

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



Институт электронного обучения
 Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка учебного стенда «Программно-аппаратный комплекс управления тепловым объектом»

УДК 681.513.2:371.69

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т21	Овчинникова Анастасия Петровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ИКСУ	Тутов Иван Андреевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Николаенко Валентин Сергеевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



Институт электронного обучения
 Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т21	Овчинниковой Анастасии Петровне

Тема работы:

Разработка учебного стенда «Программно-аппаратный комплекс управления тепловым объектом»
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.2016 781/С
---	------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><small>(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.).</small></p>	<p>Объектом проектирования и исследования является программно-аппаратный комплекс управления тепловым объектом. Управление реализуется трехуровневой АС. Сигналы полевого уровня поступают в контроллер ПЛК, который, или формирует управляющее воздействие на полевом уровне, или передает данные на супервизорный уровень принятия решений диспетчером.</p>
---	---

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

(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).

- 1 Описание технологического процесса
- 2 Выбор архитектуры АС
- 3 Разработка структурной схемы АС
- 4 Функциональная схема автоматизации
- 5 Разработка схемы информационных потоков АС
- 6 Выбор средств реализации АС
- 7 Разработка схемы соединения внешних проводок
- 8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС
- 9 Разработка экранных форм АС

Реферат

Пояснительная записка содержит 80 страниц машинописного текста, 22 таблицы, 10 рисунков, 1 список использованных источников из 28 наименований, 5 приложений.

Объектом исследования является тепловой объект.

Цель работы – разработка учебного стенда «Программно-аппаратный комплекс управления тепловым объектом», с использованием выбранной SCADA-системы.

В данной выпускной квалификационной работе была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе программируемого реле ОВЕН ПР114, с применением SCADA-системы SIMATIC WinCC.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях.

Перечень ключевых слов представлен ниже.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС, СТАБИЛИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПИД-РЕГУЛЯТОР, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, SCADA-СИСТЕМА.

Глоссарий

Термин	Определение
АС	Автоматизированная система это - комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации
Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS- 485, CAN)	Интерфейс – это совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой
Видеокадр	Видеокадр – это область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.
Мнемосхема	Мнемосхема – это представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ
Мнемознак (мнемосимвол)	Мнемознак – это представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.
Интерфейс оператора	Интерфейс оператора – это совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой
Профиль АС	Понятие «профиль» определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных

	<p>решений (Windows, Unix, MacOS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС. Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM (Open System Environment/ Reference Model), предложена в ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000-3-99</p>
<p>Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet)</p>	<p>Протокол – это набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами</p>
<p>Техническое задание на АС (ТЗ)</p>	<p>Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы</p>
<p>Технологический процесс (ТП)</p>	<p>Технологический процесс – последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов)</p>
<p>СУБД</p>	<p>Система управления базами данных это – совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных,</p>

	обеспечения многопользовательского доступа к данным
Архитектура АС	Архитектура автоматизированной системы – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых komponуется АС
SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных)	Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных
ФЮРА. 425280	ФЮРА это – код организации разработчика проекта (ТПУ); 425280 это – код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201-85 (в соответствии с шестизначный классификационной характеристикой ОКП этот код означает проектирование распределенного автоматизированного управления технологическим объектом)
ОРС-сервер	ОРС-сервер– это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС
Стандарт	Стандарт – образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов. Стандарт в Российской Федерации – документ,

	устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг
Объект управления	Объект управления – обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления
Программируемый логический контроллер (ПЛК)	Программируемый логический контроллер или программируемый контроллер – специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьёзного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени.
Диспетчерский пункт (ДП)	Диспетчерский пункт – центр системы диспетчерского управления, где сосредотачивается информация о состоянии производства
Автоматизированное	Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный

рабочее место (АРМ)	для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием, как правило, используют SCADA-системы
ТЕГ	ТЕГ – метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры
Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП)	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-то его участке, выпускающем относительно завершенный продукт
Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор	Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор – устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.
Modbus	Modbus– это коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер»

Обозначения и сокращения

Аббревиатура	Краткая характеристика
OSI (Open Systems Interconnection)	Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем
PLC (Programmable Logic Controllers)	Программируемые логические контроллеры (ПЛК).
HMI (Human Machine Interface)	Человеко-машинный интерфейс
OSE/RM (Open System Environment Reference Model)	Базовая модель среды открытых систем
API (Application Program Interface)	Интерфейс прикладных программ
EI (External Environment Interface)	Интерфейс внешнего окружения
OPC (Object Protocol Control)	OLE для управления процессами
OLE (Object Linking and Embedding)	Протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ
SNMP (Simple Network Management Protocol)	Протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP
ODBC (Open Data Base Connectivity)	Программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных)
ANSI/ISA (American National Standards Institute/Instrument Society of America)	Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей
IP (International Protection)	Степень защиты
LAD (Ladder Diagram)	Язык релейной (лестничной) логики
КИПиА	Контрольно-измерительные приборы и автоматика
ВНИИМС	Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы
САР	Система автоматического регулирования
ПО	Программное обеспечение
УСО	Устройство сопряжения (связи) с объектом, устройство ввода/вывода

Оглавление

Введение.....	15
1. Техническое задание	16
1.1 Основные задачи и цели создания учебного стенда.....	16
1.2 Назначение системы	16
1.3 Требования к техническому обеспечению	17
1.4 Требование к автоматике	17
1.5 Требования к метрологическому обеспечению	18
1.6 Требования к программному обеспечению.....	19
1.7 Требования к информационному обеспечению.....	20
2. Основная часть	21
2.1 Описание технологического процесса.....	21
2.2 Выбор архитектуры АС.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Разработка структурной схемы.....	22
2.4 Функциональная схема автоматизации	23
2.4.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ	24
2.4.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA.....	24
2.5 Разработка схемы информационных потоков программно-аппаратного комплекса.....	24
2.6 Выбор средств реализации.....	28
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования.....	28
2.6.2 Выбор ПИД-регулятора	31
2.6.3 Выбор датчиков температуры	32

3.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	43
3.5	Планирование научно-исследовательских работ	48
3.5.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	48
3.5.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	50
3.6	Составление календарного план-графика работ.....	54
3.7	Бюджет научно-технического исследования	55
3.7.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	56
3.7.2	Затраты на приобретение специального оборудования.....	56
3.7.3	Расчет основной и дополнительной заработной платы	57
3.7.4	Формирование бюджета НТИ	58
3.8	Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования	59
4.	Социальная ответственность.....	62
4.1	Производственная безопасность	62
4.1.1	Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света.....	63
4.1.2	Повышенный уровень шума.....	66
4.1.3	Повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенная напряжённость электрического поля.....	68
4.1.4	Микроклимат.....	69
4.1.5	Электрический ток (источник: ПК)	70
4.2	Экологическая безопасность.....	71
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	72

4.3.1	Пожарная безопасность.....	72
4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	74
	Список публикаций.....	78
	Список используемых источников.....	79

Введение

Автоматизация является неотъемлемой частью производственного процесса во многих отраслях производства. Это одно из самых развивающихся направлений научно-технического процесса. В настоящее время автоматизация позволяет повышать производительность производства, улучшать условия труда сотрудников, осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала, причем при полной автоматизации производства, роль персонала может сводиться к общему наблюдению за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

С течением времени задачи систем автоматизации расширяются. Одной из задач становится автоматическая перенастройка оборудования при внесении изменений в условия работы для получения оптимальных режимов и эффективной работы. Количество оборудования, отдельных линий, цехов, работающих без участия обслуживающего персонала, увеличивается.

Для нормального функционирования автоматизированных систем необходимы специалисты, способные создать такие системы, правильно их настроить и обслуживать. С целью обучения специалистов по автоматизации была предложена идея создания учебного стенда для совершенствования навыков настройки ПИД-регулятора и программирования контроллера у студентов.

Целями выпускной квалификационной работы является систематизация и углубление теоретических и практических знаний в области проектирования автоматизированных систем, развитие навыков их практического применения, теоретических знаний при решении инженерных задач автоматизированного управления технологическим процессом.

1. Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания учебного стенда

Основными целями создания АСУ ТП являются:

– стабилизация 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;

– повышение надежности работы тепловых объектов и предотвращение аварийных ситуаций;

АСУ ТП реализуют следующие задачи:

– централизованный контроль и управление технологическими процессами;

– обеспечение надежной работы оборудования технологических сооружений и предотвращения аварийных ситуаций;

– повышение эффективности технологических процессов;

– передача текущей информации.

1.2 Назначение системы

Программно-аппаратный комплекс предназначен для дистанционного контроля и управления технологическим процессом стабилизации температуры в резервуаре. Система предназначена для поддержания оптимальных режимов работы, безаварийной работы оборудования. Система создана для обучения специалистов в области автоматизации.

В состав программно-аппаратного комплекса входят:

– 2 резервуара,

– 2 насоса,

– 2 клапана,

– нагревательный элемент,

– 2 датчика температуры,

- программируемое реле,
- программный ПИД-регулятор.

1.3 Требования к техническому обеспечению

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.

Степень защиты технических средств от пыли и влаги должна быть не менее IP20.

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

1.4 Требование к автоматике

Система автоматике учебного стенда должна обеспечивать следующее:

- контроль температуры в основном резервуаре;
- контроль и сигнализацию о выходе регулируемой величины за заданные пределы;
- контроль и сигнализацию о выходе оборудования из строя;

- дистанционное управление оборудованием;
- индикацию измеряемых параметров;
- индикацию аварийных ситуаций на мнемосхеме;
- отключение питания при наличии сигнализируемых сигналов в течении определённого техническим регламентом времени.

Средний уровень системы строится на базе щита управления, основным звеном которого является программируемое реле. Реле с помощью модулей ввода/вывода собирает информацию, поступающую с датчиков технологических параметров, и формируют команды управления на исполнительные механизмы.

Верхний уровень построен на базе персональных компьютеров промышленного и офисного исполнения.

Верхний уровень обеспечивает:

- прием и отображение информации с нижнего и среднего уровня;
- мониторинг и оперативное управление ТП;
- контроль за нормативными параметрами ТП.

1.5 Требования к метрологическому обеспечению

Измерительные каналы (ИК) системы должны обеспечивать получение результатов измерения с нормируемой точностью. В качестве нормируемой метрологической характеристики принимается предел допускаемой погрешности ИК в нормальных условиях эксплуатации. Форма представления метрологической характеристики ИК – приведенная погрешность, выраженная в процентах относительно диапазона измерения.

Метрологическое обеспечение осуществляется в целях создания основы обеспечения качества эксплуатации программно-аппаратного комплекса и получение результатов измерений, которые позволяют эффективно вести технологический процесс и достоверно контролировать безопасность.

Основная относительная погрешность датчиков температуры должна составлять не более 1%.

1.6 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 ИЕС61131-3.

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.).

1.7 Требования к информационному обеспечению

По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.[1]

2. Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

В состав программно-аппаратного комплекса входят:

- два резервуара;
- два насоса;
- 2 клапана;
- датчики температуры;
- щит КИПиА.

Учебный стенд располагается в 115 аудитории 10 корпуса НИ ТПУ на кафедре интегрированных компьютерных систем управления.

Программно-аппаратный комплекс предназначен для управления температурой. В основной емкости находится жидкость, температурой которой предполагается управлять, нагревательный элемент и датчики температуры.

При включении нагревательного элемента программируемое реле запускает два насоса и открывает два клапана. Так как нагревание жидкости происходит не по всему объему, а локально, производится перемешивание жидкости для обеспечения равномерного нагревания. Для этого используется вторая (первоначально пустая) емкость. Перекачивание жидкости из одной емкости в другую позволяет перемешивать ее, тем самым обеспечивается равномерное нагревание.

Использование двух датчиков температуры позволяет осуществлять непрерывный контроль, даже при выходе из строя одного из датчиков.

Автоматическое поддержание температуры на заданном уровне необходимо для многих технологических процессов, в том числе и на опасных производствах, например, поддержание температуры в резервуарах нефтехранилищ.

2.2 Разработка структурной схемы

Объектом управления является тепловой объект, в частности, в соответствии с ТЗ разрабатываем программно-аппаратный комплекс управления тепловым объектом, контролируемые величинами являются:

- температура жидкости в резервуаре;
- режим работы клапанов (вкл/выкл);
- режим работы насосов (вкл/выкл);
- режим работы нагревательного устройства (вкл/выкл);

В качестве исполнительных устройств выступают два насоса, два клапана и нагревательное устройство. Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой. Трехуровневая структура АС приведена в приложении А.

Информация с датчиков полевого уровня поступает на программируемое реле. Оно выполняет следующие функции [1]:

- 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 программируемого реле направляется в сеть диспетчерского пункта, 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.

2.3 Функциональная схема автоматизации

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

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

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача 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 соответствии с заданием разработаны два варианта функциональных схем автоматизации:

– по ГОСТ 21.404-85 «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»;

– по Стандарту американского общества приборостроителей ANSI/ISA5.1. «Instrumentation Symbols and Identification».

2.3.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ГОСТ 21.408–2013 и приведена в приложении Б. На схеме выделены каналы измерения (1,2) и каналы управления (3-7). При достижении измеряемыми параметрами критического уровня, происходит отключение системы.[7]

2.3.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ANSI/ ISA5.1 и приведена в приложении В [8]. Для разработки функциональной схемы автоматизации по ANSI/ ISA были выбраны два насоса и клапана и были рассмотрены его вспомогательные системы. Согласно этой схеме осуществляются следующие операции:

– измерение температуры в резервуаре, ее регистрация на щите КИПиА, аварийное отключение стенда при превышении допустимого значения.

2.4 Разработка схемы информационных потоков программно-аппаратного комплекса

Схема информационных потоков, которая приведена в приложении Г, включает в себя три уровня сбора и хранения информации [1]:

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

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

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

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

- температура жидкости в резервуаре;
- режим работы клапанов (вкл/выкл);
- режим работы насосов (вкл/выкл);
- режим работы нагревательного устройства (вкл/выкл);
- сигнализация о неисправности датчиков температуры;
- сигнализация о выходе контролируемой величины за заданные пределы.

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

AAA_BBB_CCCC,

где

AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

- TEM – температура;
- SST – состояние исполнительного механизма;
- BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
- SE1 – датчик 1;
- SE2 – датчик 2;
- PM1 – насос 1;
- PM2 – насос 2;
- VL1 – клапан 1;
- VL2 – клапан 2;
- HTR – нагреватель;
- CCCC – уточнение, не более 4 символов:
- CHNG – изменить состояние;
- AVAR – аварийная сигнализация;

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

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице №1.

Таблица №1

Кодировка	Расшифровка кодировки
TEM_SE1	Значение температуры на 1 датчике
TEM_SE2	Значение температуры на 2 датчике
SST_VL1	Состояние 1 клапана
SST_VL2	Состояние 2 клапана
SST_PM1	Состояние 1 насоса
SST_PM2	Состояние 2 насоса
SST_HTR	Состояние нагревателя
SST_VL1_CHNG	Команда открытия/закрытия клапана 1

SST_VL2_CHNG	Команда открытия/закрытия 2 клапана
SST_PM1_CHNG	Команда вкл/выкл 1 насоса
SST_PM2_CHNG	Команда вкл/выкл 2 насоса
SST_HTR_CHNG	Команда вкл/выкл нагревателя
SST_SE1_AVAR	Сигнализация о неисправности датчика 1
SST_SE2_AVAR	Сигнализация о неисправности датчика 1
TEM_SE1_AVAR	Сигнализация о превышении значения температуры на датчике 1
TEM_SE2_AVAR	Сигнализация о превышении значения температуры на датчике 2

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

- каждый четный / нечетный час (двухчасовой отчет);
- каждые сутки (двухчасовой отчет в 24.00 каждых суток);
- каждый месяц;
- по требованию оператора (оперативный отчет).

Отчеты формируются по заданным шаблонам:

- сводка по текущему состоянию оборудования;
- сводка текущих измерений.

Историческая подсистема АС сохраняет информацию изменений технологических параметров для сигналов с заранее определенной детальностью.

2.5 Выбор средств реализации

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

Программно-технические средства программно-аппаратного комплекса 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.

2.5.1 Выбор контроллерного оборудования

Для разработки программно-аппаратного комплекса управления тепловым объектом были рассмотрены 3 программируемых реле: Siemens LOGO! 24RC, ОВЕН ПР114 и SR2B121B Zelio Logic компании Schneider-electric. В таблице 2 отображены сравнительные характеристики.[9][10]

Таблица №2

Технические параметры	Siemens LOGO 24RC	ОВЕН ПР114	SR2B121B Zelio Logic
Время цикла, мс	0,1	0,25	6...90

Адресное пространство вввод/вывод	дискретные IO/ аналоговые IO	8/4	8/4	8/4
Типы интерфейсов		RS 485, ASCII, Profibus, Ethernet	RS 485, RS 232, Modbus, Ethernet	RS 485, Modbus, Ethernet
Напряжение питания номинальное		24В	24В/ 110-220В при частоте 47...63 ГЦ	24В
Потребляемый ток		45 ... 130 мА	145 мА	145 мА
Потребляемая мощность, Вт		6	6	4
Габариты ШxВxГ, мм		72x90x55	96x110x73	71,2x90x59,5
Масса, кг		0,19	0,5	0,25
Диапазон рабочих температур, °С		0...+55	-20...+50	-20...+55
Степень защиты по IP		IP 20	IP 20	IP 20
Цена, р		От 10 000	От 5 500	От 10 600



А)



Б)



В)

Рис. 1: А)Siemens LOGO 24RC, Б)ОБЕН PP114 и В)SR2B121B Zelio Logic компании Schneider-electric

Siemens LOGO 24RC, ОВЕН ПР114 и SR2B121B Zelio Logic компании Schneider-electric – это контроллеры, предназначенные для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Модульная конструкция данных контроллеров, работа с естественным охлаждением, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. Эффективному применению рассматриваемых контроллеров способствует наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов и функциональных модулей. [10].

Выбранное оборудование удовлетворяет следующим параметрам:

1. 8 дискретных входов.
2. Тип измеряемых сигналов «0...10 В», «4...20 мА».
3. Предел основной приведенной погрешности $\pm 0,5$.
4. Период обновления результатов измерения четырех каналов, мс, не более 0,5.
5. Количество выходных устройств 8, из них 4 фиксированные (дискретные) и 4 на выбор (аналоговые/дискретные)
6. Корпус крепления на стену или на DIN-рейку шириной 35 мм
7. Габаритные размеры (96x110x73)
8. Время цикла 0,25 мс
9. Максимальное количество функций 1600
10. Максимальное количество переменных для сетевого обмена 64 (32 на чтение, 32 на запись)
11. Количество энергозависимых переменных 136

Из анализа таблицы 2 можно сделать вывод, что ОВЕН ПР114 удовлетворяет необходимым требованиям по вычислительной мощности как и Siemens LOGO 24RC и SR2B121B Zelio Logic компании Schneider-electric. Все контроллеры имеют одинаковую степень защиты IP 20. С точки зрения экономических затрат, ОВЕН ПР114 дешевле приведенных программируемых

реле примерно в 2 раза. С учётом вышеприведённых аргументов, для создания программно-аппаратного комплекса будет использоваться ОВЕН ПР114.

2.5.2 Выбор ПИД-регулятора

Для регулирования температуры были рассмотрены 3 ПИД-регулятора: Гигротерм-38К5, МЕТАКОН-613, ОВЕН ТРМ251. В таблице 3 отображены сравнительные характеристики.

Таблица №3

Технические параметры	Гигротерм-38К5	МЕТАКОН-613	ОВЕН ТРМ251
Время опроса датчика, с	0,5	1	0,3
Типы интерфейсов	RS 485	RS 485	RS 485
Протоколы обмена с ПК	«Термодат» и Modbus ASCII	ASCII	ОВЕН, RTU, ASCII Modbus Modbus
Потребляемая мощность, Вт	10	9	6
Габариты ШxВxГ, мм	96x96x95	96x96x162	130x105x65
Масса, кг	1	0,8	0,5
Диапазон измерения, °С	-50...+200	-100...+500	-50...+200
Цена, р	От 9 000	От 9 000	От 5 000



А)



Б)



В)

Рис. 2: А) Гигротерм-38К5, Б) МЕТАКОН-613, В) ОВЕН ТРМ251

Все ПИД-регуляторы Гигротерм-38K5, МЕТАКОН-613 и ОВЕН ТРМ251 применяются для управления многоступенчатыми температурными режимами. Их технические характеристики удовлетворяют поставленным требованиям. Из анализа таблицы 3 можно сделать вывод, что все ПИД-регуляторы удовлетворяют требованиям. Что касается цены, то ОВЕН ТРМ251 значительно дешевле своих аналогов. К тому же данный регулятор имеет функцию резервирования датчиков, что позволяет автоматически включать резервный датчик в случае отказа основного. С учетом этих аргументов будет использован ОВЕН ТРМ251.

2.5.3 Выбор датчиков температуры

Для измерения температуры жидкости в резервуаре целесообразно использование погружных термометра сопротивления и термопары.

Применяются для непрерывного измерения температур в различных отраслях промышленности

Термометр представляет собой гибкое основание с закрепленным на нем чувствительным элементом [13]. Технические характеристики приведены в таблице 4.

Таблица №4

Тип	Термометр сопротивления
Диапазон измеряемых температур	-50...120 °С
Способ крепления	погружной
Погрешность измерения	$(0,3+0,005 t)$ °С
Межповерочный интервал	1 год
Средняя наработка до отказа	50000 ч
Степень защиты датчика	IP54

Для этой цели, учитывая специфику объекта, возможно применение термометра сопротивления ОВЕН ДТС 15-РТ100, представленного на рис. 3

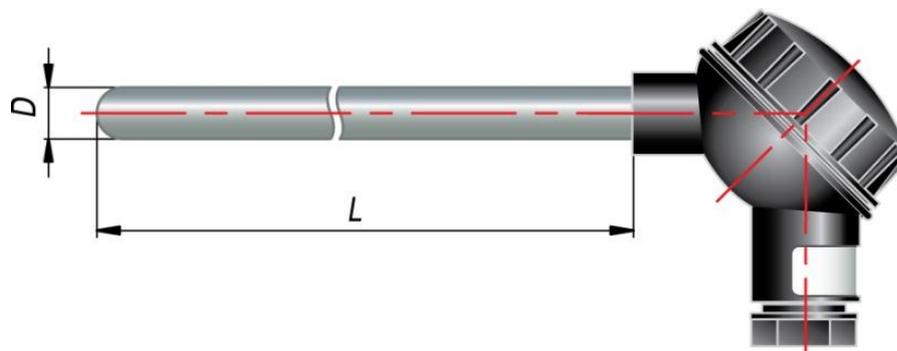


Рис. 3. Термометр сопротивления ОВЕН ДТС 15-РТ100

2.5.4 Выбор насоса

Для обеспечения равномерного нагревания жидкости в резервуаре решено использовать циркуляционные насосы, предназначенные для омывания стекол в автомобилях ВАЗ 2110-2112 (рис. 4). Благодаря их низкой стоимости и высокой доступности в сравнении с зарубежными аналогами было решено остановить свой выбор именно на этих насосах.



Рис. 4 Циркуляционный насос

Таблица №5. Технические характеристики насоса

Напряжение питания	12 В
Ток потребления	Не более 4,5 А
Расход	Не менее 30 мл/с
Температура перекачиваемой жидкости	-50...+125°С

2.6 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении Д. Первичные и внешитовые приборы:

- Датчики температуры;
- Насосы
- Клапаны

В качестве кабеля выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм [1].

2.7 Автоматическое регулирование температуры

Основной задачей программно-аппаратного комплекса является стабилизация температуры в резервуаре.

ПИД-регулирование используется в качестве алгоритма регулирования. Этот алгоритм обеспечивает малое время выхода на заданный режим и высокое качество регулирования и имеет малую чувствительность к внешним воздействиям.

Нагревательный элемент – это инерционный объект, из-за того, что максимальное значение не достигается моментально. Экспериментально установлено, что постоянная времени нагревателя равна 4,3 с, а коэффициент усиления (мощность нагревателя) равна 500 Вт. Энергия нагревателя расходуется на нагрев жидкости и обмен с окружающей средой.

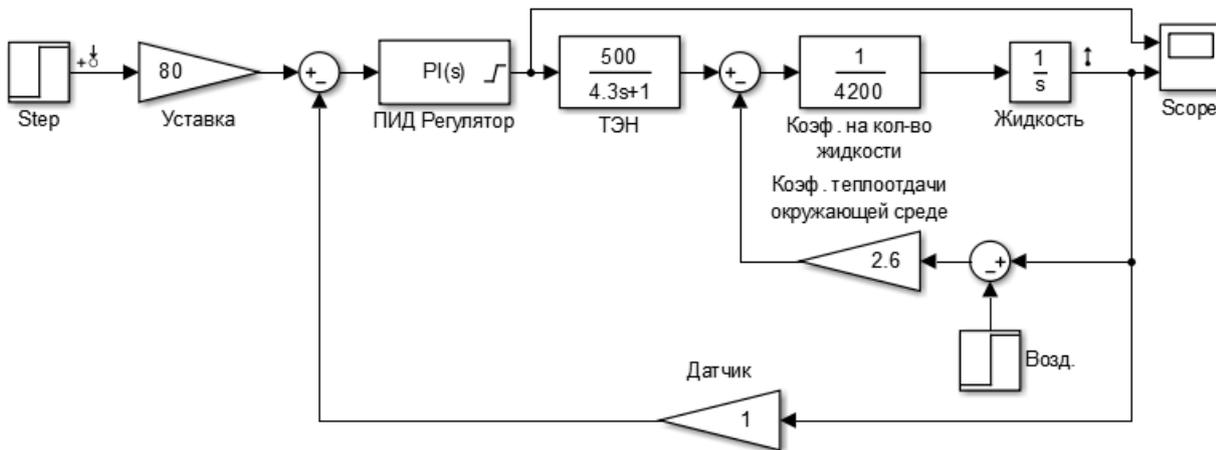


Рис. 5 Схема моделирования регулируемого процесса

Процесс регулирования температуры осуществляется следующим образом. Итоговая температура на выходе объекта управления измеряется датчиком температуры. Полученный сигнал поступает на ТРМ, где поступает на ПИД-регулятор, который в зависимости от значения ошибки формирует управляющее воздействие на объект управления. Управляющее воздействие регулятора подается на регулирующий орган, а регулирующий орган в свою очередь, в зависимости от управляющего воздействия, оказывает воздействие на объект управления с целью уменьшения ошибки.

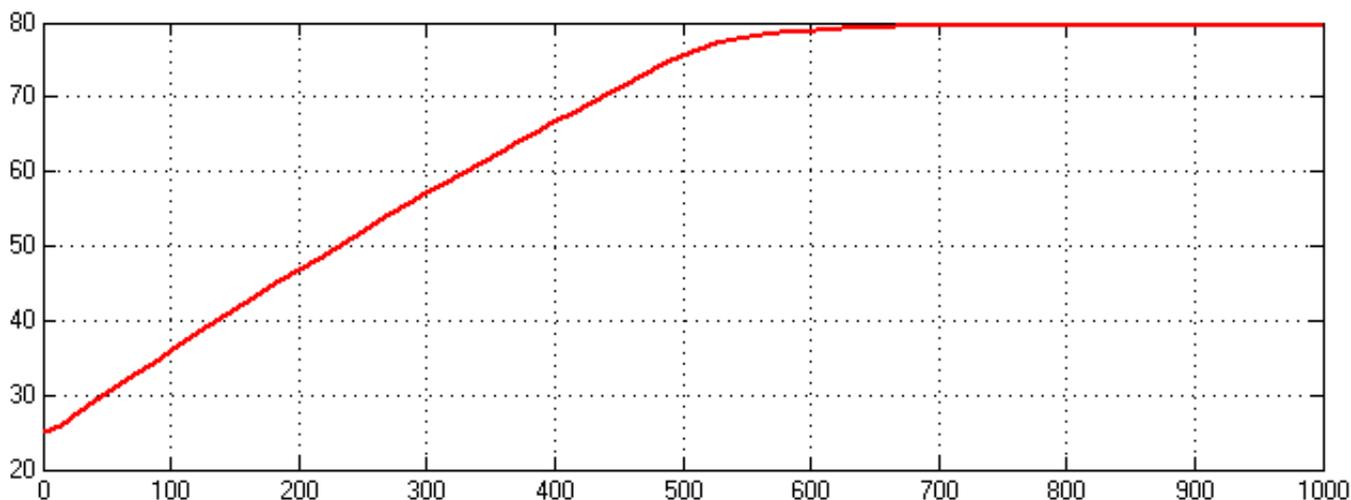


Рис. 6 График переходного процесса САР

Из рисунка 6 видно, что время переходного процесса составляет порядка 600 с. Перерегулирование происходит в пределах нормы.

2.8 Выбор алгоритма управления насосами и клапанами

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы [1]:

- алгоритмы пуска (запуска)/ останова 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 расхода, уровня 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 данной работе разработан следующий алгоритм АС: алгоритм управления насосами и клапанами.

Для представления данного алгоритма будем использовать правила ГОСТ 19.002.Разработаем алгоритм управления. Алгоритм представлен на рисунке 7.

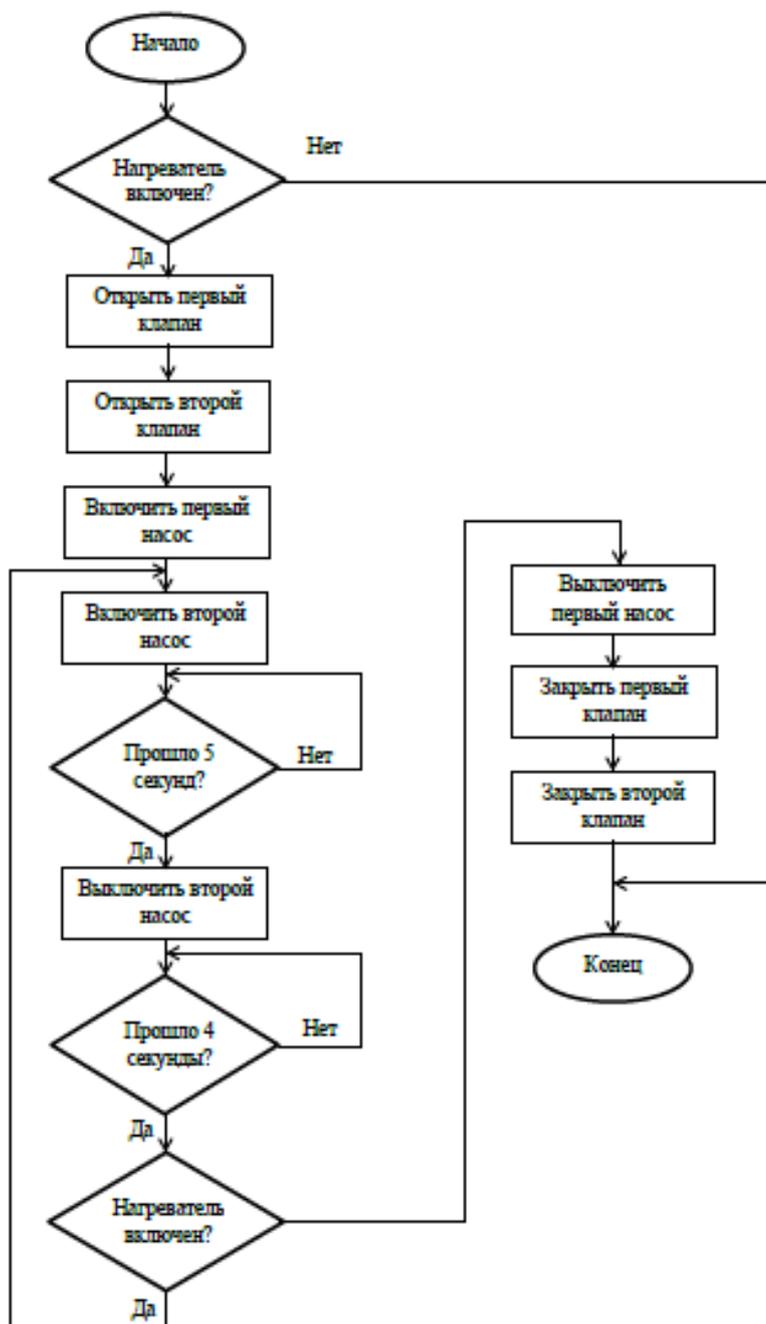


Рис. 7.Алгоритм управления насосами и клапанами

Данный алгоритм, реализованный в ПЛК, позволяет производить перемешивание жидкости в резервуаре. Перемешивание происходит с момента включения нагревательного элемента до его отключения. Попеременное включение и выключение насоса, предназначенного для

выкачивания жидкости из основного резервуара, происходит для обеспечения постоянного объема жидкости в нем.

2.9 Разработка программного обеспечения для программируемых логических контроллеров

Для программирования логического контроллера будем использовать программную среду OWEN Logic. В программной среде OWEN Logic имеется большой набор стандартных элементов, позволяющих реализовать практически любую логику действий. Программирование будем осуществлять на языке функциональных блоков FBD. Программа, реализующая управление насосами и клапанами, представлена на рисунке 8.

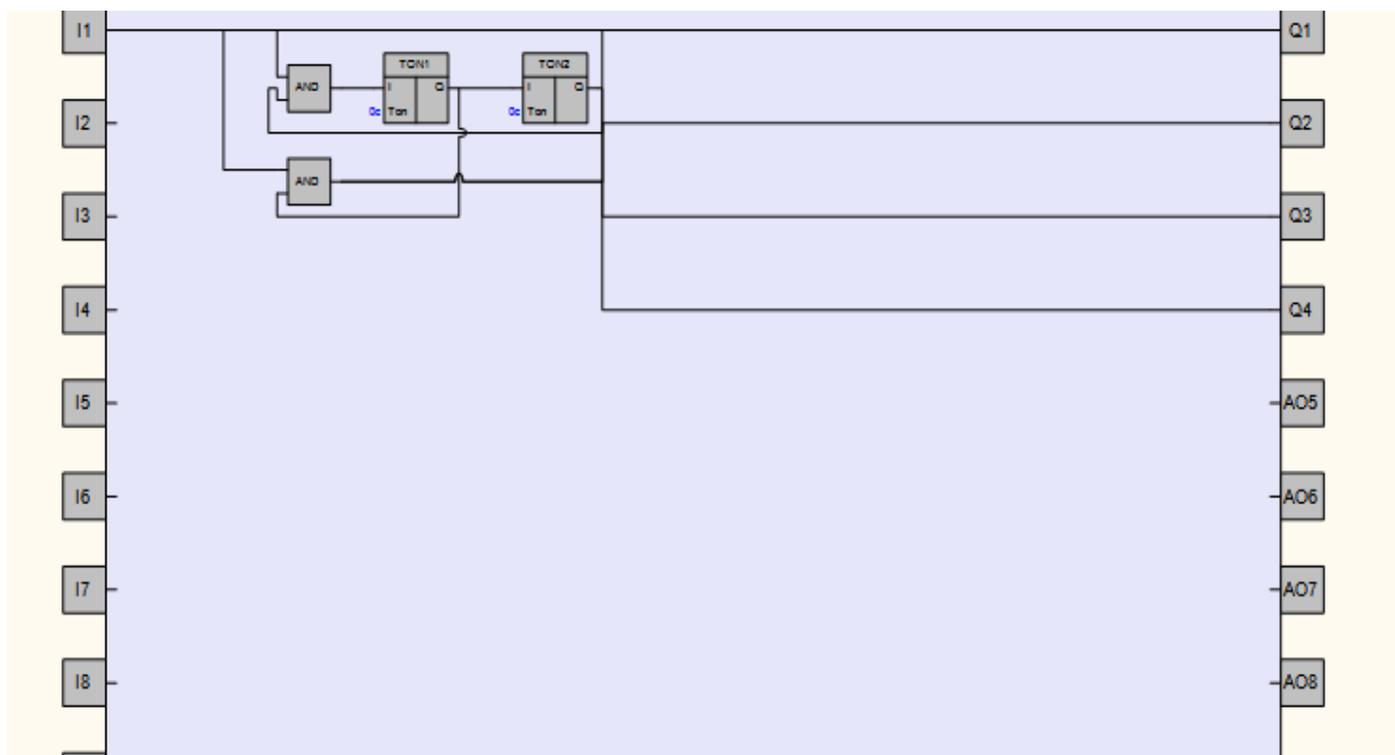


Рис. 8 Программа управления насосами и клапанами

Программа работает следующим образом. При включении нагревателя программируемое реле включает 2 насоса и открывает 2 клапана. Причем один из клапанов работает попеременно. После 5 секунд работы он

отключается на 4 секунды, затем снова начинает работать. Этот процесс происходит до тех пор, пока нагреватель не отключится.

2.10 Разработка экранных форм

Управление в программно-аппаратном комплексе реализовано с использованием SCADA-системы SIMATIC WinCC компании Siemens. Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система SIMATIC WinCC обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

Интерфейс оператора содержит рабочее окно.

Рабочее окно интерфейса АРМ оператора показано на рисунке 9.

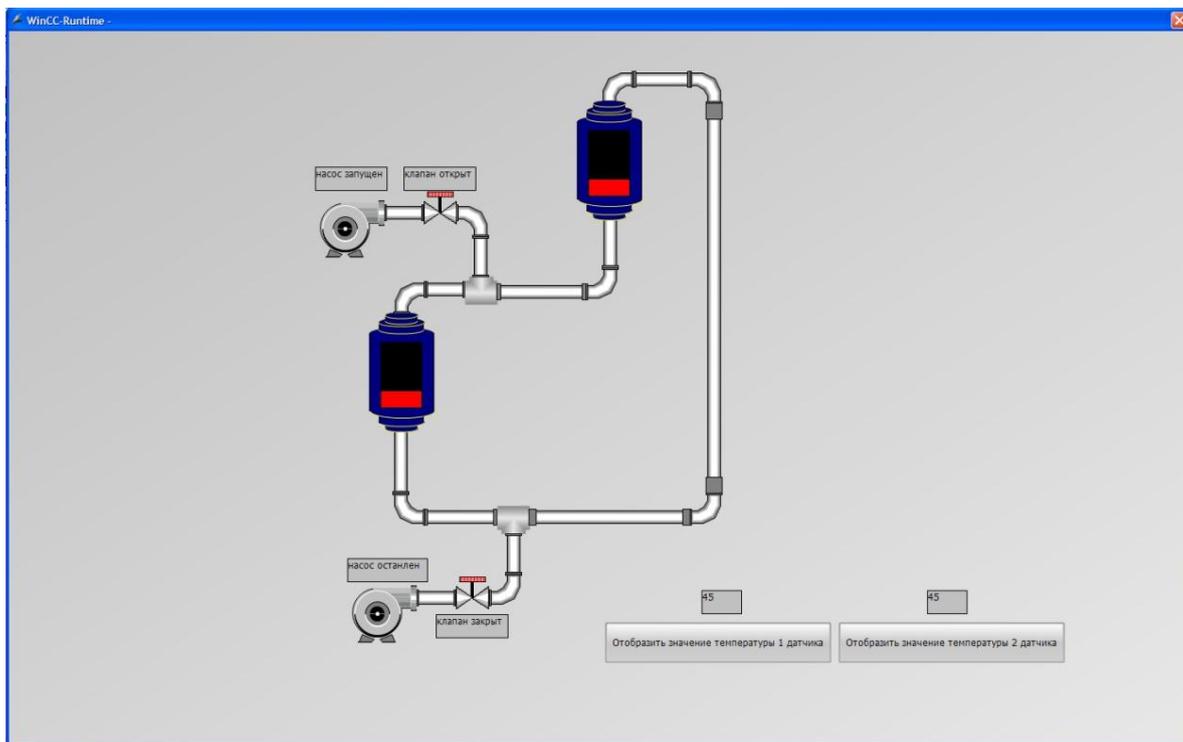


Рис. 9 Рабочее окно интерфейса оператора

Взаимодействие ПЛК со SCADA осуществляется посредством OPC-сервера. В данном случае необходимо объединить ПЛК компании ОВЕН и SCADA-систему WinCC. Для этих целей будем использовать OPC сервер CDS V2.3, который является стандартным для среды программирования CoDeSys компании ОВЕН.

Датчики и исполнительные устройства связаны со SCADA посредством унифицированного токового сигнала 4...20 мА. Широко применяется для организации связи промышленного электронного оборудования.

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т21	Овчинниковой Анастасии Петровне

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

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

<p>1. Стоимость ресурсов научного-технического исследования (НТИ):</p> <ul style="list-style-type: none"> - материально-технических; - энергетических; - финансовых; - информационных; - человеческих; <p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов;</p> <p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.</p>	<p>- 2 человека; - 160495,79 руб.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Расчет трудоемкости этапов</p>	<p>1. Обоснование необходимых инвестиций для внедрения инженерного решения; 2. Формирование плана работ по разработке проекта; 3. Планирование потребности в человеческих ресурсах; 4. Составление бюджета внедрения инженерного решения; 5. Оценка организационной эффективности проекта</p>
--------------------------------------	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент, кафедра менеджмента	Николаенко Валентин Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т21	Овчинникова Анастасия Петровна		

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

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Научные исследования, проведенные в ходе выполнения ВКР, направлены на обучение студентов кафедры ИКСУ института кибернетики Томского политехнического университета.

Конечным потребителем результатов исследований являются студенты обучающиеся по направлениям, связанным с автоматизацией производства.

3.2 Исследование целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект

Воспользуемся технологией QuaD (QualityAdvisor) для определения целесообразности вложения денег в реализацию проведенных исследований. Для анализа результатов, выделим ряд наиболее важных характеристик проектов такого рода и их показателей. Результаты проведенного сравнения выбранных показателей представлены в таблице 6.

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \times B_i,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя. Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 59 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Таблица №6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5 (3/4)	(5x2)
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,03	80	100	0,8	2,4
2. Помехоустойчивость	0,15	45	100	0,4	6,75
3. Надежность	0,2	70	100	0,7	14
4. Унифицированность	0,01	45	100	0,5	0,45
5. Уровень материалоемкости и разработки	0,04	60	100	0,6	2,4
6. Уровень шума	0,09	100	100	1	9
7. Безопасность	0,015	100	100	1	1.5
8. Потребность в ресурсах памяти	0,005	90	100	0,95	0,45
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,02	60	100	0,6	1,2
10. Простота эксплуатации	0,03	95	100	0,95	2,85
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,03	40	100	0,45	1,2
12. Ремонтопригодность	0,04	95	100	0,9	3,8
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,05	60	100	0,55	3
14. Уровень	0,03	10	100	0,1	0,3

проникновения на рынок					
15. Перспективность рынка	0,05	40	100	0,5	2
16. Цена	0,15	80	100	0,75	12
17. Послепродажное обслуживание	0,01	55	100	0,6	0,55
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	35	100	0,5	0,35
19. Срок выхода на рынок	0,03	40	100	0,5	1,2
20. Наличие сертификации разработки	0,01	5	100	0,05	0,05
Итого	1	1205	2000	12,05	65,45

Таким образом, по результатам применения технологии QuaD, созданный в рамках выполнения ВКР учебный стенд «Программно-аппаратный комплекс управления тепловым объектом» можно считать перспективной выше среднего разработкой, так как значение средневзвешенной оценки оказалось больше 60%.

3.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ заключается в выявлении сильных и слабых сторон проекта, возможностей для дальнейшего развития и угроз существованию и развитию; направлен на исследование внутренней и внешней среды проекта.

Составим итоговую матрицу SWOT-анализа, представленную в таблице 7.

Таблица №7. Матрица SWOT-анализа.

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Низкая стоимость проекта. С2. Наличие комплектующих.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие
--	--	---

	<p>С3. Высококвалифицированный персонал.</p> <p>С4. Широкая область применения.</p>	<p>финансирования.</p> <p>Сл2. База комплектующих не является новейшей.</p> <p>Сл3. Снижение спроса на продукт.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инфраструктуры кафедры интегрированных компьютерных систем управления.</p> <p>В2. Использование результатов НИОКР в области автоматизации.</p> <p>В3. Внедрение результатов проекта в процесс обучения специалистов в области автоматизации.</p>	<p>Широкая область применения позволяет внедрять результаты проекта в процесс обучения специалистов по автоматизации в различных отраслях, в том числе и в нефтегазовой отрасли.</p> <p>Низкая стоимость и наличие комплектующих при использовании инфраструктуры кафедры позволяют создать данный стенд для обучения студентов с наименьшим привлечением средств.</p>	<p>Из-за того, что база комплектующих не является новейшей могут возникнуть проблемы, связанные с обучением специалистов, так как оборудование на реальном производстве может отличаться от учебного.</p> <p>Отсутствие финансирования может помешать продвижению разработки, усовершенствованию проекта и обновления базы комплектующих.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Ограничения на экспорт устройства в связи с внешней политикой (санкциями).</p> <p>У2. Снижение спроса из-за повышенного уровня конкуренции.</p>	<p>При большом количестве конкурентов могут возникнуть трудности по внедрения продукта в других учебных учреждениях.</p> <p>В условиях нынешней политической ситуации, возможны трудности с продвижением продукта на зарубежный рынок.</p>	<p>При недостаточном финансировании разработка не будет иметь новейшую базу комплектующих, что приведёт к снижению спроса, так как разработки конкурентов могут стать более привлекательными для покупателя в связи с их большей актуальностью</p>

3.4 Определение возможных альтернатив проведения исследований

Воспользуемся морфологическим подходом для определения возможных альтернатив проведения исследования.

Упомянутый подход предполагает точную формулировку проблемы исследования, раскрытие важных морфологических характеристик объекта исследования и раскрытие вариантов по каждой характеристике.

Проблема исследования, проводимого в рамках ВКР, заключается в разработке учебного стенда «Программно-аппаратный комплекс управления тепловым объектом». Данная задача может быть решена в несколько этапов:

- построение структурной схемы устройства;
- выбор элементов;
- формирование алгоритма работы;
- составление схемы внешних проводок;
- программная реализация алгоритма;
- сборка устройства;
- проверка работоспособности устройства.

Проанализируем возможные варианты прохождения через эту последовательность шагов. Полученные результаты сведем в таблицу 8.

Таблица №8 – Альтернативные варианты проведения исследований

	1	2	3
А. Выбор элементов (программируемое реле)	ОВЕН ПР114	Schneider Electric	Siemens Logo
Б. Выбор элементов (программный ПИД-регулятор)	Гигротерм-38К5	ОВЕН ТРМ251	МЕТАКОН-613
В. Выбор датчиков	ОВЕН	Siemens	Schneider

			Electric
Г. SCADA система	Infinity	Master SCADA	SIMATIC WinCC

Среди всех возможных, согласно таблице 8, вариантов выберем наиболее рациональный и подходящий вариант проведения исследований и создания экспериментальной модели устройства:

– А1Б2В1Г3 – использование программируемого реле компании ОВЕН обусловлено его низкой стоимостью по сравнению с аналогами и простотой программирования; интуитивно понятный интерфейс и функция резервирования датчиков у программного ПИД-регулятора ОВЕН позволяет выполнять поставленные задачи; использование датчиков ОВЕН позволяет снизить стоимость системы; использование в качестве SCADA-системы SIMATIC WinCC позволяет создать интуитивно понятную и удобную для дальнейшего использования мнемосхему.

3.5 Планирование научно-исследовательских работ

3.5.1 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 научных исследований.

Рабочая группа, выполняющая научные исследования, состоит из двух человек: научного руководителя, непосредственного исполнителя – студента.

Таблица №9 – Перечень работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, студент
	4	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка алгоритма работы программы	Студент
	6	Построение модели системы, проведение эксперимента	Студент
	7	Сопоставление результатов эксперимента с теоретическими исследованиями	Студент
	8	Оценка полученных результатов исследований	Студент
Оценка результатов исследований	9	Определение целесообразности проведения исследований	Руководитель, студент
<i>Проведение ОКР</i>	10	Разработка блок-схемы, структурной, функциональной и принципиальной схем	Студент
Разработка технической документации и проектирование	11	Выбор элементов принципиальной схемы	Студент
Изготовление и испытание опытного образца	12	Лабораторные испытания прототипа системы	Студент
Оформление результатов исследований	13	Составление отчета по НИР	Студент

3.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев 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 $t_{ожі}$ используется следующая формула:

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

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

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

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

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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

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

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

В 2016 году 366 дней; из них 119 выходных и праздничных дней.

Коэффициент календарности рассчитаем следующим образом.

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,481 \approx 1,48.$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Результаты расчетов сведем в таблицу.

Таблица №10 – Расчет трудоемкости выполняемых работ

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители НР – научный руководитель; С – студент	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожид}$, чел-дни			НР	С	НР	С
	НР	С	НР	С	НР	С					
1. Составление и утверждение технического задания	1	3	2	5	1,4	3,8	НР, С	1,4	4,52	2	7
2. Подбор и изучение материалов по теме	–	8	–	22	–	13,6	С	–	18,64	–	28
3. Выбор направления исследований	1	2	2	3	1,4	2,4	НР, С	1,4	2,76	2	4
4. Проведение теоретических расчетов и обоснований	–	8	–	12	–	9,6	С	–	11,04	–	16
5. Разработка алгоритма работы программы	–	4	–	6	–	4,8	С	–	5,52	–	8
6. Построение модели системы, проведение эксперимента	–	2	–	3	–	2,4	С	–	2,76	–	4
7. Сопоставление результатов эксперимента с теоретическими исследованиями	–	4	–	6	–	4,8	С	–	5,52	–	8

8. Оценка полученных результатов исследований	–	5	–	7	–	5,8	С	–	6,52	–	10
9. Определение целесообразности проведения исследований	1	5	2	7	1,4	5,8	НР, С	1,4	6,52	2	10
10. Разработка блок-схемы, структурной, функциональной и принципиальной схем	–	3	–	6	–	4,2	С	–	5,28	–	8
11. Выбор элементов принципиальной схемы	–	5	–	7	–	5,8	С	–	6,52	–	10
12. Лабораторные испытания прототипа системы	–	4	–	6	–	4,8	С	–	5,52	–	8
13. Составление отчета по НИР	–	12	–	24	–	14,4	С	–	16,56	–	25
Итого								4,2	97,68	6	145

3.7.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает в себя стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, в том числе затраты на канцелярские принадлежности, картриджи, диски и прочее.

Таблица №12 – Материальные затраты

Наименование	Ед.изм.	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Провода	метр	30	10	300
Печатная бумага	пачка	1	145	145
Канцелярские товары	компле кт	1	50	50
Итого, руб				495

3.7.2 Затраты на приобретение специального оборудования

К этой статье относятся затраты на приобретение различного оборудования. Так как специальное оборудование уже имелось в наличии, оно учитывается в сметной стоимости в виде амортизационных отчислений, и рассчитывается по формуле:

$$C_A = \frac{\Phi_{пер} \cdot H_A}{100\%},$$

где $\Phi_{пер}$ – первоначальная стоимость оборудования, рубли;

H_A – годовая норма амортизации.

Норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{T_{сл}},$$

где $T_{сл}$ – срок службы оборудования, лет.

Оборудование, используемое в НТИ, приведено в таблице 13.

Таблица №13 – Специальное оборудование

Наименование	Количество, шт	$\Phi_{\text{пер}}$ · руб.	$T_{\text{сл}}$, лет	На, %	Са, руб.
Программируемое реле	1	5500	3	33	1815
Термодатчики	2	1060	5	20	212
Программный ПИД-регулятор	1	5000	10	10	500
Итого		11560			2527

Таким образом, амортизационные отчисления будут составлять 2527 рублей в год. За 5 месяца проекта амортизационные отчисления составляют 1053 рублей.

3.7.3 Расчет основной и дополнительной заработной платы

Основная заработная плата состоит из заработной платы работников, непосредственно связанных с созданием НТП, включая премии и доплаты. Зарплата исполнителей рассчитывается по формуле:

$$Z_n = Z_o + Z_{\text{доп}},$$

где Z_n – зарплата, определяемая по профессионально квалификационным группам, с учетом повышающих коэффициентов, рубли;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная зарплата (12-20% от основной), рубли;

Основная заработная плата:

$$Z_o = Z_{\text{мин}} \cdot K_c,$$

где $Z_{\text{мин}}$ – базовый оклад, рубли, $Z_{\text{мин}}=7800$ рублей.

K_c – повышающий коэффициент.

Дополнительная зарплата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot Z_o,$$

Подставляя данные значения в вышеуказанные формулы, получим результаты, которые представлены в таблице 14.

Таблица №14 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Квалификацион ный уровень, КУ	Повышающий коэффициент, Кс	Зо, руб.	Здоп, руб.	Зп, руб.
Руководитель	4	1,4	10920	1638	12558
Исполнитель	1	1	7800	1170	8970
Итого, руб.			21528		
Заработная плата за 45месяца, руб.			107640		

Т.к. проект планируется реализовать за 5 месяца, суммарные расходы на заработную плату составят 107640 руб.

3.7.4 Формирование бюджета НИИ

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 15.

Таблица №15 – Формирование бюджета НИИ

Номер статьи статьи	Наименование статьи	Затраты, руб.	Примечание
1	Заработная плата	107 640	Таблица 9
2	Страховые взносы	29170,44	27,1 % от статьи 1
3	Расходы на материалы	495	Таблица 7
4	Специальное оборудование	1053	Амортизационные отчисления, таблица 8

Итого сумма прямых расходов		138358,44	Сумма статей 1 - 4
5	Накладные расходы	22137,35	16% от суммы расходов
6	Бюджет ВКР, руб.	160495,79	Сумма статей 1 – 5

3.8 Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

С целью дальнейшего обучения специалистов по автоматизации был создан учебный стенд «программно-технический комплекс управления тепловым объектом».

Финансовые ресурсы, затраченные на создание комплекса управления температурой, составляют порядка 160 496 рублей, что говорит об эффективности данного устройства и его быстрой окупаемости при выходе на рынок. Благодаря быстрому сроку окупаемости проекта, возможно устранение угроз (описанных в SWOT-анализе) за счёт использования новой и дорогостоящей базы комплектующих, поставляемой российскими производителями в более короткие сроки, чем зарубежные, а также за счёт найма высококвалифицированного персонала, быстро и качественно выполняющего свои обязанности.

Таким образом, экономическая эффективность будет иметь высокий результат с наименьшими затратами.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 8Т21	ФИО Овчинникова Анастасия Петровна
----------------	---------------------------------------

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</p>	<p>Рабочим местом является аудитория №115 10 корпуса Томского политехнического университета. В аудитории рабочей зоной является место за персональным компьютером, отведённое студенту для выполнения работы. Технологический процесс представляет собой создание и настройку системы стабилизации температуры на базе существующего стенда «программно-технический комплекс управления тепловым объектом». Целью работы является создание учебного стенда для дальнейшего обучения студентов, обучающихся по специальности автоматизация. Основным оборудованием, на котором производится работа, является персональный компьютер с периферийными устройствами.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью; – предлагаемые средства защиты. <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности; – термические опасности; – электробезопасность; – пожаровзрывобезопасность. 	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • недостаточная освещённость рабочей зоны: отсутствие или недостаток естественного света; • повышенный уровень шума; • повышенный уровень электромагнитных излучений; • повышенная или пониженная влажность воздуха <p>Анализ выявленных опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • электрический ток (источником является ПК)
---	---

<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу; – анализ воздействия объекта на гидросферу; – анализ воздействия объекта на литосферу; – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>В работе проведён анализ воздействия на атмосферу и гидросферу</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>В аудиторном помещении возможно ЧС техногенного характера – пожар (возгорание).</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется в СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03.</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т21	Овчинникова Анастасия Петровна		

4. Социальная ответственность

В этом разделе рассматриваются особенности организации рабочего места специалиста, осуществляющего работу по настройке «Программно-технического комплекса управления тепловым объектом». Конечная система представляет собой автоматизированный стенд. Стенд проектируется для дальнейшего использования на кафедре интегрированных компьютерных систем управления с целью обучения студентов, получающих образование по специальности автоматизация.

Предполагается, что работа со стендом, а также разработка программного обеспечения осуществляется в закрытом, отапливаемом и вентилируемом помещении, на рабочем месте, оснащённом персональным компьютером.

Далее будут рассмотрены факторы рабочей зоны и рабочего места, влияющие на состояние сотрудника, а также влияние проектной деятельности на состояние окружающей среды.

4.1 Производственная безопасность

Таблица №16 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по настройке учебного стенда.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Работа за персональным компьютером. 2. Работа с оборудованием в помещении	1. Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света; 2.Повышенн	1. Электрический ток	1. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение. [1] 2. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». [2] 3. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. [3]

	ый уровень шума; 3.Повышенный уровень электромагнитных излучений; 4.Повышенная или пониженная влажность воздуха		4. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [4] 5. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [5]
--	---	--	---

4.1.1 Недостаточная освещённость рабочей зоны; отсутствие или недостаток естественного света

Освещение рабочего места специалиста, работающего за учебным стендом «Программно-аппаратный комплекс управления тепловым объектом» складывается из естественного и искусственного освещения. Естественное освещение достигается установкой оконных проемов с коэффициентом естественного освещения КЕО не ниже 1,2 % в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1,5 % на остальной территории [11].

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 указаны в таблице 17 [12].

Таблица №17. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО е н, %		КЕО е н, %		Освещенность, лк		Показатель пульсации света, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, К _п , %, не более	
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении	При общем освещении			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кабинеты, рабочие комнаты,	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	40	15

офисы										
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г – 0,8 Экран монитора: В – 1,2	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200	15 -	10

Для искусственного освещения помещений с персональными компьютерами следует применять светильники типа ЛПО36. Допускается применять светильники прямого света, преимущественно отраженного света типа ЛПО13, ЛПО5, ЛСО4, ЛПО34, ЛПО31 с люминесцентными лампами типа ЛБ. Допускается применение светильников местного освещения с лампами накаливания. Светильники должны располагаться линиями (прямыми или прерывающимися) так, чтобы при разном положении машин они были параллельно линии зрения пользователя. Защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов [11].

В утреннее и вечернее время вводится общее искусственное освещение. Основными источниками искусственного освещения являются лампы белого света ЛБ-20.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 в помещениях для работы за ПК следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Выполним расчет естественного освещения. Расчет производится согласно СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение». Рабочая аудитория имеет размеры 6 x 5 x 2,5 м, в которой установлены 2 окна размером 1,6 x 2,2 м. Освещение боковое, одностороннее, выделение пыли и других аэрозолей допустимо с концентрацией не более 5 мг/м³.

Зная размеры окон и их количество, можем рассчитать эквивалентную площадь световых проемов по формуле (1):

$$S_{\text{ЭКВ}} = N \cdot S_{\text{окна}} = 2 \cdot 1,6 \cdot 2,2 = 7,04 \text{ м}^2. \quad (1)$$

Площадь помещения найдём из размеров аудитории по формуле (2):

$$S = 6 \cdot 5 = 30 \text{ м}^2. \quad (2)$$

Далее также будут применены следующие величины [1, 13]:

а) $n_0 = 9$ – световая характеристика окна, зависящая от глубины помещения, выступа окна и соотношения длин сторон;

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

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

г) t_0 – общий коэффициент светопропускания, вычисляющийся как

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

где:

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

$t_2 = 0,6$ - зависит от вида проема;

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

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

Рассчитаем фактический коэффициент естественного освещения (КЕО) по формуле (3):

$$\text{КЕО}_\phi = \frac{S_{\text{экв}} \cdot t_0 \cdot r_1 \cdot 100}{S \cdot n_0 \cdot K_{зд}} = \frac{7,04 \cdot 0,27 \cdot 3 \cdot 100}{30 \cdot 9 \cdot 1,2} = 1,76. \quad (3)$$

Получили, что фактический коэффициент естественного освещения соответствует норме согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [12].

Рассчитаем фактическое искусственное освещение. Как уже говорилось, основными источниками искусственного освещения являются лампы белого света ЛБ-20 в количестве $N = 16$ шт. Световой поток одной лампы $F = 1180$ лм. Коэффициент запаса примем равным $k = 1,1$, а коэффициент минимальной освещённости $z = 1,1$.

Найдем индекс помещения по формуле (4):

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (a + b)}, \quad (4)$$

где:

S – площадь помещения;

a и b – длина и ширина помещения;

h_p – расчетная высота, равная:

$$h_p = h - h_c - h_{p.п}, \quad (5)$$

где:

h – высота помещения;

$h_c = 0,2$ м – расстояние от перекрытия до светильника;

$h_{p.п} = 1$ м – расстояние от пола до рабочей поверхности.

Отсюда, индекс помещения равен:

$$i = \frac{S}{(h - h_c - h_{p.п}) \cdot (a + b)} = \frac{30}{(2,5 - 0,2 - 1) \cdot (6 + 5)} = 2,09. \quad (6)$$

Зная индекс помещения, определим коэффициент использования светового потока по существующей таблице [4]. Коэффициент использования светового потока равен $n = 0,62$.

Теперь воспользуемся формулой (7) и рассчитаем фактическое искусственное освещение:

$$E = \frac{F \cdot N \cdot n}{S \cdot z \cdot k} = \frac{1180 \cdot 16 \cdot 0,62}{30 \cdot 1,1 \cdot 1,1} = 322,46 \text{ лк}. \quad (7)$$

Таким образом, из рассчитанных данных видно, что использование имеющегося числа газоразрядных ламп достаточно для соблюдения норм искусственной освещенности на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [12].

4.1.2 Повышенный уровень шума

При выполнении работ, описанных выше, специалист может оказаться под шумовым воздействием со стороны оборудования, находящегося в рабочем помещении: персональные компьютеры, печатающие устройства, оборудование поддержки микроклимата (кондиционеры, вентиляция) и прочее.

Работы, выполняемые специалистом, оцениваются как научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, следовательно, согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 эквивалентный уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 50дБА.

Таблица №18 – Эквивалентные уровни звука для проектно-конструкторских бюро, лабораторий для теоретических работ по СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. [3]

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Эквивалентные уровни шума, дБА
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	50

В качестве мер по снижению шума, воздействующего на человека, в первую очередь следует использовать средства коллективной защиты. Наиболее эффективной защитой от шума, источником которого являются циркуляционные насосы программно-аппаратного комплекса, было бы создание специальных архитектурно-строительных решений на этапе проектирования рабочего места в рабочей аудитории, но так как помещение в момент строительства здания не планировалось использовать для таких целей, то единственным решением по принятию мер коллективной защиты от производственного шума является использование акустического экрана или звукоизолирующего кожуха [11].

В качестве индивидуальных средств защиты от шума специалистом могут быть использованы специальные противозумные наушники, которые обезопасят пользователя от вредного воздействия шумов и помогут сделать условия работы более комфортными [11].

4.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенная напряжённость электрического поля

Источником электромагнитного поля и электромагнитных излучений на рабочем месте является компьютер, в частности экран монитора компьютера. Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана при любых положениях ПК не должна превышать 100 мкР/час [2].

Время работы на персональном компьютере по санитарным нормам не должно превышать 4 часа.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в таблице 19.

Таблица №19 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений по СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. [2]

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора	10 В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора	0,3 А/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать: – для взрослых пользователей	20 кВ/м

Предельно-допустимые нормы ЭМП представлены в таблице 20.

Таблица №20 – Предельно допустимые нормы ЭМП по СанПиН 2.2.4.548 – 96. [5]

Напряжённость электрического поля	
в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	
в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл

Ряд мероприятий, позволяющих уменьшить влияние вредных факторов на работника при работе за ПК: каждый час необходимо делать перерыв, для выполнения гимнастики для глаз, а также выполнять несколько упражнений на расслабление, которые могут уменьшить напряжение, накапливающееся в мышцах при длительной работе за компьютером [2].

4.1.4 Микроклимат

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения [2] (табл. 21, 22). Выполняемая работа относится к категории легкая (1б).

Таблица №21. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96 [5]

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21 - 23	20 – 24	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица №22. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96 [5]

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3

В данном случае температура воздуха и температура поверхностей составляют 22 °С и 21 °С при относительной влажности 45 % в холодный период года; 24 °С и 23 °С при относительной влажности воздуха 50 % в теплый период года, что соответствует нормам [14].

4.1.5 Электрический ток (источник: ПК)

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы компьютера на корпусах монитора, системного блока, клавиатуры, а также при работе за паяльной станцией, могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Такие разряды опасности для человека не представляют, но могут привести к выходу из строя вышеописанного оборудования.

На рабочем месте пользователя размещены дисплей, клавиатура и системный блок. Использование паяльной станции со всеми необходимыми принадлежностями предполагается отдельно, когда на рабочем месте могут присутствовать все элементы ПК, но они находятся на расстоянии не менее вытянутой руки сидящего работника.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

Методы защиты от воздействия статического электричества:

- влажная уборка, чтобы уменьшить количество пылинок в воздухе и на предметах офиса;
- использование увлажнителей воздуха;
- защитное заземление;
- применение средств индивидуальной защиты, таких как антистатические спреи и браслеты.

Допустимый ток частотой 50 Гц при длительности воздействия более 10 секунд составляет 2 мА, а при длительности 10 секунд и менее – 6 мА. Для переменного тока эта величина соответственно равна 10 и 15 мА. [4]

Методы защиты от опасности поражения электрическим током:

- электрическая изоляция токоведущих частей (сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм);
- ограждение токоведущих частей, которые работают под напряжением;
- использование малых напряжений, например, не более 50 В;
- электрическое разделение сетей на отдельные короткие участки;
- защитное заземление и зануление;
- применение средств индивидуальной защиты, таких как плакаты и знаки безопасности, изолирующие подставки, указатели напряжения.

4.2 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды сводится к устранению отходов бытового мусора и отходам жизнедеятельности человека. В случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих [15].

Одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения являются вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Каждая такая лампа, кроме стекла и алюминия, содержит около 60 мг ртути. Поэтому отслужившие свой срок люминесцентные лампы, а также другие приборы, содержащие ртуть, представляют собой опасный источник токсичных веществ [15].

Утилизация ламп предполагает передачу использованных ламп предприятиям – переработчикам, которые с помощью специального оборудования перерабатывают вредные лампы в безвредное сырье – сорбент,

которое в последующем используют в качестве материала для производства, например тротуарной плитки.

Под хранением отходов понимается временное размещение их в специально отведенных для этого местах или объектах до их утилизации [11]. Отработанные люминесцентные лампы, согласно Классификатору отходов ДК 005-96, утвержденному приказом Госстандарта № 89 от 29.02.96 г., относятся к отходам, которые сортируются и собираются отдельно, поэтому утилизация люминесцентных ламп и их хранение должны отвечать определенным требованиям.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1 Пожарная безопасность

Компьютерный класс по пожарной безопасности относится к категории В, в нём находятся горючие материалы и вещества в холодном состоянии [9]. По степени огнестойкости данное помещение относится к 3-й степени огнестойкости [10]. Возможные причины пожара: перегрузка в электросети, короткое замыкание, разрушение изоляции проводников.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения:

- огнетушащие вещества (вода, песок, земля);
- огнетушащие материалы (грубошерстные куски материи – кошмы, асбестовые полотна, металлические сетки с малыми ячейками ит. п.);
- немеханизированный ручной пожарный инструмент (багры, крюки, ломы, лопаты и т. п.);
- пожарный инвентарь (бочки и чаны с водой, пожарные ведра, ящики и песочницы с песком);
- пожарные краны на внутреннем водопроводе противопожарного водоснабжения в сборе с пожарным стволом и пожарным рукавом;
- огнетушители [10].

Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации (рис. 2), порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

Углекислотные огнетушители ОУ-3, ОУ-5 предназначены для тушения загораний веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха, загораний электроустановок, находящихся под напряжением не более 1000В, жидких и газообразных веществ (класс В, С).

Огнетушители не предназначены для тушения загорания веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий, калий), такими огнетушителями нельзя тушить дерево.

На рисунке 10 представлен план эвакуации при пожаре и других ЧС.



Рисунок 10 – План эвакуации людей при пожаре и других ЧС (первый этаж)

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Предъявляемые требования к расположению и компоновке рабочего места:

«Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах (680÷ 800) мм, при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм [2].

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПК, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм [2].

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм [2].

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах (400÷ 550) мм и углам наклона вперед до 15 град, и назад до 5 град.;
- высоту опорной поверхности спинки (300±20) мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости –400 мм;

- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах ± 30 градусов;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах (260 \div 400) мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250мм и шириной –(50 \div 70) мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах(230 \pm 30) мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах (350 \div 500) мм [2].

Рабочее место пользователя ПК следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм [2].

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии (100 \div 300) мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы [2].

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии (600 \div 700 мм), но не ближе 500 мм [2].

Рекомендуется работать в помещении, где окна выходят на север или северо-восток. Местное освещение не должно создавать блики на поверхности экрана дисплея. Недопустим яркий не рассеянный верхний свет (с потолка). Сдерживать поток избыточного света от окон следует с помощью жалюзи (или тканевых штор); чистота обязательна при работе за компьютером. Влажную уборку помещения следует проводить ежедневно. Недопустима запыленность воздуха, пола, рабочей поверхности стола и техники. Помещение должно быть оборудовано системами вентиляции, кондиционирования и отопления. Запрещается работа на компьютере и за паяльной станцией в подвальных помещениях.

Заключение

В результате выполненной работы был разработан учебный стенд «Программно-аппаратный комплекс управления тепловым объектом». В ходе выпускной квалификационной работы были разработаны структурная и функциональная схемы автоматизации, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Системы автоматизации учебного стенда были спроектированы на базе полевых устройств фирмы ОВЕН, промышленных контроллеров ОВЕН и программного SCADA-пакета SIMATIC WinCC. 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 был разработан алгоритм управления насосами и клапанами. Для разработанного алгоритма было написано программное обеспечение для ПЛК на языке FBD. Для поддержания температуры жидкости в резервуаре был разработан алгоритм автоматического регулирования температуры (разработан ПИД-регулятор). В заключительной части ВКР спроектирована мнемосхема учебного стенда.

Таким образом, 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. Кроме того, SCADA-пакет, который используется на всех уровнях автоматизации, позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем.

Список публикаций

1. МСИТ-2015. «Система автоматического управления насосом для поддержания уровня воды в емкости». Сборник трудов конференции: http://portal.tpu.ru/f_ic/files/science/activities/msit/msit2015_tom1.pdf
2. VIII Фестиваль Microsoft в ТПУ – 2016. «Программно-аппаратный комплекс управления температурой теплового объекта». Сборник трудов конференции – в печати
3. Young engineers summit 2016. Development of training stand "software and hardware complex of management of thermal object". Сборник трудов конференции – в печати.

Список используемых источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Вайншток С.М., Васильев Г.Г., Коробков Г.Е., Коршак А.А., и др., Трубопроводный Транспорт нефти. Часть1 М.: ООО Недра-Бизнесцентр , 2002. - 407 с.
3. Блантер С.Г. «Электрооборудование нефтяной и газовой промышленности»—Издательство: Недра; 1980. —478 с.
4. Гумеров А.Г., Диагностика оборудования нефтеперекачивающих станций,—2003. УДК: 622.69. —350 с.
5. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 464 с.
6. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. — 247 с.
7. ГОСТ <http://www1.lib.tpu.ru:8888/law?doc&nd=9055766&nh=1&c=%C3%CE%D1%D2+21.404&spack=111barod%3Dx%5C112;y%5C18%26intelsearch%3D%C3%CE%D1%D2+21.404%26listid%3D01000000200%26listpos%3D4%26lsz%3D7%26w13%3Don%26whereselect%3D13%26> - C1#C121.408-2013
Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 2013.— 44с.
8. ANSI/ISA-5.1-2009, Instrumentation Symbols and Identification, -ISBN: 978-1-936007-29-5
9. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]/ режим доступа: <http://wikipedia.org>
10. Контроллеры Schneider Electric [Электронный ресурс]/ режим доступа: http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=1590477&p_File_Name=3501267601RU.pdf

11. Российский государственный университет нефти и газа [Электронный ресурс]/ режим доступа: <http://pipeline.gubkin.ru/oil/nps.html>
12. Программный ПИД-регулятор ОВЕН [Электронный ресурс]/ режим доступа:http://www.owen.ru/catalog/programmij_pid_regulyator_oven_trm251/opisanie
13. Программируемое реле ОВЕН ПР114 [Электронный ресурс]/ режим доступа:http://www.owen.ru/catalog/programmiruемое_rele_pr114/opisaniehttp://ovenspb.ru/termsoprotivlenie_oven_dts224
14. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
15. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
16. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
17. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
18. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
19. СанПиН П2.04.03-95 Нормы проектирования. Канализация. Наружные сети и сооружения
20. Охрана окружающей среды/Под ред. С.В.Белова. – М.: Высшая школа, 1991
21. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.
22. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
23. Технический регламент «о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]: Единая справочная служба Консорциума «Кодекс». –

Режим доступа: свободный. Ссылка доступа:

<http://ezproxy.ha.tpu.ru:2065/docs/>

24. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. Под ред. Э.А. Арустамова / 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во «Дашков и К°», 2006. — 476 с.

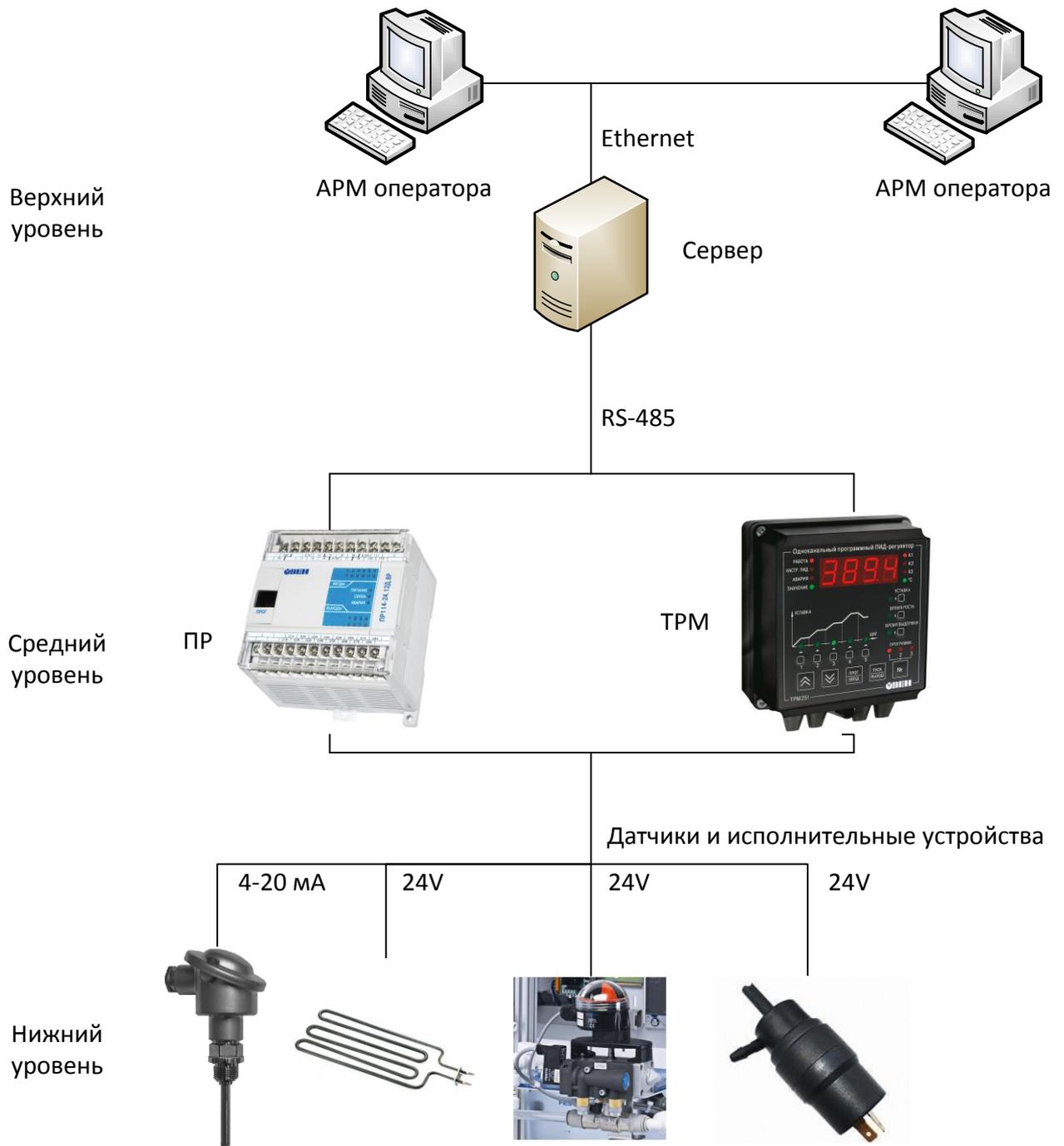
25. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»

26. Назаренко, Ольга Брониславовна. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / О. Б. Назаренко, Ю. А. Амелькович; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 3-е изд., перераб. и доп. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 177 с.

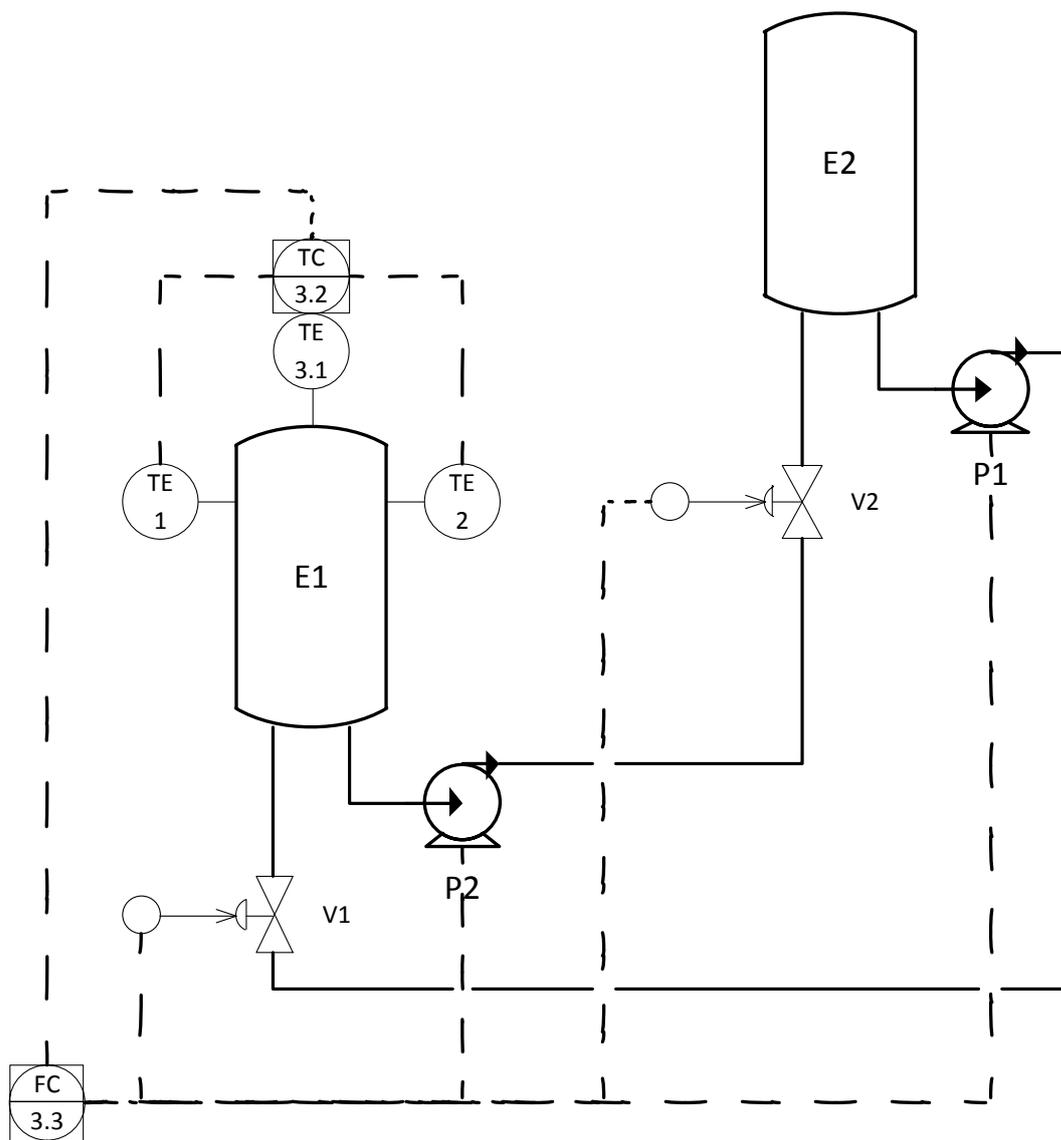
27. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»

28. ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения»

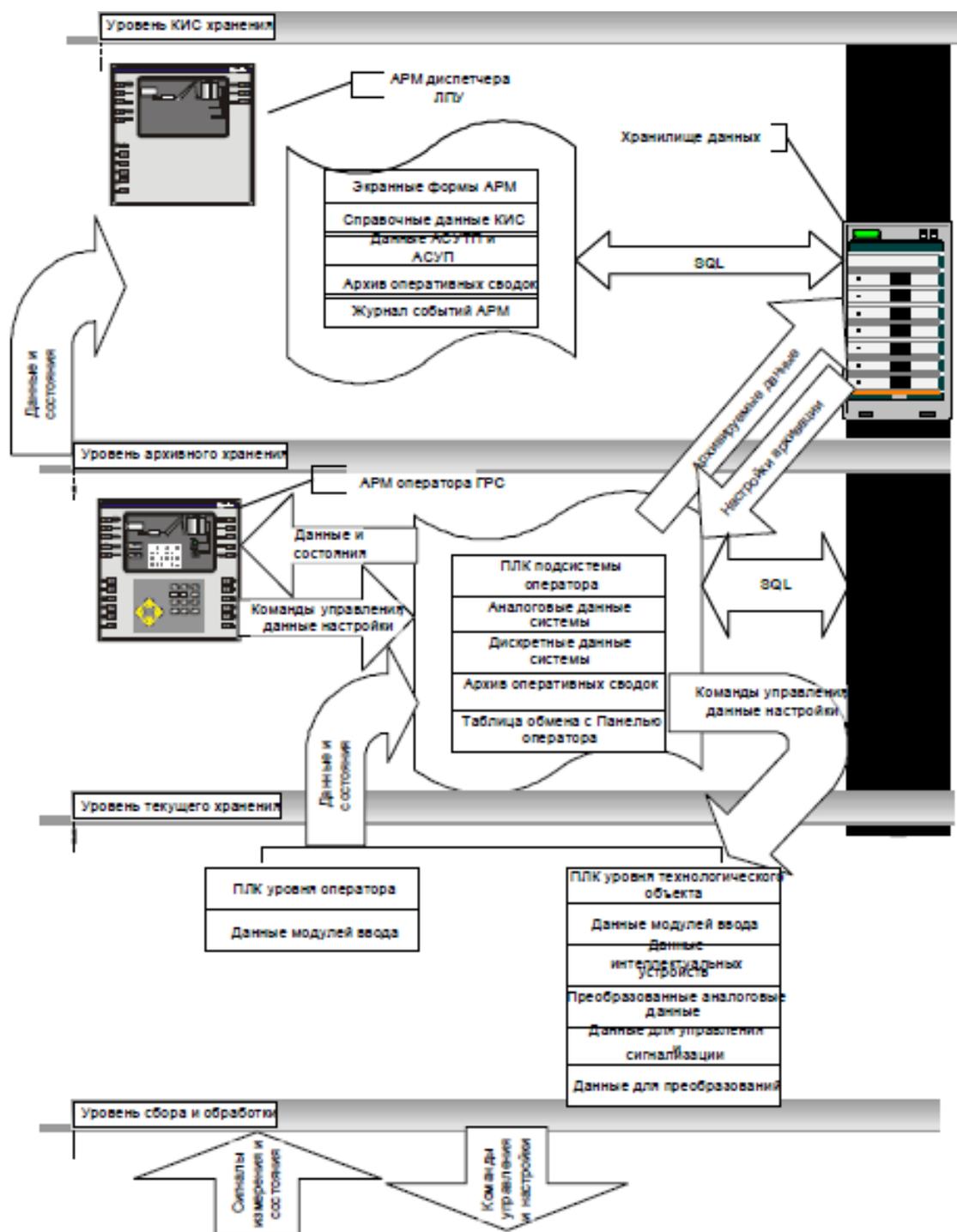
Приложение А



Приложение В



Приложение Г



Приложение Д

Наименование	Температура			Расход			
	1 резервуар	1 резервуар	1 резервуар	Клапан 1 насоса	Насос 1 резервуара	Клапан 2 насоса	Насос 2 резервуара
Место установки	1 резервуар	1 резервуар	1 резервуар	Клапан 1 насоса	Насос 1 резервуара	Клапан 2 насоса	Насос 2 резервуара
Тип устройства	ДТПК 025	ДТС 015	MD15 44ZD3	SC O262	ЕИГА 062431	SC O262	ЕИГА 062431
Позиция	1	2	3	4	5	6	7

