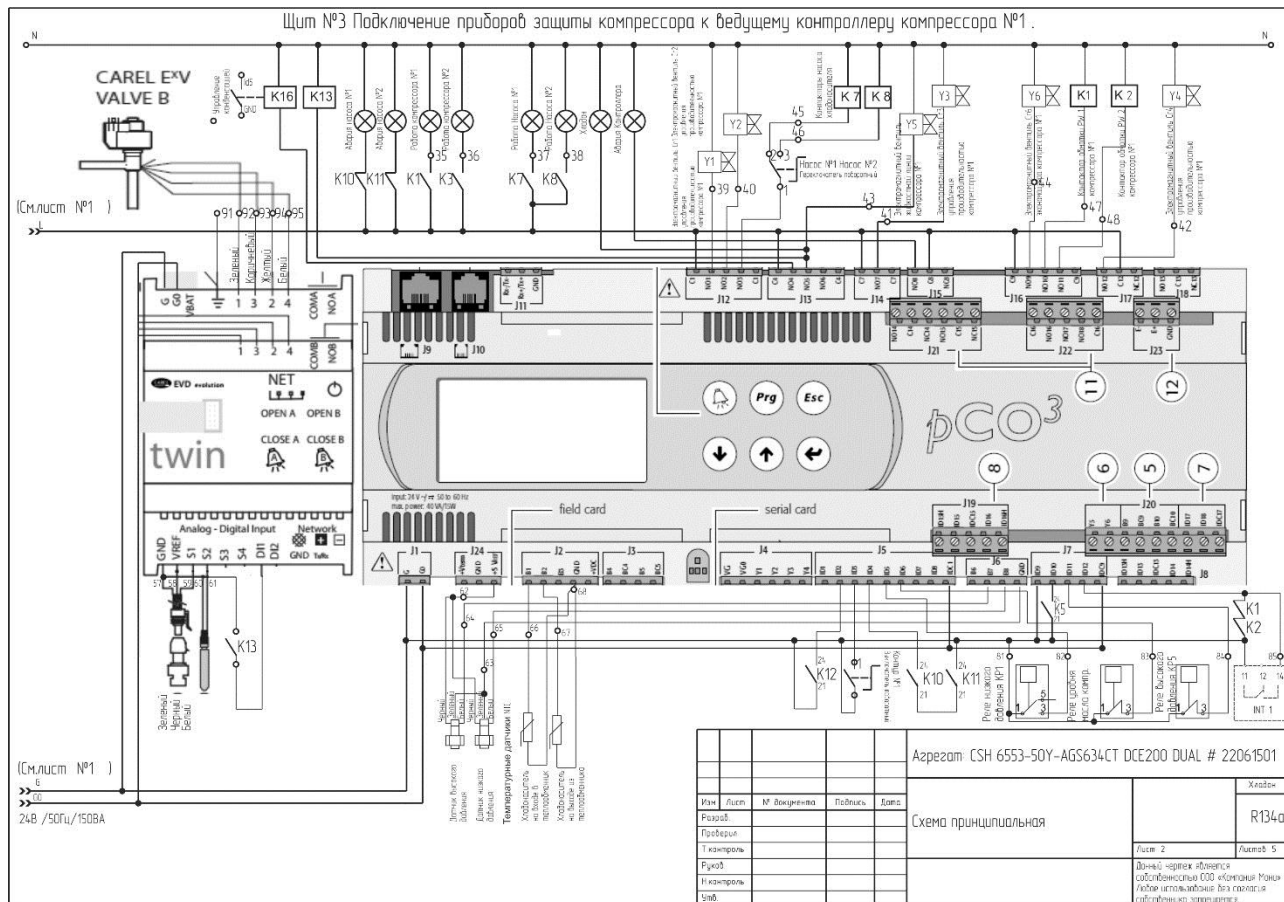


Рисунок 3 – Схема подключения контроллера mRack

5.1.2 Выбор датчика температуры

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: Метран-288, Rosemount 648 и ДТП.И ОВЕН. При измерении температуры на теплоэнергетических объектах в качестве первичных преобразователей используют термопреобразователи сопротивления (ТПС) и термоэлектрические преобразователи (ТЭП). Термопреобразователи предназначены для измерения температуры газообразных и жидких неагрессивных и агрессивных сред, а также твердых тел. В настоящее время выпуск стандартных термопреобразовате-

лей освоены промышленной группой «Метран» (г. Челябинск) и заводом «Эталон» (г. Омск).

Термоэлектрические преобразователи имеют класс допуска 1, 2 или 3. При классе допуска 1 предел основной допускаемой погрешности имеет минимальное значение, а при классе допуска 3- максимальное значение. Выходной сигнал преобразователей может быть в диапазонах 0 – 5, 4 – 20 мА.

В качестве датчика температуры был выбран интеллектуальный датчик температуры Метран-286.



Рисунок 4 – Метран-286

Интеллектуальный преобразователь температуры преобразует сигнал первичного преобразователя температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4-20 мА с наложенным на него цифровым сигналом HART.

Основные технические характеристики Метран-286:

- диапазон измеряемых температур $-50 \dots 500$ °С;
- максимальная температура применения 800 °С;
- степень воздействия защиты от пыли и воды по IP65;
- питание от 18 до 42 В;
- надежность до 6 лет;
- среднее время наработки на отказ 150 000 часов.

5.1.3 Выбор датчика давления

В качестве датчиков давления были рассмотрены Метран-150, Yokogawa, Kobold DMH-R. Все они имеют выходной сигнал 4-20 мА с протоколом HART. Однако среднее время наработки на отказ у Метран-150 составляет 270 000 часов, что по сравнению с другими больше почти в 6 раз. При этом стоимость ниже чем у Yokogawa.



Рисунок 5 – Метран-150

Датчики давления серии Метран-150 исполнения АС предназначены для непрерывного преобразования значения измеряемого параметра (абсолютного, избыточного давления, разности давлений) в унифицированный токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал на базе HART-протокола в системах автоматического управления, контроля и регулирования технологических процессов на объектах атомной энергетики.

Измеряемые среды: газ, жидкость, пар.

Температура окружающей среды: $-40...80^{\circ}\text{C}$.

Выходной сигнал: 4-20 мА с HART-протоколом; 0-5 мА.

Основная приведенная погрешность до $\pm 0,075\%$; опции до $\pm 0,2\%$; $\pm 0,5\%$.

Класс безопасности - 2, 3, 4 в соответствии с ОПБ 88/97.

Категории сейсмостойкости - 1 по НП-031-01.

Группа по безотказности – 1.

Степень защиты от воздействия пыли и воды IP66.

5.2 Нормирование погрешности канала измерения

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации» [16].

Так как в ходе технологического процесса осуществляется фактически измерение давления, то, в связи с этим, осуществим нормирование погрешности канала измерений давления.

Требование к погрешности канала измерения согласно п. 1.5.3 настоящего ТЗ не более 0,0003 %.

Расчет допустимой погрешности измерений температуры производится по формуле (5.1):

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2 + \delta_7^2)}, \quad (5.1)$$

где $\delta = 1\%$ - требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95;

δ_2 – погрешность передачи по каналу измерений;

δ_3 – погрешность, вносимая преобразователем сигнала;

$\delta_4, \delta_5, \delta_6, \delta_7$ – дополнительные погрешности, вносимые напряжением питания датчика, температурой окружающего воздуха, вибрациями и продолжительностью эксплуатации соответственно.

Погрешность передачи по каналу измерений в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_2 = \frac{0,0003 \cdot 38}{100} = 0,000114\%.$$

Погрешность, вносимая преобразователем сигнала в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_3 = \frac{0,0003 \cdot 16}{100} = 0,000048\%.$$

При расчете также учитываются дополнительные погрешности, вызываемые влиянием:

- напряжения питания;
- способа монтажа;
- вибрации;
- продолжительности эксплуатации.

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием напряжения питания, в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_4 = \frac{0,0003 \cdot 5}{100} = 0,000015 \%$$

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием монтажа, в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_5 = \frac{0,0003 \cdot 9}{100} = 0,000027 \%$$

Дополнительная погрешность, вносимая вибрацией, в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_6 = \frac{0,0003 \cdot 5}{100} = 0,000015 \%$$

Дополнительная погрешность, вносимая продолжительностью эксплуатации, в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_7 = \frac{0,0003 \cdot 26}{100} = 0,000078 \%$$

Таким образом, подставив в формулу (5.1) полученные значения, рассчитаем допустимую основную погрешность датчика температуры:

$$\delta_1 = 0,00026\%$$

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

6 РАЗРАБОТКА СХЕМ ВНЕШНИХ ПРОВОДОК

Схемы соединений и подключений внешних проводок разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-2013 [14]. Схемы внешней проводки приведены в приложении Д.

В качестве кабеля выбран КВВГнг. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроводными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

7 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

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

В данном проекте разработаны следующие алгоритмы АС:

– алгоритм сбора данных измерений,

– алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

Для представления алгоритма пуска/остановка и сбора данных будем использовать правила ГОСТ 19.002.

7.1 Алгоритм сбора данных

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения температуры представлен на рисунке 6.

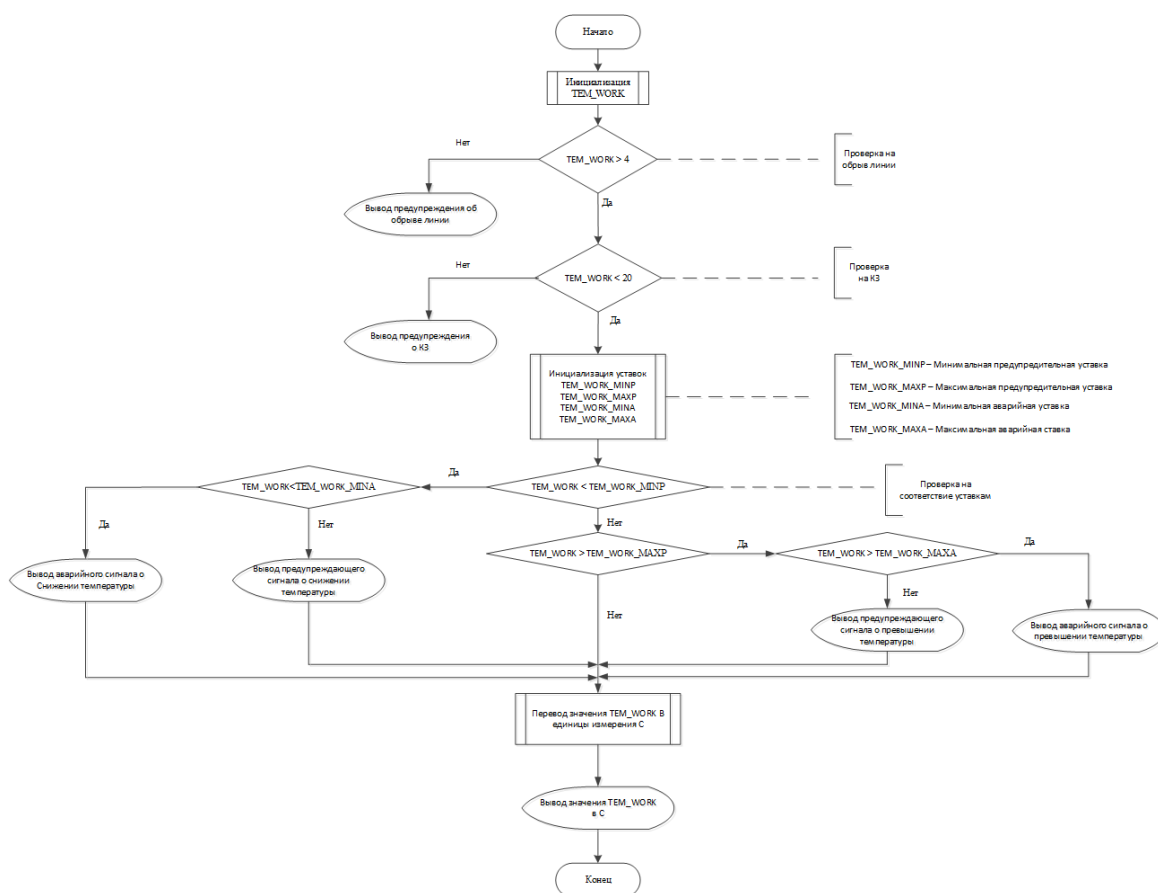


Рисунок 6 – Алгоритм сбора данных

7.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В процессе работы холодильной установки, необходимо поддерживать температуру, чтобы он не превышал заданного уровня. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем температуру агрегатной. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм каскадного ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее каче-

ство регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

Данная схема состоит из следующих основных элементов: задание, ПЛК с ПИД-регулятором, регулирующий орган, объект управления.

Объектом управления является агрегатная. С панели оператора задается температура, которую необходимо поддерживать в агрегатной. Далее эта температура приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20 мА и подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика температуры, происходит сравнение значений, и формируется выходной, который подается на ПИД регулятор внутреннего контура. Выход внешнего регулятора является уставкой для внутреннего сперва настраивается внутренний, чтобы без перерегулирования максимально быстро отработать уставку, а потом внешний на максимально быструю стабилизацию возмущений.

Линеаризованная математическая модель в виде системы дифференциальных уравнений:

Частотный преобразователь:

$$T_1 \frac{df}{dt} + f = K \cdot I_y;$$

Электропривод

$$T_2 \frac{d\omega}{dt} + \omega = K_2 \cdot f;$$

Задвижка

$$\frac{dx}{dt} = \omega;$$

Преобразование открытия в расход воздуха

$$p = K_3 \cdot x;$$

Расход поступающей жидкости

$$Q = p - q;$$

Температура

$$T_3 \frac{d\theta}{dt} + \theta = Q;$$

f – Выходная частота из частотного преобразователя;

ω – частота вращения вала исполнительного двигателя;

x – перемещение штока заслонки;

p – кол-во воздуха подаваемого на теплообмен;

q – кол-во теплотерь;

Q – количество выделяемой энергии;

θ – температура в агрегатной.

Модель с выделенными блоками показана на рисунке 7:

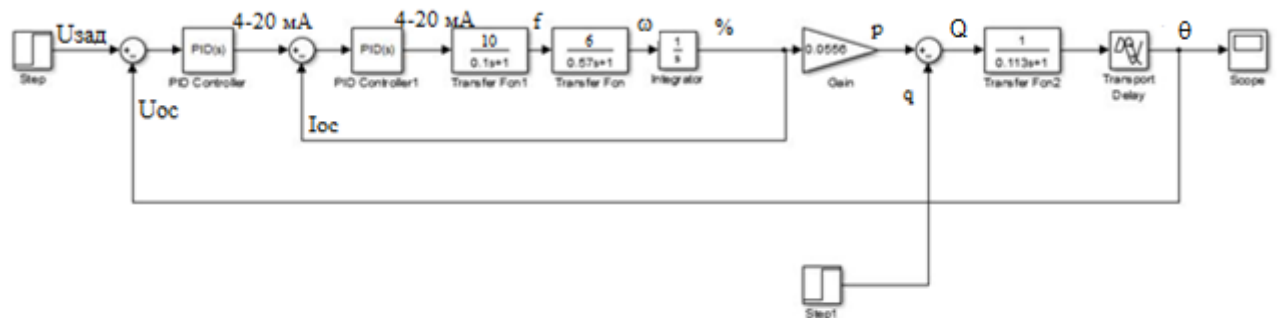


Рисунок 7 – Модель САР

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на рисунке 8:

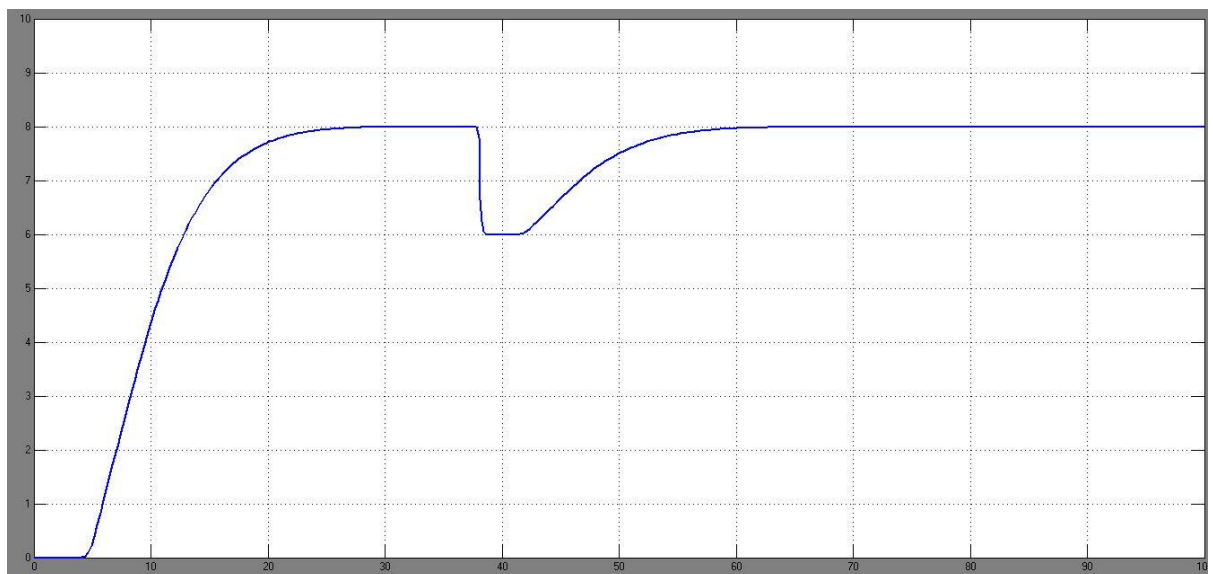


Рисунок 8 – График переходного процесса

Из данного графика видно, что процесс монотонный. Время переходного процесса примерно 25 сек. Ошибка перерегулирования равна нулю. На 38 секунде введено возмущающее воздействие. Как видно система с ним справляется.

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Цель

Целью данного проекта является оценка эффективности разработки автоматизации технологического процесса холодильной установки. Данная разработка позволит уменьшить временные и денежные затраты на обслуживание, ремонт, а также поддерживать технологические параметры на должном уровне.

8. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

8.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в промышленной, крупной торговой отрасли, в частности сетевые магазины, заводы, предприятия, имеющие холодильные установки. Научное исследование рассчитано на сетевые магазины имеющие холодильные установки. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система управления конденсатором холодильной установки.

В таблице 1 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» - ООО «КДВ-групп», «Б» - ООО «Фуд-сити», «В» - ООО «Лента»

Таблица 1 – карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строи- тельства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA си- стем

Размер компании	Мелкая	А, Б, В	А, Б	Б, В	В
	Средняя	А, Б, В	А, Б	В	В
	Крупная	Б, В	А	В	В

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

8.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты (таблица 2). Для оценки эффективности научной разработки сравниваются проектируемая система АСУ ТП, существующая система управления конденсатором холодильной установки, и проект АСУ ТП сторонней компанией.

Таблица 2 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,05	5	1	4	0,25	0,05	0,2
Удобство в эксплуатации	0,06	3	2	4	0,18	0,12	0,24
Помехоустойчивость	0,05	2	3	2	0,1	0,15	0,1
Энергоэкономичность	0,09	3	4	2	0,27	0,36	0,18
Надежность	0,11	5	2	5	0,55	0,22	0,55
Уровень шума	0,03	2	2	2	0,06	0,06	0,06
Безопасность	0,11	5	3	5	0,55	0,33	0,55
Потребность в ресурсах памяти	0,03	2	5	3	0,06	0,15	0,09

Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	2	2	1	0,06	0,06	0,03
Простота эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	0	4	0,2	0	0,2
Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	5	0	5	0,1	0	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,03	2	1	3	0,06	0,03	0,09
Уровень проникновения на рынок	0,03	1	5	3	0,03	0,15	0,09
Цена	0,06	3	5	1	0,18	0,3	0,06
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35
Послепродажное обслуживание	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Финансирование научной разработки	0,03	2	1	1	0,06	0,03	0,03
Срок выхода на рынок	0,04	2	4	5	0,08	0,16	0,2
Наличие сертификации разработки	0,02	1	3	5	0,02	0,06	0,1
Итого:	1	63	52	67	3,54	2,71	3,53

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

8.3 Технология QuaD

Для упрощения процедуры проведения QuaD проведем в табличной форме (таблица 3).

Таблица 3 – Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышение производительности	0,05	80	100	0,8	4
Удобство в эксплуатации	0,06	75	100	0,75	4,5
Помехоустойчивость	0,05	40	100	0,4	2
Энергоэкономичность	0,09	30	100	0,3	2,7
Надежность	0,11	95	100	0,95	10,45
Уровень шума	0,03	40	100	0,4	1,2
Безопасность	0,11	95	100	0,95	10,45
Потребность в ресурсах памяти	0,03	50	100	0,5	1,5
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	30	100	0,3	0,9
Простота эксплуатации	0,04	75	100	0,75	3
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	80	100	0,8	4
Ремонтопригодность	0,02	85	100	0,85	1,7
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,03	60	100	0,6	1,8
Уровень проникновения на рынок	0,03	20	100	0,2	0,6
Цена	0,06	85	100	0,85	5,1
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	80	100	0,8	5,6
Послепродажное обслуживание	0,05	75	100	0,75	3,75
Финансирование научной разработки	0,03	50	100	0,5	1,5

Срок выхода на рынок	0,04	30	100	0,3	1,2
Наличие сертификации разработки	0,02	10	100	0,1	0,2
Итого:	1				66,15

Средневзвешенное значение позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Средневзвешенное значение получилось равным 66,15, что говорит о том, что перспективность разработки выше среднего.

8.4 SWOT – анализ

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

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 4.

Таблица 4 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Экономичность и энергоэффективность проекта.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С3. Более низкая стоимость.</p> <p>С4. Актуальность разработки.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие работающего прототипа.</p> <p>Сл2. Большой срок поставок оборудования.</p> <p>Сл3. Медленный процесс вывод на рынка новой системы.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Большой потенциал применения данной системы.</p> <p>В2. Использование существующего ПО.</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Большой потенциал применения обуславливается введением системы управления, мало распространенной на территории РФ и находящейся на уровне лучших зарубежных аналогов.</p> <p>Использование существующего программного обеспечения позволяет не тратить время и деньги на создание уникального ПО.</p>	<p>Санкции, наложенные на РФ, и высокий курс евро/доллара будут ограничивать появление новых иностранных технологий на российском рынке.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии.</p> <p>У2. Развитая конкуренция.</p> <p>У3. Сложность перехода на новую систему.</p>	<p>Новая система управления и актуальность разработки не сказываются на спросе</p> <p>Противодействие со стороны конкурентов не повлияет на наличие опытного руководителя.</p>	<p>Медленный ввод данной системы в эксплуатацию позволит переждать возможных скачков на рынке спроса.</p>

8.5 Морфологический анализ

Для определения возможных альтернатив проведения научных исследований использовался морфологический подход, основанный на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения объекта исследования.

В рамках данного исследования были выделены три альтернативных варианта проведения исследования: оптимальный вариант представлен без заливки 3.

Таблица 5 – Морфологический анализ

	1	2	3
Количество разработчиков	2	1	1
Средства автоматизации	Контроллеры Siemens, полевое оборудование Метран	Контроллеры Allen-Bradley, полевое оборудование, Rosemount	Контроллеры mRack, полевое оборудование Метран
Языки программирования	CFC, FBD, LD, ST	CFC, ST	LD, FBD, ST
Возможность наращивания	До 128 точек	До 64 точек	До 512 точек
Сроки выполнения	Установленные сроки по ТЗ	Установленные сроки по ТЗ, включая переговоры	Установленные сроки по ТЗ
Языковая локализация проекта	Более чем 2 страны	2 страны	2 страны

8.6 Планирование научно-исследовательских работ

8.6.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 6.

Таблица 6 – перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

8.7 Разработка графика проведения научного исследования

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

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

В таблице 7 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 7 – временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t min	t max	t ож			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	1	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	1	3,2	5
Изучение существующих объектов проектирования	2	5	3,2	1	3,2	5
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	1	3	1,8	1	1,8	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	4	2,8	1	2,8	4
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Оценка эффективности полученных результатов	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Определение целесообразности проведения ОКР	0,5	1	0,7	2	0,35	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	2	1,4	1	1,4	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Составление схемы информационных потоков	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	1	3	1,8	1	1,8	3
Разработка алгоритмов сбора данных	1	3	1,8	1	1,8	3

Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	1	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	4	2,8	1	2,8	4
Проектирование SCADA-системы	2	5	3,2	1	3,2	5
Составление пояснительной записки	1	3	1,8	1	1,8	3

На основе таблицы 7 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 8 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 8 – План-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ														
			Февраль		Март			Апрель			Май		Июнь				
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1				
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта															
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер															
3	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер															
4	Календарное планирование работ	Руководитель															
		Инженер															
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер															
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер															
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер															
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель															
		Инженер															
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель															
		Инженер															
10	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер															
11	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер															

8.8.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы mRack. В таблице 10 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 10 – расчет бюджета затрат на приобретения ПО

	Наименование оборудования			Количество единиц, штуки			Цена единицы оборудования, рубли		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Master SCAD A	Trace Mode 6.09	Simplight	1			28000	78000	12000
Итого:							Вариант 1	28000	
							Вариант 2	78000	
							Вариант 3	12000	

8.8.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет заработной платы для исполнителей и руководителя для 1 варианта исполнения

	Заработная плата в час	Количество часов	$Z_{осн}$
Исполнитель 1	100	537,3	53730
Исполнитель 2	100	537,3	53730
Руководитель	175	20	3500

Таблица 12 – Расчет заработной платы для исполнителей и руководителя для 2 варианта исполнения

	Заработная плата в час	Количество часов	$Z_{осн}$
Исполнитель 1	100	927	92700
Руководитель	175	20	3500

Таблица 13 – Расчет заработной платы для исполнителей и руководителя для 3 варианта исполнения

	Заработная плата в час	Количество часов	$Z_{осн}$
Исполнитель 1	100	942	94200
Руководитель	175	20	3500

Суммарные затраты на заработную плату составят:

- 110 960 рублей для варианта 1;
- 92 700 рублей для варианта 2;
- 94 200 рублей для варианта 3.

8.8.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды составляют:

- 33509,92 рублей для 1 варианта разработки;
- 27995,4 рублей для 2 варианта разработки;
- 28448,4 для 3 варианта разработки.

Ставка на 2017 год составляет 30,2%.

8.8.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 14.

Таблица 14 – расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НИИ	1614925	1536250	786680
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	28000	78000	12000
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	110 960	92 700	94 200
4. Отчисления во внебюджетные фонды	33509,2	27995,4	28448,4
5. Затраты на научные и производственные командировки	-	-	-
6. Контрагентские расходы	-	-	-
7. Накладные расходы	-	-	-
9. Бюджет затрат НИИ	1676434	1642245	921328,4

По выполненным расчетам можно сделать следующие выводы: наиболее затратным является 1 вариант исполнения (сумма затрат составляет 1676434 руб-

ля). Выбранный для разработки вариант исполнения оценен в 921328,4 рублей. По приведенным данным видно, что наибольшие затраты необходимы для приобретения материальных средств.

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

Интегральный финансовый показатель.

Интегральный показатель рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

Для каждого из вариантов был рассчитан интегральный финансовый показатель:

- 1 вариант: 1;
- 2 вариант: 0,98;
- 3 вариант: 0,55.

Интегральный показатель ресурсоэффективности.

Данный показатель определяется следующей формулой:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \text{ где}$$

a_i – весовой коэффициент очередного варианта разработки;

b_i – экспериментально установленная бальная оценка варианта разработки;

Таблица 15 – Результат расчета интегрального показателя ресурсоэффективности

Показатели	Весовой коэффициент параметра	1	2	3
Удобство при разработке	0,15	4	3	4
Удобство при эксплуатации	0,05	5	3	3
Уменьшение технологических потерь	0,1	4	3	5
Производительность	0,3	5	4	5
Скорость работы системы	0,3	5	4	5
Уменьшение ЧС	0,1	4	5	5
Итого	1	4,65	3,8	4,75

Сравнительная эффективность разработки

Таблица 16 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,98	0,55
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,75
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	3,88	8,63
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,2	1	2,22

С позиции финансовой эффективности наиболее эффективным вариантом является третий вариант разработки. Наиболее затратным является 1 вариант, он же является самым быстрым в реализации. 2 вариант имеет долгую реализацию и самую низкую стоимость разработки. Этот вариант имеет наивысший интегральный показатель ресурсоэффективности.

Социальная ответственность

Аннотация

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IC CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС - Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Введение

Данный раздел выпускной квалификационной работы рассматривает вопросы выявления и анализа вредных и опасных факторов труда, оценки условий труда и разработки мер защиты от них для рабочего места оператора комплексом мероприятий технического, организационного, режимного и правового характера, минимизирующих негативные последствия проектируемой деятельности в соответствии с требованиями санитарных норм и правил, техники безопасности и пожарной безопасности.

Объектом исследования будет выступать рабочее место сотрудника, использующего в работе ЭВМ. Рабочее место оператора предусматривается на базе персонального компьютера с цветным графическим монитором.

По характеру физической нагрузки согласно ГОСТ 12.1.005–88 [10] работа инженера относится к разряду легких. При этом длительная работа в помещении при плохой вентиляции, повышенной или пониженной температуре и влажности воздуха, плохом освещении неблагоприятно сказывается на здоровье работающего, что неизбежно влечет за собой снижение производительности труда.

В ВКР рассматривается автоматизация конденсатора холодильной установки. Ролью обслуживающего персонала становится наблюдение за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

Рабочей зоной является помещение площадью 10 м², включающее персональный компьютер. В данном разделе рассмотрены вредные и опасные факторы, действующие на сотрудника, разработаны требования безопасности и комплекс защитных мероприятий на рабочем месте. Также этот раздел включает подразделы охраны окружающей среды и чрезвычайных ситуаций.

9 Профессиональная социальная безопасность

9.1 Анализ вредных и опасных факторов

Обеспечение безопасности жизнедеятельности человека в значительной мере зависит от правильной оценки опасных и вредных производственных факторов. Опасные производственные факторы - факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводят к травме или другим профессиональным заболеваниям. Вредным производственным фактором называется такой, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74[11] «Опасные и вредные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в таблице 13.

Таблица 17 – Опасные и вредные фактора при работе оператора АСУ ТП

Источник фактора, наименование видов работы	Факторы (по ГОСТ 12.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Рабочей зоной является помещение 15 м ² , включающее 2 персональных компьютера для мониторинга и управления технологическим процессом. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонения температуры и влажности воздуха от нормы. 2. Недостаточная освещенность. 3. Повышенный уровень шумов 4. Повышенный уровень электромагнитных излучения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электробезопасность 2. Пожаровзрывобезопасность 	<p>Микроклимат – СанПиН 2.2.4.548 – 96 [3]</p> <p>Освещение – СП 52.13330.2011 [4]</p> <p>Шумы – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [5]</p> <p>Электромагнитное излучение - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [6]</p> <p>Электробезопасность – ГОСТ 12.1.038-82 [8]</p> <p>Пожарная безопасность – СП 6.13130.2009 [9]</p>

9.2 Анализ вредных факторов

9.2.1 Отклонения показателей микроклимата

Микроклимат помещения – это комплекс физических факторов внутренней среды помещения, которые оказывают влияние на здоровье человека [10]. Основные факторы, характеризующие микроклимат помещения, устанавливаются в соответствии с СанПиН 2.2.4.548 – 96 [12]. К ним относятся:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- влажность;
- интенсивность теплового облучения.

Согласно вышеуказанному документу [12], работа оператора АСУ относится к категории работ 1а, так как основная часть работы происходит с использованием ПЭВМ. В зависимости от категории тяжести работ определяются значения показателей микроклимата.

Показатели микроклимата разделяются на допустимые значения и оптимальные значения микроклимата. При допустимых значениях работник может ощущать небольшой дискомфорт, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности, при этом ухудшение состояния здоровья возникать не будет. При оптимальных микроклиматических условиях обеспечивается сохранение

нормального функционального и теплового состояния организма, создаются предпосылки для высокого уровня трудоспособности.

Допустимые и оптимальные значения показателей микроклимата для теплого периода года (плюс 10 °С и выше) и для холодного периода года для категории работ 1а представлены в таблице 2.

При этом, если температура воздуха отличается от нормальной, то время пребывания в таком помещении должно быть ограничено в зависимости от категории тяжести работ.

Таблица 18 – Оптимальные и допустимые значения показателей микроклимата (СанПин 2.2.4.548-96 [12])

Тип величины	Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальный	Холодный	21-23	20-24	40-60	0,1
	Тёплый	22-24	21-25		
Допустимый	Холодный	19-24	18-25	15-75	0,1-0,2
	Тёплый	20-28	19-29		0,1-0,3

В целях поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяются следующие мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление.

9.2.2 Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса.

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет выполнение работы, вызывает утомление, увеличивает риск производственного травматизма. Длительное пребывание в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме, ослаблением его реактивности, способствует развитию близорукости. Согласно действующим Санитарным правилам [13], искусственное освещение в помещениях для эксплуата-

ции ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 — 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Прямую блескость от источников освещения следует ограничить. Яркость светящихся поверхностей (окна, светильники), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Естественное освещение обеспечивается через оконные проемы с коэффициентом естественного освещения КЕО не ниже 1,2% в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1,5% на остальной территории. Световой поток из оконного проема должен падать на рабочее место оператора с левой стороны. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, продублируем в таблице 19.

Таблица 19– 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 блескость 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%

9.2.3 Повышенный уровень шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь

организм человека через центральную нервную систему. Ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

По нормам (СН 2.2.4/2.1.8.562-96) при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 75 дБ [14].

Шум возникает во время работы оборудования, источником его также могут быть разговоры в помещении, звуки, доносящиеся с улицы. Источниками постоянного шума в помещении являются: люминесцентные лампы, печатающее устройство, шум различных узлов компьютера: дисководов, винчестеров, вентилятора.

Снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63-8000 Гц для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создают однотонные занавески из плотной ткани, повешенные в складку на расстоянии 15-20 см от ограждения. Ширина занавески должна быть в 2 раза больше ширины окна.

Наиболее простым и действенным способом облегчения работ, является кратковременные отдыхи в течение рабочего дня при выключенных источниках шума.

9.2.4 Электромагнитное излучение

Каждое устройство, которое производит или потребляет электроэнергию, создает электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. Нарушение в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимых характер.

Источником электромагнитных излучений в нашем случае является дисплей компьютера. Спектр излучения компьютерного монитора включает в себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Малые дозы облучения могут

привести к раковым заболеваниям, нарушениям нервной, эндокринной и сердечно-сосудистых систем, которые являются обратимыми, если прекратить воздействия. Обратимость функциональных сдвигов не является беспредельной и определяется интенсивностью, длительностью излучения и индивидуальными особенностями организма.

Нормы напряженности электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ согласно СанПиН 2.2.2.542-96 [15] по электрической составляющей приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Нормы напряженности

Наименование параметров	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см. вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	25 В/м 2.5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	250 нТл 25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать	500 В

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;

- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

9.3 Анализ опасных факторов

9.3.1 Электробезопасность

Требования электробезопасности данного объекта направлены на создание условий эксплуатации оборудования, при которых исключаются обра-

зование электрической цепи через тело человека. Под действием тока сокращаются мышцы тела. Если человек взялся за находящуюся под постоянным напряжением часть оборудования, он, возможно, не сумеет оторваться от нее без посторонней помощи.

Более того, его, возможно, будет притягивать к опасному месту. Под действием переменного тока мышцы периодически сокращаются с частотой тока. Больше всего от действия электрического тока страдает центральная нервная система. Ее повреждение ведет к нарушению дыхания и сердечной деятельности. Смерть обычно наступает вследствие остановки сердца, или прекращения дыхания, или того и другого вместе.

Согласно ПУЭ пост управления по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности.

Важным фактором безопасности является заземление оборудования путем присоединения к контуру заземления [16]. Заземляющее устройство является одним из средств защиты персонала в помещении от возникновения искры, от напряжения, возникающего на металлических частях оборудования, не находящихся под напряжением, но могущих оказаться под ним в результате повреждения изоляции.

В качестве организационных мероприятий оператору во время работы запрещается [8]:

- прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
- снимать защитный фильтр с экрана монитора;
- допускать попадание влаги на поверхности устройств;
- производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования;

9.4 Экологическая безопасность

При нормальной работе технологического оборудования возможны постоянные небольшие утечки загрязняющих веществ в атмосферу. Выброс вредных веществ происходит:

- на открытых технологических площадках через запорно-регулирующую арматуру;
- от оборудования, расположенного в блоках, через воздухопроводы и дефлекторы;

При работе технологического оборудования возможны периодические непродолжительные по времени (залповые) выбросы, превышающие по мощности постоянные. Это технически неизбежные выбросы, обусловленные технологическим регламентом производства.

На основе статистических данных об аварийных ситуациях на объектах транспортировки нефти целесообразно рассматривать аварию в виде отказа энергосистемы или порыва трубопроводов.

9.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации – это обстоятельства, возникающие в результате аварий, катастроф, стихийных бедствий, диверсий или иных факторов, при которых наблюдается резкое отклонение протекающих явлений и процессов от нормальных, что оказывает отрицательное воздействие на жизнеобеспечение, экономику, социальную сферу и природную среду.

На случай возникновения чрезвычайной ситуации (землетрясение, наводнение, пожары, химическое либо радиоактивное заражение и т.п.) должен быть предусмотрен следующий комплекс мероприятий:

- рассредоточение и эвакуация;
- укрытие людей в защитных сооружениях;
- обеспечение индивидуальными средствами защиты;
- организация медицинской помощи пострадавшим.

9.6 Пожарная безопасность

Помещения в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д в соответствии НПБ от 18.06.2003 г. №105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

Помещение и здание операторной относится к категории «Д» по степени пожарной опасности, так как в нем отсутствует обработка пожароопасных веществ, отсутствуют источники открытого огня. А стены здания и перекрытия выполнены из трудно сгораемых и несгораемых материалов (кирпич, железобетон, и др.).

При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической сети может произойти возгорание, которое грозит уничтожением ПЭВМ, документов и другого имеющегося оборудования. Система вентиляции может стать источником распространения возгорания.

В качестве возможных причин пожара можно указать следующие:

- наличие горючей пыли (некоторые осевшие пыли способны к самовозгоранию);
- короткие замыкания;
- перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции;

Для предупреждения пожаров от коротких замыканий и перегрузок необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей, дисплеев и других электрических средств автоматизации.

Следовательно, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

Организационные мероприятия предусматривают [18]:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;

- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию.
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В офисном помещении имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, на входной двери приведен план эвакуации в случае пожара, и на достигаемом расстоянии находится пожарный щит. Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться углекислотные огнетушители типа ОУ - 2 или порошковые типа ОП -5.
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

К режимным мероприятиям относятся установление правил организации работ и соблюдение противопожарных мер.

На рисунке 9 показан план эвакуации при пожаре и других чрезвычайных ситуациях.



Рисунок 9 – План эвакуации

9.7 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

9.7.1 Эргономические требования к рабочему месту

Одним из факторов безопасности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочие места с персональными компьютерами по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, желательно слева. Рабочий стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы. При отсутствии регулировки высота стола должна быть в пределах от 680 до 800 мм.

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на ПК и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности.

При 8-часовой рабочей смене и работе на ПК регламентированные перерывы следует устанавливать через 2 часа от начала смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый.

Эффективными являются нерегламентированные перерывы (микропаузы) длительностью 1-3 минуты. Регламентированные перерывы и микропаузы целесообразно использовать для выполнения комплекса упражнений и гимнастики для глаз, пальцев рук, а также массажа. Комплексы упражнений целесообразно менять через 2-3 недели.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости согласно [19]:

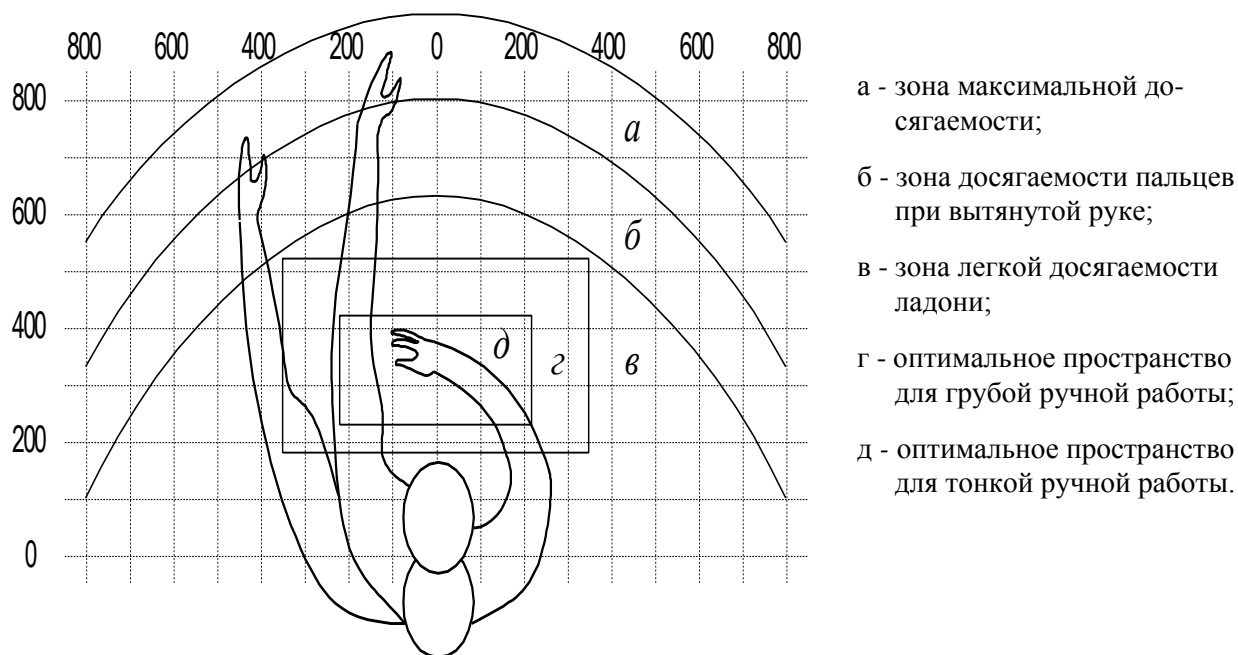


Рисунок 10 – эргономические требования

- 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.

9.8 Окраска и коэффициенты отражения

В соответствии с указаниями по проектированию цветовой отделки помещений производственных зданий рекомендуются следующие цвета окраски помещений:

- потолок - белый или светлый цветной;
- стены - сплошные, светло-голубые;
- пол - темно-серый, темно-красный или коричневый.

При выполнении интерьера, обычно выбирают не более трех основных цветов небольшой насыщенности. Окраска оборудования и приборов, в основ-

ном, имеет светлые цвета с высококонтрастными органами управления и надписями к ним.

9.9 Особенности законодательного регулирования проектных решений

В соответствии с Перечнем вредных и (или) опасных производственных факторов, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), утвержденным приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 августа 2004 г. и СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03 [15], обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры должны проходить лица, работающие с ПЭВМ более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПЭВМ), которые должны проводиться за счет работодателя. К работе с ПЭВМ (ПК) допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний.

Женщины со времени установления беременности должны переводиться на работы, не связанные с использованием ПЭВМ, или для них должно ограничиваться время работы с ПЭВМ (не более 3 часов за рабочую смену) при условии соблюдения гигиенических требований, установленных СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [15].

К средствам индивидуальной защиты оператора относятся:

- приэкранный защитный фильтр класса «Полная защита»
- специальные компьютерные спектральные очки с фильтрами;
- специальная налобная повязка для защиты головы от воздействия полей ПЭВМ.

Заключение

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления конденсатором холодильной установки. В ходе работы был изучен технологический процесс холодильной установки. Были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации конденсатором холодильной установки, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Системы автоматизации холодильной установки, диспетчерского контроля и управления были спроектированы на базе полевых устройств фирмы метран, промышленных контроллеров холодильной установки mRack. В данной выпускной квалификационной работе была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИПиА и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/останова технологического оборудования и управления сбором данных. Для поддержания температуры был разработан алгоритм автоматического регулирования температуры (разработан ПИД-регулятор).

Таким образом, спроектированная САУ не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиями.

Conclusion

As a result of the work done, a system for automated control of the condenser of the refrigeration unit was developed. In the course of the work, the technological process of the refrigeration unit was studied. The structural and functional schemes of automation of the condenser by the refrigeration unit have been developed, allowing to determine the composition of the necessary equipment and the number of data and signal transmission channels. The refrigeration automation, control and management automation systems were designed on the basis of the field devices of the company metran, industrial controllers of the mRack refrigeration system. In this final qualifying work, a scheme of external postings has been developed that makes it possible to understand the system of signal transmission from field devices to the instrumentation and control panel of the operator and, in the event of malfunctions, it is easy to eliminate them. Algorithms for starting / stopping process equipment and managing data collection have been developed for the control of process equipment and data collection. To maintain the temperature, an automatic temperature control algorithm was developed (a PID controller was developed).

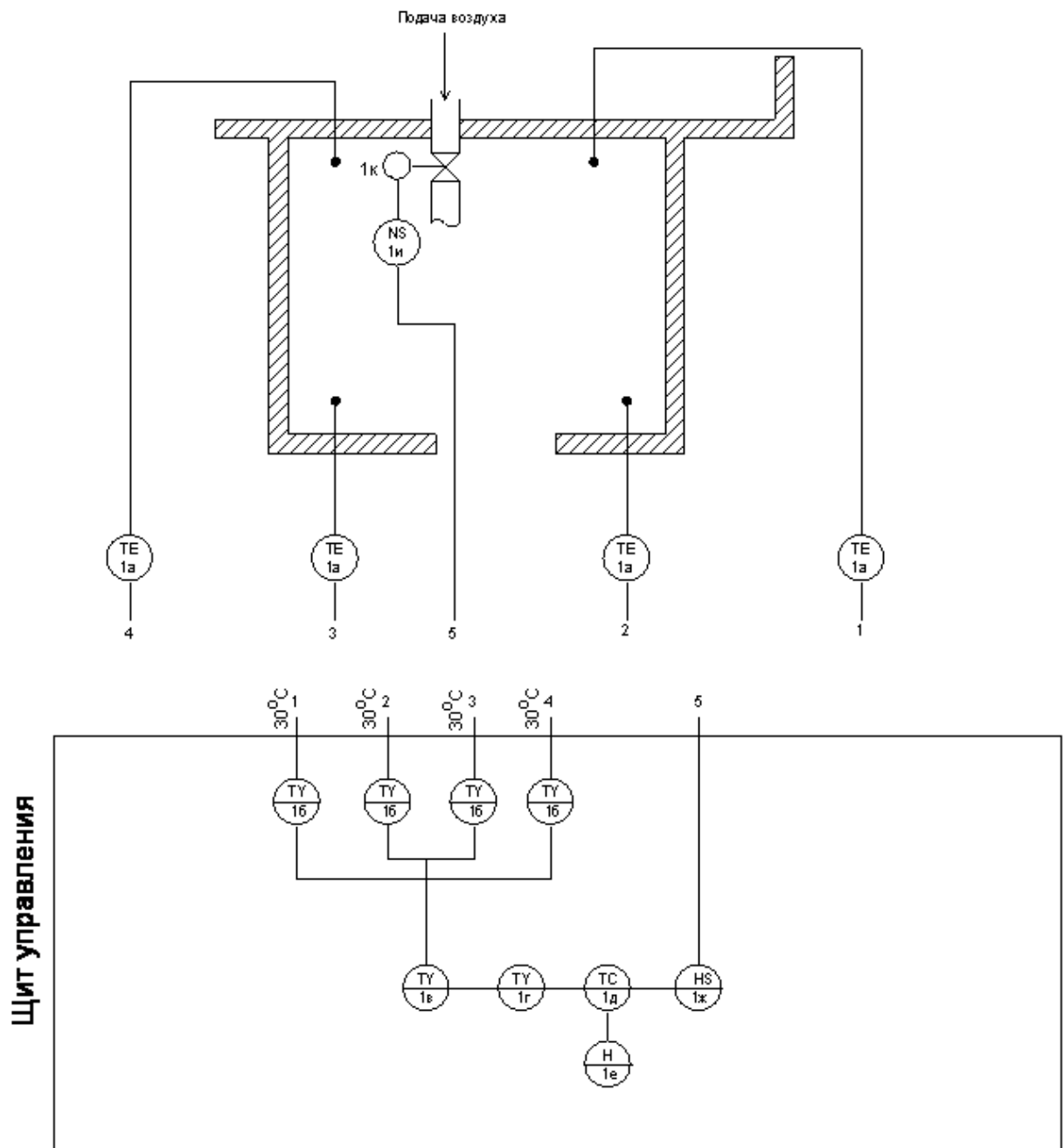
Thus, the designed ACS not only meets the current requirements for the automation system, but also has high flexibility, allowing to change and modernize the developed ACS in accordance with increasing throughout the life of the requirements.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
4. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.– 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. Спецификация датчика температуры Метран-288. URRL: http://www.metran.ru/netcat_files/1021/991/Metran_281___286___288.pdf
9. SCADA системы TRACE MODE. URRL: <http://www.adastra.ru/>
10. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
11. ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
12. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

13. СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
14. 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 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
16. Белов С.В., А.В. Ильницкая и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов, 1999. – 354 с.
17. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
18. СП 6.13130.2009 – «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности»;
19. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

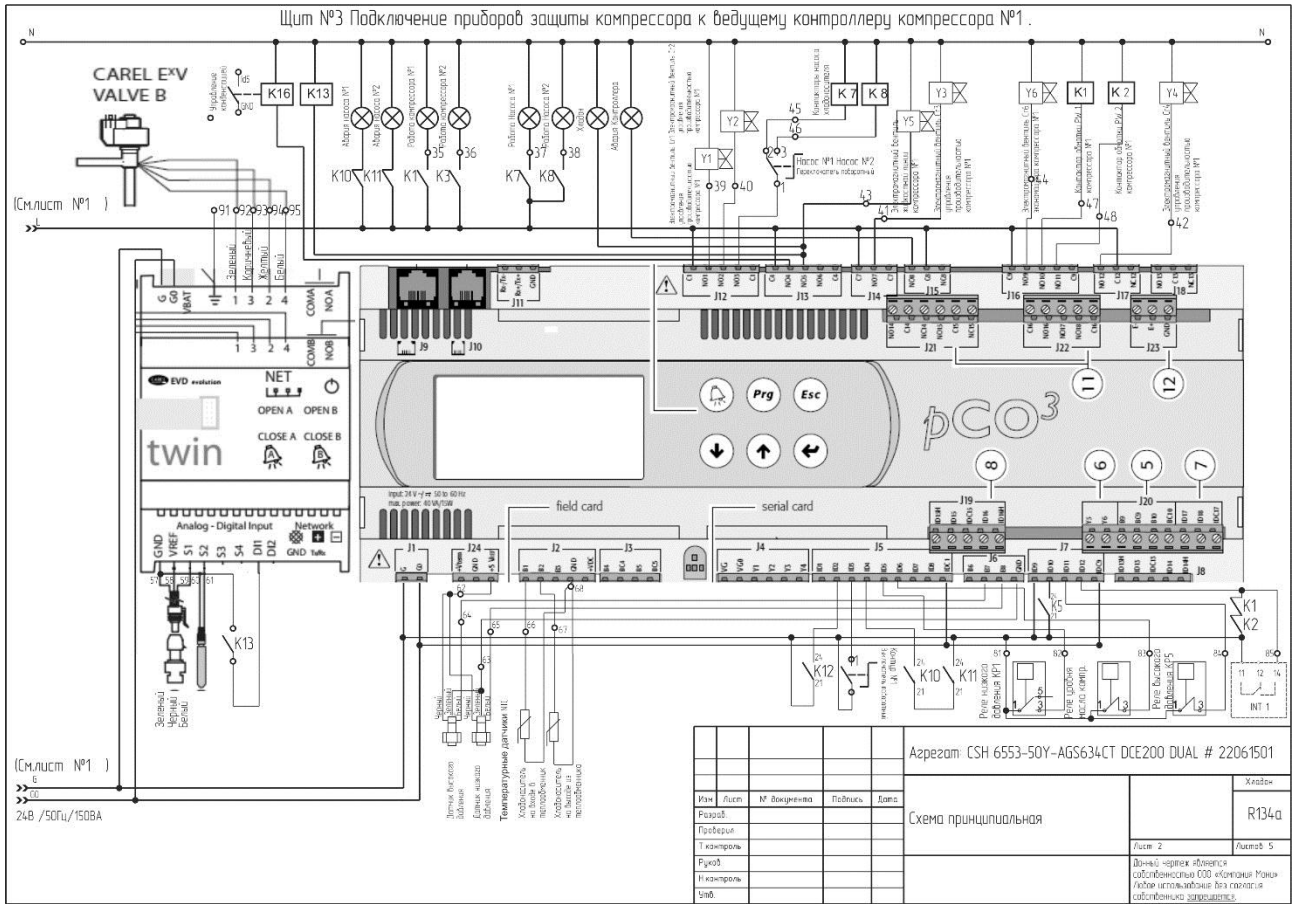
Приложение Б. Схема автоматизации

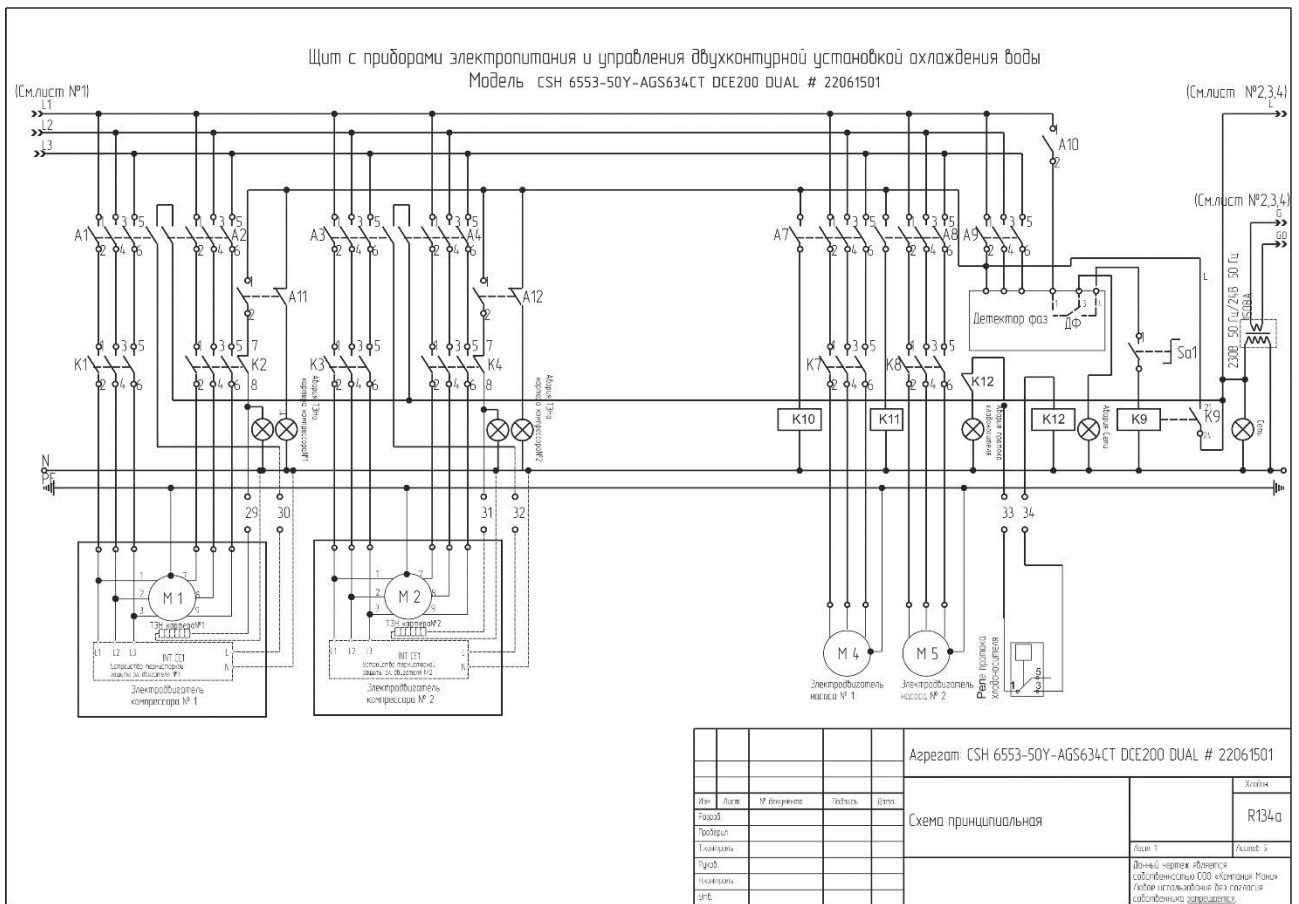
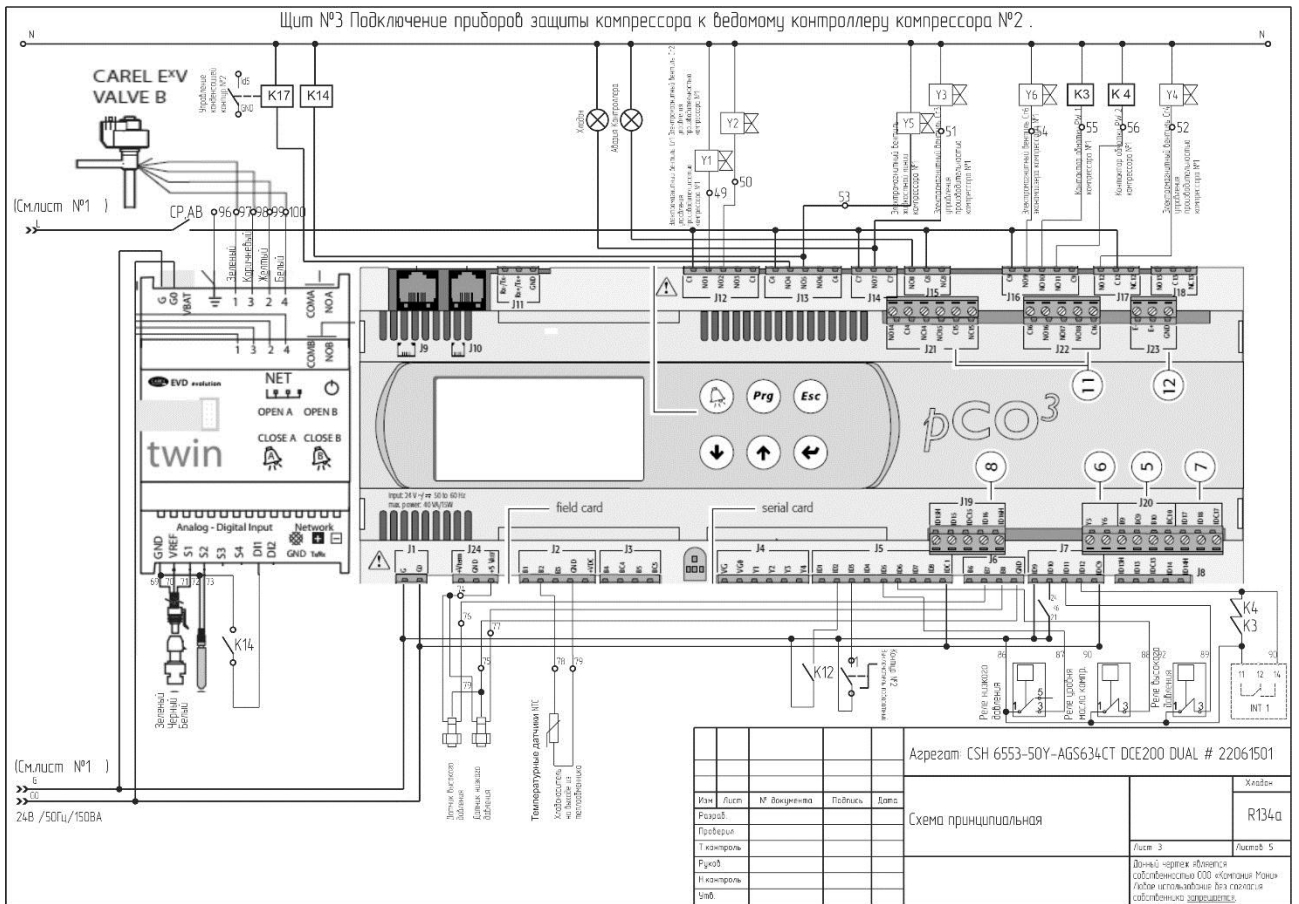


Приложение В. Структурная схема

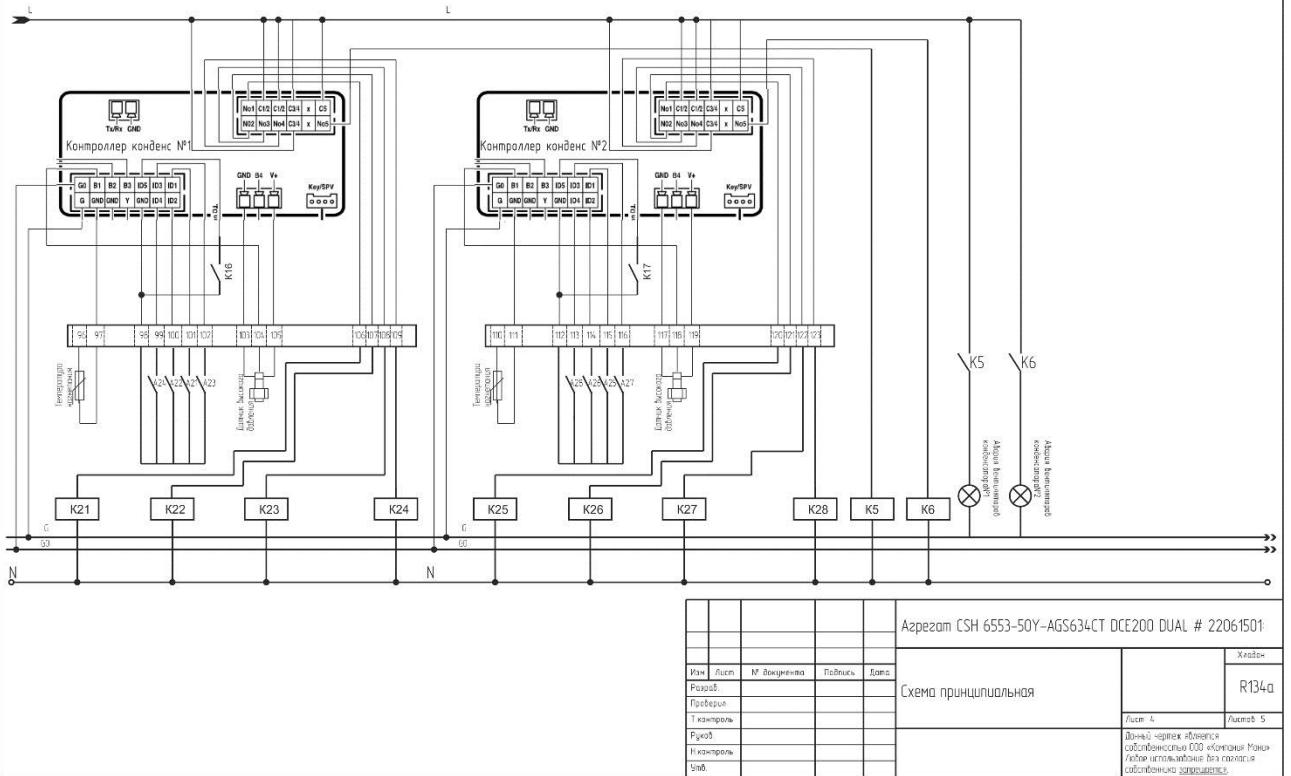


Приложение Г. Схемы внешних проводов

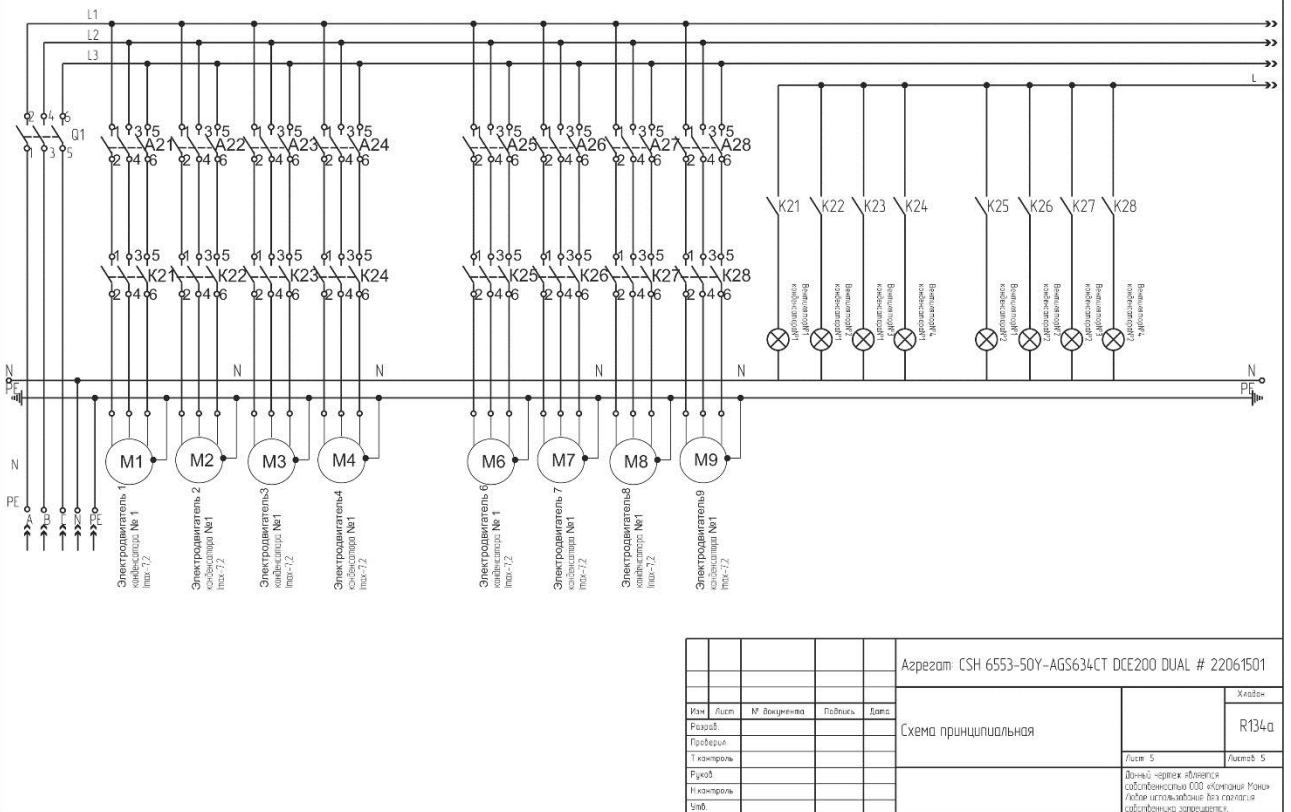




Щит №3 Питание контроллеров mRack CARELL.

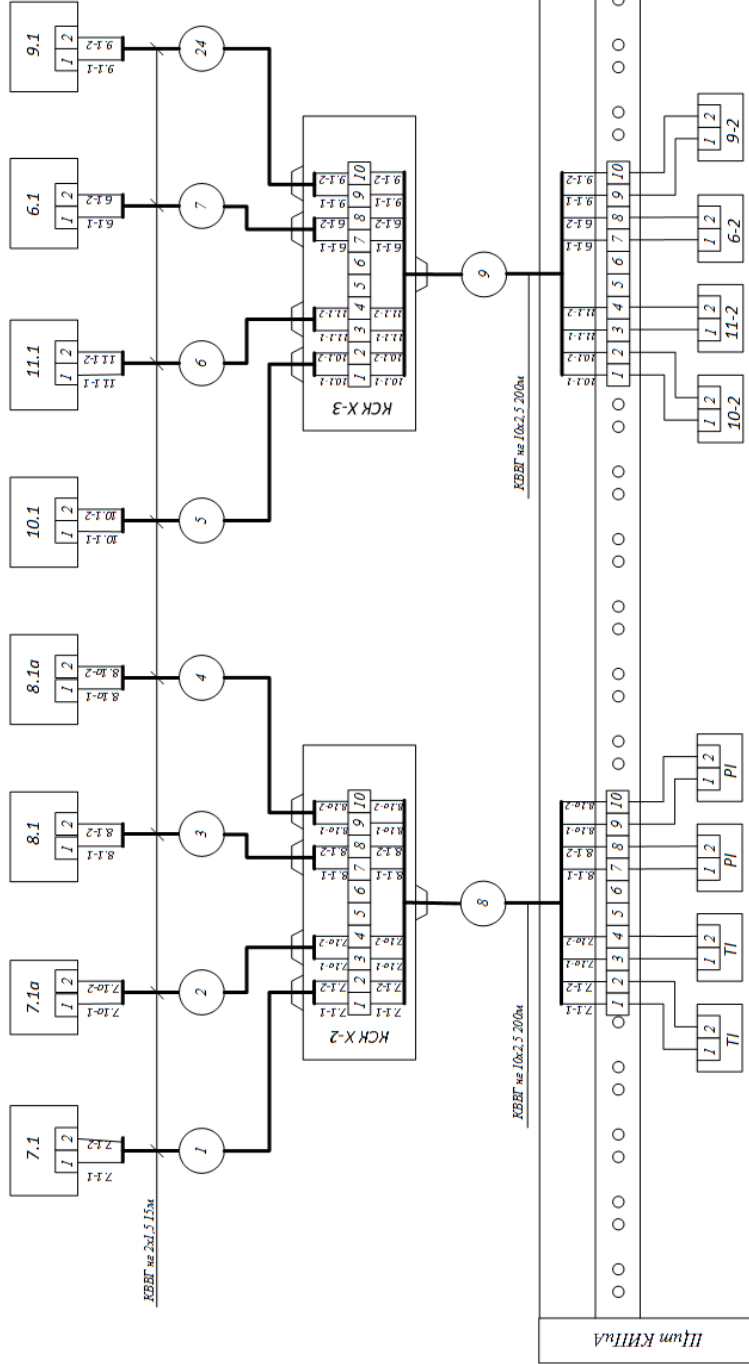


Щит №2 с приборами электропитания и управления конденсаторов.



ФЮРА.425280.001.ЭП.10

Наименование параметра	Температура хладоносителя		Давление		Производительность насоса			
	Вход в теплообменник	Выход из теплообменника	На входе конденсатора	Выход воздухоохладителя	Компрессор 1	Компрессор 2	Компрессор 2	Компрессор 2
Место отбора сигнала	Метран-288	Метран-288	Метран-150	Метран-150	Вентиль СГ1	Вентиль СГ2	Вентиль СГ3	Вентиль СГ4
Тип датчика	7.1	7.1a	8.1	8.1a	10.1	11.1	6.1	9.1
Позиция								



ФЮРА.425280.001

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработ.				
Проект.				
Т.контр				
Н.контр				
Умс.				
Лит.				
Масса				
Масштаб				
У				
ТПУ ИК				