

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

Институт электронного обучения
Специальность Информационно-измерительная техника и технологии
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Разработка системы мониторинга и управления микроклиматом на птицеводческом предприятии

- УДК 658,5,011,56

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Алейников Сергей Михайлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Федоров Е.М.	К.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	Кандидат		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

По разделу «Конструкторская часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Степанов А.Б.			

По разделу «Расчет надежности»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Степанов А.Б.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Физических методов и приборов контроля качества	Суржиков Анатолий Петрович	профессор, доктор физ.- мат. наук		

Томск – 2016 г.

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

Институт электронного обучения

Специальность информационно-измерительная техника и технологии

Кафедра физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1401	Алейников Сергей Михайлович

Тема работы:

Разработка системы мониторинга и управления микроклиматом на птицеводческом предприятии

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Система мониторинга и управления микроклиматом на птицеводческом предприятии; режим работы- непрерывный; требования к процессу- строгое выполнение алгоритма; особые требования к безопасности эксплуатации- специализированный обученный персонал; влияние на окружающую среду- минимальное; экономический эффект- высокий.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Анализ методов измерения-температуры, влажности, CO₂, освещенности, давления-разряджения. Выбор элементов системы, определение оптимального расположения.</p>
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Схема расположения датчиков и исполнительных устройств, • схема подключения, • щит распределительный.
--	---

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
---	--

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Петухов О.Н.
«Социальная ответственность»	Кырмакова О.С
«Конструкторская часть»	Степанов А.Б.
«Расчет надежности»	Степанов А.Б.

<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Федоров Е.М.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Алейников С.М.		

Оглавление

Введение	3
Определения, обозначения и сокращения.....	5
1 Описание объекта контроля	6
1.1 Система контроля микроклимата, применяемая в ООО «Межениновская птицефабрика».....	6
2 Физическая реализация систем контроля микроклимата.....	8
2.1 Физические величины, измеряемые системой контроля микроклимата .	8
2.2 Методы измерения температуры	8
2.3 Методы измерения влажности	9
2.4 Методы измерения углекислого газа.....	12
2.5 Методы измерения давления-разряжения.....	13
2.6 Методы измерения освещённости	15
3. Разработка структуры системы	17
3.1 Компьютерно-измерительные системы	17
3.2 Описание структурной схемы системы контроля параметров микроклимата.....	18
4. Выбор элементов системы.....	21
4.1 Выбор промышленного контроллера	21
4.2 Выбор датчиков	23
4.3 Особенности эксплуатации датчиков.....	26
4.4 Выбор группы реле.....	27
4.5 Выбор частотных регуляторов	29
4.6 Выбор исполнительных устройств	30
5 Конструкторская часть.....	34
5.1 Определение количества и местоположения датчиков	34
5.2 Разработка схемы электрических соединений	35
6 Разработка алгоритма работы	36
7 Анализ и расчет погрешностей	37
7.1 Погрешность измерения температуры	37
7.2 Погрешность измерения влажности	40

8	Расчет надежности.....	44
9	Социальная ответственность	49
9.1	Производственная безопасность	49
	Промышленная санитария:	49
	Электромагнитное излучение:	52
	Электробезопасность:	52
9.2	Экологическая безопасность	54
9.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	55
9.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	57
10	Организационно – экономическая часть	61
10.1	Организация и планирование работы.....	61
10.2	Определение трудоемкости выполнения НИР	62
10.3	Расчет себестоимости НИР.....	65
10.4	Оценка экономического эффекта.....	71
	Заключение.....	73
	Список литературы.....	74
	Приложение А.....	75
	Приложение Б.	77
	Приложение В.....	79
	Приложение Г.	80
	Приложение Д.....	81

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 74 страницы, 24 рисунка, 11 таблиц, 15 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: температура, влажность, микроклимат, управление.

Цель работы разработка системы управления параметрами микроклимата.

Эффективность проведенного исследования заключается в подробном рассмотрении систем измерения .

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, а так же с помощью программ и приложений:

P-CAD 2001, AutoCAD 2006, Paint.

Введение

В данный момент существует много видов разработанного оборудования для выращивания цыплят бройлеров, в основном это зарубежные производители, но есть и отечественные аналоги. Всех этих производителей объединяет одно, оборудование которое они предоставляют, имеет лишь одну цель это получить как можно больше продукта с квадратного метра технологического помещения, однако из за этого страдает качество продукции и получать большой процент качественной высокосортной продукции (например охлажденных продуктов) очень сложно. Кроме того сильно страдает и себестоимость продукции. Причина достаточно проста, оборудование для выращивания цыплят бройлеров клеточное многоярусное и соответственно выращивается одновременно большое количество поголовья что приводит к большим энергопотерям и снижению качества.

Наиболее качественную продукцию получают при выращивании цыплят бройлеров на птичниках с напольным содержанием, но там множество проблем таких как точность измерений и ручное управление вентиляцией, как следствие много «падежа» и понижение «индекса продуктивности». Автоматизировать такие «птичники» предприятия не спешат, так как пострадает качество или из-за увеличения объемов могут возникнуть проблемы с реализацией.

Целью данной работы является разработка системы управления параметрами микроклимата для выращивания цыплят бройлеров в птичниках с напольным содержанием. Практическое значение данной системы состоит в том чтобы автоматизировать действующие «птичники напольного содержания» для получения наивысшего «индекса продуктивности» и уменьшения себестоимости продукции.

Разрабатываемая система управления параметрами микроклимата должна:

1. измерять температуру различных точках, влажность, углекислый газ, давление-разряжения;
2. сравнивать измеренные значения температуры и влажности а также объём воздухообмена с табличными значениями технологических параметров, которые необходимо поддерживать на определенном возрасте выращивания цыплят бройлеров;
3. система должна будет иметь связь с ПК для сбора и хранения данных.

Определения, обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Птичник: технологическое помещение, предназначенное для выращивания цыплят бройлеров.

Подстилка: древесная стружка, которую рассыпают на пол технологического помещения на период выращивания цыплят бройлеров.

Индекс продуктивности: показатели за период выращивания, отображающие, насколько эффективно израсходованы ресурсы относительно прибыли.

Микроконтроллер: МК.

Персональный компьютер: ПК.

Углекислый газ: CO₂

1 Описание объекта контроля

1.1 Система контроля микроклимата, применяемая в ООО «Межениновская птицефабрика»

В 2010 году ООО «Межениновская птицефабрика» произвела переоборудование 5 птичников из напольного содержания в клеточное с автоматическим регулированием микроклимата.



Рисунок 1 Клеточное оборудование для выращивания цыплят бройлеров

Каждый «птичник» разделен на 2 зала каждый из которых контролируется 1 промышленным контроллером. Контроллер оснащен своей релейной группой для распределения управляющих сигналов, дисплеем и интерфейсами для программирования и передачи данных.



Рисунок 2 промышленный контроллер «Viper»

Для контроля температуры используется многозонная система с четырьмя датчиками, расположенными по периметру. Каждый датчик отвечает за свою зону и управляет двумя теплогенераторами, но при проблемах с недостатками тепла предусмотрена помощь соседних зон, которые включаются согласно заданной в контроллере схеме. При перегреве охлаждение осуществляется увеличением объема вентиляции.

Влажность контролируется одним датчиком, на основании показаний которого контроллер решает включать увлажнение или увеличивать объем вентиляции, в зависимости от установок.

Давление разряжения контролируется одним датчиком расположенным примерно в центре зала, регулировка осуществляется при помощи открытия заслонок и изменения частоты вращения электродвигателей вентиляции.

Уровень освещенности автоматически не регулируется, так же как уровень CO₂ который замеряется одним датчиком для информационного оповещения.

2 Физическая реализация систем контроля микроклимата

2.1 Физические величины, измеряемые системой контроля микроклимата

Система управления параметрами микроклимата - это система, предназначенная для измерения температуры, влажности, углекислого газа и поддержания их в заданных пределах.

Первичной задачей системы управления параметрами микроклимата является измерение температуры и влажности.

2.2 Методы измерения температуры

Несмотря на кажущуюся простоту определения температуры, как степени нагретости тела, ее физическая сущность весьма сложная: требуется статистический подход к определению температуры как физическому параметру, от которого зависит функция распределения по скоростям, энергии излучения по длинам волн и т.п. Метрологическая база измерения температур представляет собой набор температурных шкал и обеспечивается ГОСТами на первичные и специальные эталоны в диапазоне от 1,5 до 15000 К.

Хотя человек может осязать температуру и даже различать ее в определенном диапазоне, методов прямого измерения температур нет, все они связаны с изменением каких-либо других физических величин: размеров, давлений, сопротивлений, скорости звука, излучения, степени ионизации, термо-ЭДС, мощности тепловых шумов, излучения слабых потоков нейтральных атомных частиц из плазмы и т.д.

Методами измерения температур в области сверхнизких и низких значений являются термошумовой, терморезистивный (рисунок 3), ядерного резонанса, электроакустический и др., в области средних (область в которой будем производить измерения) и высоких значений являются термоэлектрический, терморезистивный, радиационный, яркостной,

цветовой и сверхвысоких значений являются оптический, спектральный, рентгеновский и др.



Рисунок 3 Датчик для измерения температуры

2.3 Методы измерения влажности

Не будет преувеличением сказать, что гигрометрия является одной из самых "древних" и распространенных задач физико-химических измерений. За более чем пять веков развития средств измерения относительной влажности (первый гигрометр из шерсти изобрел Н. Кузанский в 1440 году) были созданы приборы на основе десятков физических принципов. Огромное количество методов измерения влажности, условий анализа, специфичность измеряемого параметра выделяют гигрометрию среди других направлений газового анализа.

Измерители влажности по методам измерений принято делить на прямые и косвенные. В измерителях влажности использующих прямые методы производится непосредственное разделение материала на сухое вещество и влагу. В измерителях влажности использующих косвенные методы измеряется величина, функционально связанная с влажностью материала. Косвенные методы требуют предварительной градуировки с целью установления зависимости между влажностью материала и измеряемой величиной.

Относительную влажность воздуха φ - отношение парциального давления водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного пара при той же температуре, выраженной в процентах: $\varphi = p/p_0 \cdot 100\%$, как правило измеряют с помощью косвенных методов.

Наиболее часто относительную влажность воздуха измеряют с гигрометров и психрометров.

Гигрометрические способы измерения основаны на изменении длины гигроскопических нитей, в частности, волос или синтетических нитей. Несмотря на то, что такие гигрометры являются хорошим решением в ценовом плане, их использование ограничено измерительным классом. Точность таких измерений составляет около $\pm 5\%$ относительной влажности.

Психрометры значительно более точны, чем гигрометрические способы измерений. Они измеряют уровень влажности благодаря физическому эффекту охлаждения при процессах испарения. При данном способе измерений один термометр считывает температуру окружающего воздуха, а другой т.н. температуру влажного термометра. Для этого термометр должен быть увлажнен хлопковой тканью и обдуваться воздухом со скоростью от 2 до 3 м/с. Происходящее испарение охлаждает термометр и при наступлении состояния равновесия, влажность может быть подсчитана по показаниям сухого и влажного термометра. Степень точности 1% относительной влажности может быть достигнута при использовании точных термометров и при условии аккуратного обслуживания оборудования.

Рассмотренные гигрометрические и психометрические методы измерения влажности являются не электрическими методами, что же касается электрических методов, то наиболее распространёнными измерителями влажности, реализующими косвенные методы в области электрических измерений, являются кондуктометрические и диэлькометрические (или ёмкостные). Основой данных методов измерения

влажности является зависимость от влажности параметров, характеризующих поведение влажных материалов в электрических полях.



Рисунок 4 Датчик для измерения влажности

Так, кондуктометрические измерители влажности основаны на измерении электрической проводимости материала. Влагосодержащие материалы, являясь в сухом виде диэлектриками, в результате увлажнения становятся проводящими. Удельное сопротивление влажных материалов изменяется в зависимости от содержания влаги в чрезвычайно широком диапазоне, охватывающем 9-12 порядков. Такой широкий диапазон может негативно сказываться на точности данных измерителей, особенно сложно кондуктометрическими измерителями влажности контролировать малые значения влажности, когда электрическое сопротивление очень велико и мешающие факторы вносят в него большую погрешность.

Принцип работы диэлькометрических измерителей влажности основан на зависимости диэлектрической проницаемости материала от его влажности (т.к. диэлектрическая проницаемость воды во много раз выше, чем у большинства материалов, способных поглощать влагу, то диэлектрическая проницаемость влажного материала дает достоверную информацию об его влажности). По этому методу измеряют ёмкость датчика(рисунок 4). Измеряемая ёмкость является функцией диэлектрической проницаемости, и, соответственно, влажности контролируемой среды. К достоинствам диэлькометрических измерителей влажности следует отнести контроль влажности в широком диапазоне с высокой точностью, оперативность измерений. К недостаткам -

невозможность с высокой точностью контролировать влажность менее 1...0,5%, но, при измерении влажности воздуха такой необходимости нет.

2.4 Методы измерения углекислого газа

Инфракрасный оптический анализ (Инфракрасная капнометрия). Это в настоящее время самый распространенный метод анализа концентрации углекислого газа в выдыхаемом воздухе. Широкое распространение он получил после разработки сверхминиатюрных датчиков. Достоинства: высокая точность измерения самого датчика, низкое энергопотребление, миниатюрность, простота использования.

Принцип измерения основан на поглощении несимметричными молекулами газа инфракрасного излучения определенной длины волны. Амплитуда прошедшего через газ сигнала обратно пропорциональна концентрации. В качестве источников инфраизлучения используются либо светодиоды, либо твердотельные лазеры.



Рисунок 5 Датчик для измерения CO₂

Масс-спектрометрия: это метод анализа состава газовой смеси. Проба исследуемого вещества подается в вакуумную камеру через входное отверстие. Сразу за входным отверстием поступающий газ ионизируется пучком электронов, идущих с анода ионизатора. Далее ионизированный газ проходит через мощное постоянное магнитное поле, которое отклоняет траектории движения ионизированных частиц газа. Ионы с более высоким отношением массы к заряду отклоняются на меньший угол вследствие своей большей инертности при одинаковой величине воздействия. В итоге газ

разделяется на потоки по критерию величины отношения массы к заряду, то есть по химическому составу. Величины этих потоков регистрируются на коллекторах ионов на приемной поверхности вакуумной камеры. По показаниям счетчиков определяют процентное соотношение того или иного компонента.

2.5 Методы измерения давления-разряжения

В стандарте ИСО 14644-3:2005 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 3. Методы измерений», выдержки из которого приведены выше, описаны не только общие принципы проведения измерений, но и основные существующие типы приборов для измерения перепада давления. Простейшие из них – наклонные манометры. Действие наклонного манометра основано на том, что из-за перепада давления на двух входах манометра жидкость смещается вверх или вниз по наклонной трубке. Трубка должна быть именно наклонной, чтобы обеспечить измерение очень маленьких значений дифференциального давления, ведь обычно перепад давления между смежными чистыми помещениями составляет величину около 10 Па (10 Па = 1,02 мм вод. ст.). Как правило, для измерения перепадов давления между помещениями используют манометры, способные регистрировать величину разности давлений в диапазоне 0 – 60 Па.

При выборе наклонного манометра следует обратить внимание на то, что стандарт ИСО 14644-3 не требует от такого типа приборов большой точности. Она должна быть не хуже 3% (многие предлагаемые на рынке приборы имеют на порядок большую точность – но и существенно большую стоимость). Наклонные манометры дешевы, достаточно наглядны, но требуют периодического обслуживания (долив и смена жидкости, коррекция нуля и др.) и их показания нельзя перевести в электронный сигнал. Возможно, именно по этим причинам наибольшее распространение в технике чистых производственных помещений получили механические

дифференциальные манометры. Электронные приборы для измерения перепада давления могут предлагаться как в виде отдельных показывающих и записывающих приборов, так и в виде датчиков. Датчики передают сигнал, пропорциональный перепаду давления, в систему обработки информации (контроллер или компьютер).



Рисунок 6 Датчик для измерения давления разрежения.

В этом случае результаты измерений отображаются только на рабочем месте оператора. Впрочем, некоторые датчики снабжаются цифровым дисплеем, что позволяет контролировать величину перепада давления и непосредственно в месте установки датчика. Датчики перепада давления производятся многими фирмами. В качестве примера можно привести семейство датчиков дифференциального давления компании Setra (США). Модели 264, 265, 267 и 269 выпускаются в нескольких модификациях, отличающихся верхней границей измеряемого перепада давления – от 25 Па до 25 кПа. Некоторые модели датчиков снабжены дисплеем, могут работать в нескольких диапазонах, имеют высокое разрешение – другими словами, приближаются по своим характеристикам к автономным электронным приборам.

2.6 Методы измерения освещённости

Освещённость - физическая величина, численно равная световому потоку, падающему на единицу поверхности:

$$E = \frac{d\hat{O}}{d\sigma}$$

Единицей измерения освещенности в системе СИ служит люкс (1 люкс = 1 люмену на квадратный метр), в СГС - фот (один фот равен 10000 люксов).

В отличие от освещённости, выражение количества света, отражённого поверхностью, называется яркостью.

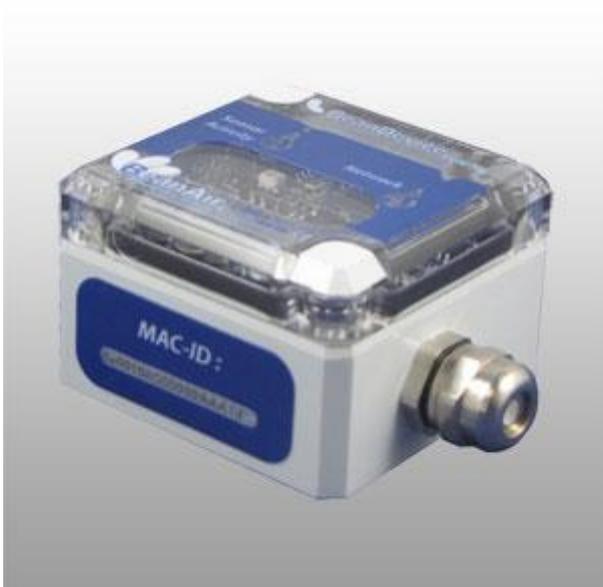


Рисунок 7 Датчик для измерения освещенности.

Освещённость прямо пропорциональна силе света источника света. При удалении его от освещаемой поверхности её освещённость уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния.

Когда лучи света падают наклонно к освещаемой поверхности, освещённость уменьшается пропорционально косинусу угла падения лучей.

Освещенность E от точечного источника находят по формуле:

$$E = \frac{I}{r^2} \times \cos i$$

Где I - сила света в канделах; r - расстояние до источника света; $\cos i$ - угол падения лучей света относительно нормали к поверхности.

Освещённость в фототехнике определяют с помощью экспонометров и экспозиметров, в фотометрии - с помощью люксометров.

3. Разработка структуры системы

3.1 Компьютерно-измерительные системы

В настоящее время сформировалось новое направление в метрологии и электроизмерительной технике - компьютерно-измерительные системы и их разновидность или направление развития – виртуальные (виртуальные - кажущиеся) измерительные приборы (проще, виртуальные приборы). Компьютерно – измерительная система обязательно включает в себя компьютер, работающий в режиме реального масштаба времени.

В последние годы персональные компьютеры используются не только как вычислительные средства, но и как универсальные измерительные приборы. Компьютерно-измерительные системы на основе персонального компьютера сегодня заменяют стандартные измерительные приборы (вольтметры, осциллографы, анализаторы спектра, генераторы и пр.) системой виртуальных приборов. Причем ряд этих приборов может быть активизирован (воспроизведен) на одном персональном компьютере одновременно.

К отличительным особенностям и преимуществам компьютерно-измерительных систем по сравнению с микропроцессорными приборами относятся:

- обширный фонд стандартных прикладных компьютерных программ, доступных для оператора, позволяющий решать широкий круг прикладных задач измерений (исследование и обработка сигналов, сбор данных с датчиков, управление различными промышленными установками и т.д.);
- возможность оперативной передачи данных исследований по локальным и глобальным (например, сети Internet) компьютерным сетям;
- высокоразвитый графический интерфейс пользователя, обеспечивающий быстрое освоение взаимодействия с системой;

- возможность использования внутренней и внешней памяти большой емкости;
- возможность составления компьютерных программ для решения конкретных измерительных задач;

3.2 Описание структурной схемы системы контроля параметров микроклимата

Источниками входных сигналов системы будут являться датчики температуры, датчик давления и датчик влажности. Основным и определяющим параметром датчика является наличие аналогового выхода, сигнал с которых должен поступать на вход платы ввода-вывода или как ее еще называют платы сбора данных. Структурная схема платы сбора данных показана на рисунке 8 .

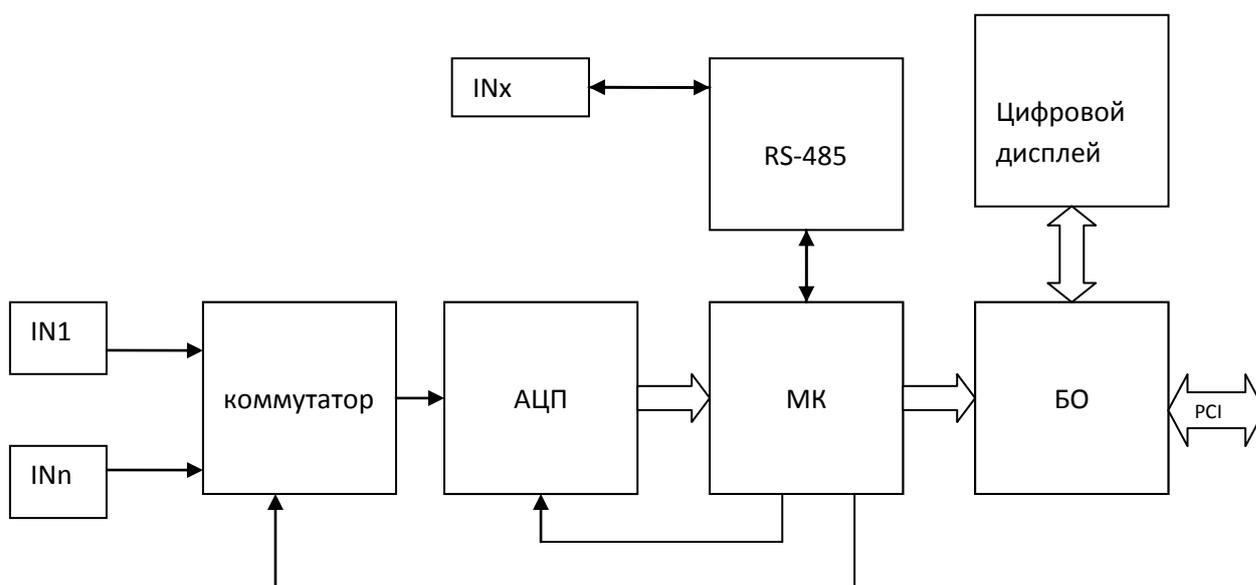


Рисунок 8 Структурная схема платы сбора данных

Сигнал с датчиков IN1-INn через коммутатор, работой которого управляет микроконтроллер(МК) подается на вход аналого-цифрового преобразователя(АЦП), работой которого также управляет

управляемое устройство для выравнивания параметров. Пороги - это верхняя и нижняя границы контролируемых величин, при выходе за которые система выдаст управляющий сигнал. Уровень верхнего порога установим ниже, а уровень нижнего порога выше, чем соответствующие уровни допустимых значений контролируемых параметров. Задание порогов необходимо для того, чтобы не допускать выхода контролируемых параметров за допустимые границы (см. рис.10).



т.А, т.В - точки включения устройств управлени параметрами микроклимата.
 т.Б, т.Г - точки выключения устройств управлени параметрами микроклимата.

Рисунок 10 Пояснение работы системы с заданными порогоми

Управляющий сигнал будем подавать на группу реле. С помощью реле произойдет коммутация устройства или нескольких устройств управления микроклиматом. В качестве устройств управления параметрами микроклимата будут выступать: обогреватели, увлажнитель, электродвигатели, частотные регуляторы.

4. Выбор элементов системы

4.1 Выбор промышленного контроллера

В качестве промышленного контроллера выберем контроллер DOL-339T.

Данный микроконтроллер обладает сравнительно небольшими характеристиками скорости и производительности, но этого достаточно для поставленной задачи. Микроконтроллер DOL-339T оснащен всей необходимой периферией для сбора, обработки информации и выработки управляющих сигналов для исполнительных устройств.



Рисунок 11а. Промышленный микроконтроллер DOL-339T

Для опроса датчиков и выдачи управляющих сигналов в микроконтроллере установлена плата сбора данных, которая может опрашивать до 12 датчиков с разными сигналами и управлять 8 исполнительными устройствами. Если исполнительных устройств или датчиков больше, то предусмотрена дополнительная плата.



Рисунок 11 б. Плата сбора данных

Для полноценной работы в DOL-339T установлен блок питания, который преобразует 230В или 110В в 24В 15В и 10В. Также в комплектацию входит сетевая плата для возможности передачи данных на ПК и ЖК-дисплей для отображения информации.

В DOL-339T установлен микроконтроллер ST10R167-Q3, который обладает следующими техническими характеристиками:

Процессор	ST10
Скорость	25MHz
Подключения	CAN, EBI/EMI, SSC, UART/USART
Периферия	POR, PWM, WDT
Число вводов/выводов	111
Тип программируемой памяти	ROMless
Размер памяти	4К x 8
Преобразователи данных	A/D 16x10b
Тип осциллятора	Internal
Рабочая температура	-40°C ~ 125°C

4.2 Выбор датчиков

В качестве датчиков температуры используем датчик марки «DOL12» фирмы «SKOV». Данный датчик имеет класс защиты «IP67» что идеально подходит под заданные условия эксплуатации.



Рисунок 12 Датчик температуры DOL 12

Датчик обладает следующими техническими характеристиками:

Диапазон измерения: $-10^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$

Точность: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

Постоянная времени: 2 мин.

Напряжение питания: 10 В

Температура окружающей среды, эксплуатация: $-10^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$

Температура окружающей среды, хранения: $-30^{\circ}\text{C} \dots +75^{\circ}\text{C}$

Класс защиты, электроника: IP67

Длина: 75мм

Диаметр: 14мм

Кабель двухжильный: 1,4 м, $\varnothing 5\text{mm}$

Датчик влажности используем «DOL 114» фирмы «SKOV»(рисунок 13), который подходит под условия эксплуатации.



Рисунок 13 Датчик влажности DOL 114

Датчик обладает следующими техническими характеристиками:

Диапазон измерений 0 - 100% RH

Точность 1 0-10В 2% RH (40-85%) 3% относительной влажности (10-95%)
при 0-40 ° C

Выходной сигнал 0-10В 0.1V /% RH

Постоянная времени: 2 мин.

Напряжение питания: 11 - 30В DC

Ток питания: 20 мА при отсутствии нагрузки

70мА при макс. нагрузка

Нагрузка: > 500 Ω - <10 МОм

Рекомендуется: ≥ нагрузки 100 кОм

Выход полного сопротивления: <1Ω

Температура, эксплуатации и хранения: - 40 ° C - 60 ° C

Классификация IP: IP 67

Кабель: 2 м. 4 x 22AWG / 0,34 мм²

Датчик углекислого газа (CO₂) используем ИГС-98(рисунок 14). Данный датчик имеет следующие технические характеристики:

Температурный диапазон: от -40 градусов до +55 градусов

Внешние габариты: 120x110x55 мм.

Диапазон измерения: 0-10% или на заказ.

Выходной сигнал: 4-20мА.

Пыле - влагозащита: IP65.



Рисунок 14 Датчик углекислого газа

Датчик давления разрежения используем датчик давления-984М.523(рисунок 15). Данный датчик имеет следующие технические характеристики:

Диапазон измерений: 0 ... 100 Па

Тепловая ошибка: $\leq \pm 5\%$ макс. зн.

Класс защиты: IP 54

Выходной сигнал: 0 ... 10 V или 4 ... 20 mA

Питание: 24 Vac/Vdc

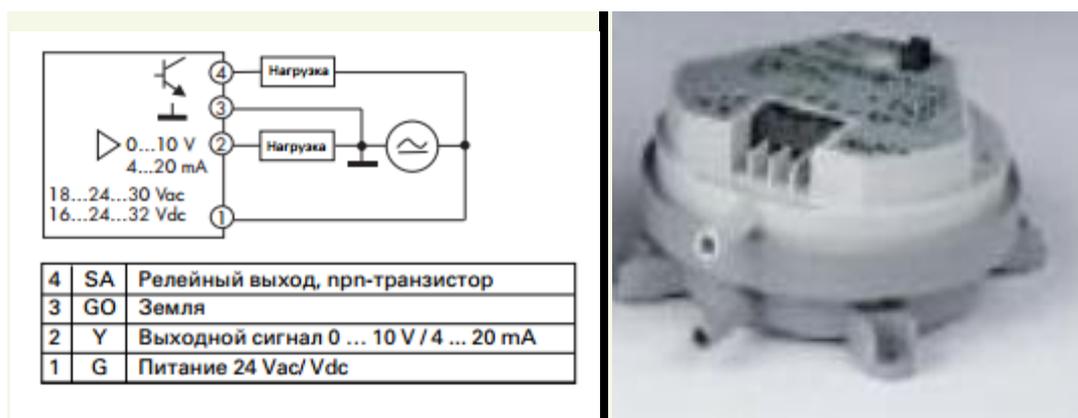


Рисунок 15 Схема подключения и внешний вид датчика давления

Датчик освещенности используем SL0302(рисунок 16). Данный датчик подходит под заданные условия эксплуатации.



Рисунок 16 Датчик освещенности SL0302

SL0302 обладает следующими техническими характеристиками:

Степень защиты: IP 65

Питание: 24 V

Погрешность: +/- 5%

Сопротивление нагрузки: >50кОМ

Температурная зависимость: +/- 5%

Допустимая температура: от -20 до +70°C

Длина волны при макс. Чувст.: 600 nm

4.3 Особенности эксплуатации датчиков

Датчики температуры имеют класс защиты «IP 67» следовательно защищены от агрессивных сред и механических воздействий, работают в диапазоне температур от -30 до +75, устанавливаются через пайку и не требуют демонтажа на период дезинфекции и мойки помещения. Датчик влажности также имеет класс защиты «IP 67», устанавливается через герметичное соединение которое требует периодической проверки и обслуживания согласно графику технического обслуживания. Также он имеет два аналоговых выхода с очень низким выходом сопротивления и полная защита от коротких замыканий. Специальный чувствительный элемент и встроенный фильтр позволяет применять в животноводческих

помещениях с постоянно высоким уровнем агрессивных сред. Датчик управляется микропроцессором и имеет двухцветный светодиод (LED) для передачи информации о состоянии работы.

Датчики CO₂ и освещенности имеют класс защиты «IP 65» что позволяет эксплуатировать их в течении партии, но из за особенностей их чувствительного элемента их необходимо демонтировать на период мойки и дезинфекции помещения. Вновь устанавливать эти датчики необходимо непосредственно в день «заселения» птичника.

Датчик давления также как и датчики температуры не требует демонтажа на периоды обработки и мойки помещения, его чувствительный элемент находится под защитой от соприкосновения с агрессивными средами и может круглогодично выполнять свои функции. Обслуживание трубок, контактов и герметичности производится согласно графику технического обслуживания.

4.4 Выбор группы реле

Для подключения устройств управления параметрами микроклимата используем панель релейной коммутации TBR8(рисунок 17), которая имеет следующие характеристики:

количество релейных контактов-8

коммутируемая нагрузка(переменное напряжение)- 10 А, 270 В, 50Гц

время срабатывания- 8 мс

время отпускания- 5 мс

требования по питанию- 5 В±5%, 20 мА

время наработки на отказ- 10000 ч

сигналы управления- ТТЛ, КМОП.

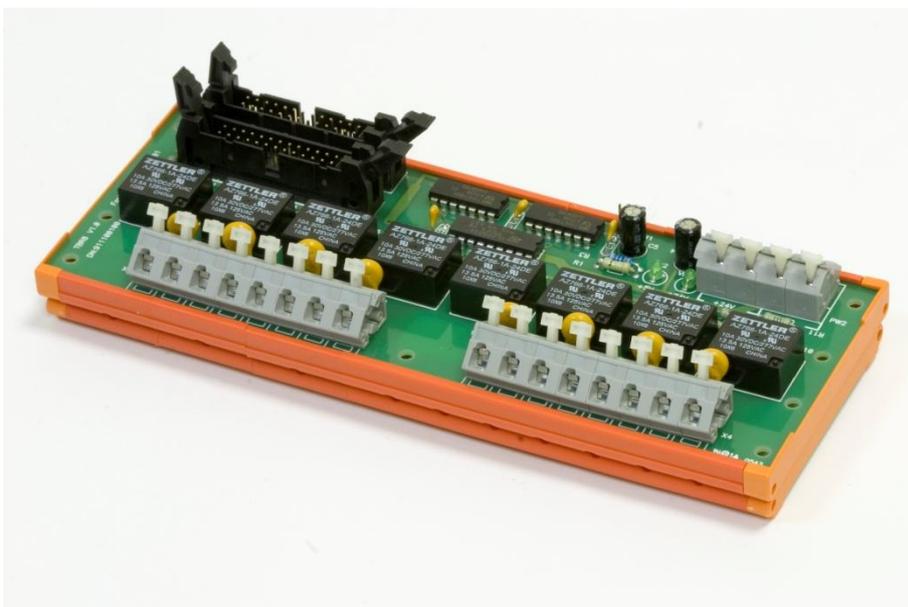


Рисунок 17 Релейная группа

Плата предназначена для коммутации силовых цепей переменного и постоянного тока с помощью электромагнитных реле. Плата предназначена для применения в составе устройств и функциональных блоков, выполненных на базе микроконтроллеров, процессорных и периферийных модулей фирм Octagon Systems. Плата имеет 8 нормально разомкнутых однополюсных (SPST) каналов, обеспечивающих возможность коммутации цепей при токе нагрузки до 10 А при 270 В переменного тока и/или 30 В постоянного тока. Управление каналами релейной коммутации осуществляется выходами портов дискретного ввода-вывода общего назначения, имеющими уровни ТТЛ или КМОП. При подключении платы к портам дискретного ввода-вывода, которые выполнены на базе микросхем, функционально совместимых с адаптерами параллельного интерфейса 82C55 (580BB55), 16 линий порта, которые не задействованы для управления каналами релейной коммутации, могут использоваться для работы с другими устройствами через дополнительный 26-контактный соединитель, входящий в состав платы.

4.5 Выбор частотных регуляторов

Для работы вытяжки и ее точного регулирования кроме управления процентом открытия заслонок необходимы частотные регуляторы на электродвигатели. В качестве частотных регуляторов используем «PKDM 25E»(рисунок 18), они имеют следующие технические характеристики:

Размеры: около 245 x 180 x 360 мм (ДхШхВ)

Источник питания: 208 ... 415 В переменного тока (3 фазы)

Допустимое отклонение напряжения: -10 ... + 6%

Частота: 50/60 Гц

Номинальный ток: 25 А

Максимальный предохранитель: 35 А

Источник питания (например, датчики): $24 \pm 20\%$

Питание: макс. 120 мА

Рассеиваемая мощность: 95 Вт

Степень защиты: IP20

Вес: около 7,2 кг



Рисунок 18 PKDM 25E внешний вид

Данный частотный регулятор может управлять несколькими электродвигателями что позволит разбить вытяжку на группы. Схема подключения приведена ниже.

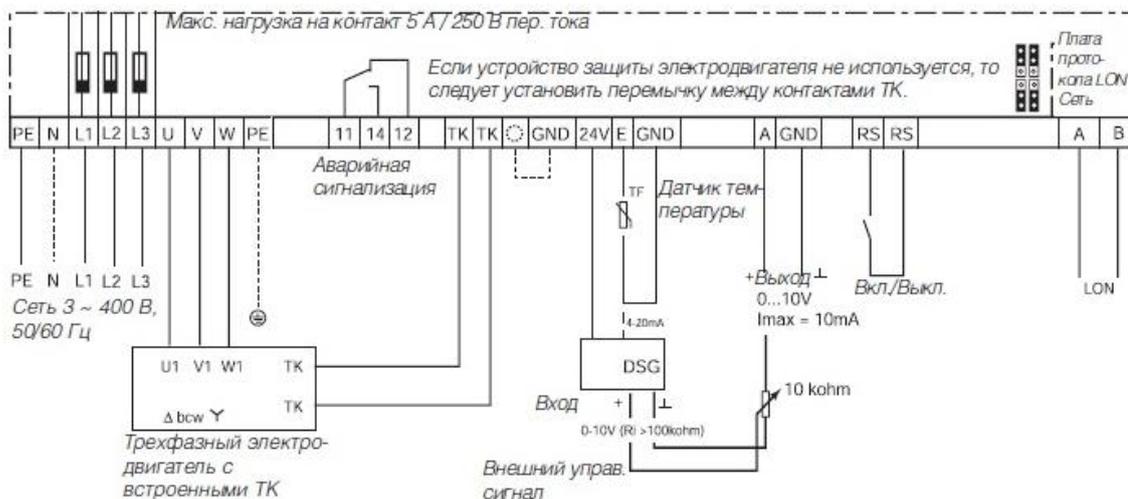


Рисунок 19 Схема подключения PKDM 25E

4.6 Выбор исполнительных устройств

В качестве исполнительных устройств для управления заслонками притока и вытяжки используем серводвигатели со встроенными потенциометрами для определения позиции заслонки. Серводвигатель DA 75 и DA 75A(рисунок 20) подходит под заданные условия эксплуатации, отличаются эти модели редукторами и способами крепления оборудования (заслонок).

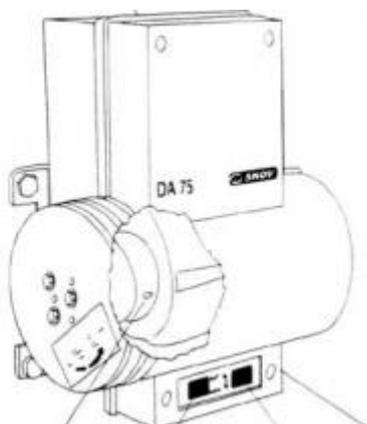


Рисунок 20 Серводвигатель DA 75

Данный серводвигатель имеет следующие технические характеристики:

Рабочее напряжение: 24В постоянного тока $\pm 15\%$

Потребляемая мощность: 1,6А

Макс. время непрерывной работы: 60 мин

Макс. крутящий момент: 75 Нм

Количество оборотов приводного шкива: 4

Длительность включения между двумя конечными точками: 4,8 5-7 мин

Минимальная длина троса и тяговое усилие: 116 см 1688Н

Размеры в упаковке: 415x315x175 мм

Класс защиты: IP 54

Сигнал управления аварийного открытия ON/OFF: 1 потенц. бесконтактный выключатель

Потенциометр: 10 Ом

В качестве исполнительного механизма для системы увлажнения выберем поршневой (плунжерный) насос высокого давления с электронным управлением VIRSTON FOG 60/2(рисунок 21). Данный насос создает высокое давление воды в системе трубок и через форсунки распыляет ее, такой тип увлажнения воздуха позволяет равномерно распределить влагу в помещении.

Данный насос имеет следующие технические характеристики:

- Рабочее давление: 60 Бар
- Электродвигатель: 1450 об/мин, 230 В - 50 Гц
- Рама: нержавеющей сталь
- Поршень: керамический (3 шт.)
- Голова: латунь
- Габариты: 50×20×30 см
- Масса: 18 кг



Рисунок 21 Поршневой (плунжерный) насос высокого давления с электронным управлением VIRSTON FOG 60/2

Для его полноценной работы необходимы соответствующие форсунки для распыления воды, для этого подходят форсунки модели 10/24UNC/2A. Конструкция и внешний вид приведены ниже.

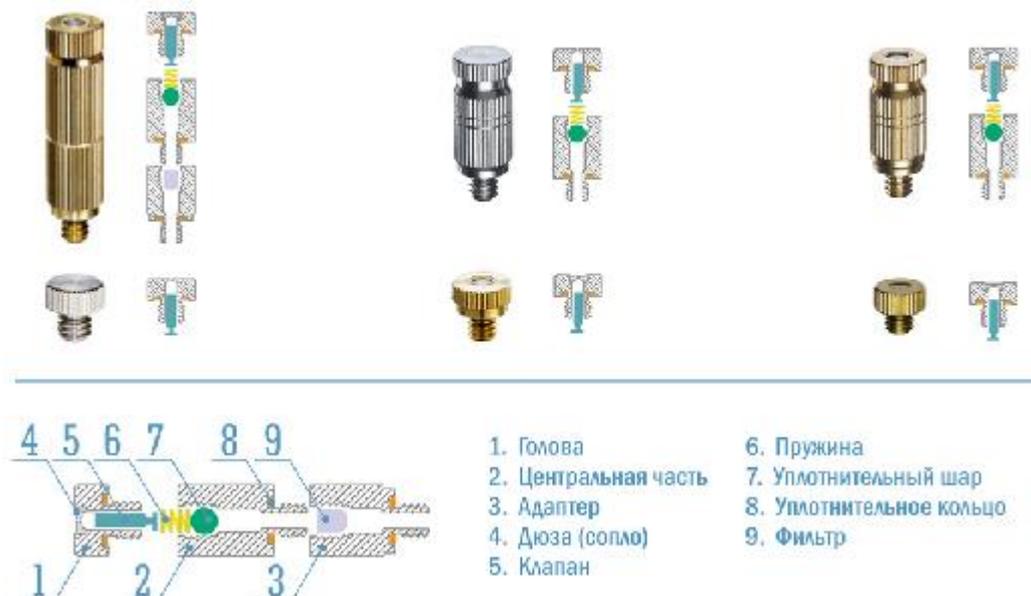


Рисунок 22 Внешний вид и конструкция форсунок 10/24UNC/2A.

Для обогрева будем использовать теплогенераторы GP 95, которые работают на природном газе(рисунок 23).



Рисунок 23 Теплогенератор GP 95

Данные теплогенераторы имеют следующие технические характеристики:

- Мощность: 95 кВт
- Поток воздуха: 6500 м³ / ч
- Расход газа Природный газ: Н 7,8 м³ / ч
- Газ Расход Пропан: 6,8 кг / ч
- Давление газа Природный газ: Н 20-25 мбар
- Пропан Давление газа: 37-50 мбар
- Подключение газа: 3/4 "
- Электрическое подключение: 230 В 650 Вт
- Безопасности Подача воздуха: микропереключатель
- Безопасность: пламенно-ионизационный
- Эффективная дальность стрельбы: 40 м тепла
- Вес: 37 кг
- Длина: 1150 мм
- Высота: 484 мм
- Ширина: 590 мм

Для обогрева помещения установим 8 таких генераторов по 2 на каждый датчик температуры

5 Конструкторская часть

5.1 Определение количества и местоположения датчиков

Разработка системы производится для помещения площадью примерно 4000 м². Для измерения параметров в данном помещении установим 4 датчика температуры, каждый из которых будет контролировать четверть помещения. Микроконтроллер будет регулировать вентиляцию высчитывая среднюю температуру датчиков, но при обогреве будет учитываться температура по зонам, для того чтобы при понижении температуры в одной из зон ей помогали соседние зоны. По высоте разместим их 40-50 сантиметров от поверхности пола для минимизации влияния тепла «подстилки» на датчики.

Датчик влажности будет один, это оптимальный вариант, и располагаться он будет в передней части «птичника», конкретное расположение определит распространение воздушных масс в помещении, по высоте также как датчик температуры. Рядом с датчиком влажности рекомендуется не устанавливать форсунки распыления на расстоянии метра в каждую сторону, для более качественного измерения влажности, либо заглушить их в случае если они были установлены.

Датчик давления расположим в центре зала на высоте 30-50 сантиметров от потолка, при установке важно чтобы на него не попадали прямые потоки вентиляторов. Наружная трубка устанавливается, так чтобы на нее не попадали прямые потоки порывов ветра.

Датчик СО₂ расположим рядом с датчиком давления, это объясняется тем что как и датчику давления здесь не нужны прямые потоки воздуха для объективного отображения информации. Близко к полу этот датчик опускать так же нельзя из-за сильного влияния на него аммиака, и как следствие уменьшение ресурса работы. Датчик освещенности расположим в центре зала на жесткой конструкции, расстояние от пола 80-90 сантиметров и от ближайших конструкций не менее 1 метра, рекомендуется удалять пыль

каждые 5 дней выращивания, так как от его показаний зависит свечение ламп. Схематичное расположение представлено на приложении А.

5.2 Разработка схемы электрических соединений

При физической реализации системы контроля микроклимата выполняется из нескольких автономных частей, которые будут находиться на расстоянии друг от друга. Через контактное соединение X3 производится питание и опрос датчиков и потенциометров. Контакты С1-С12 служат для подключения датчиков влажности, давления, освещения и СО₂. Контакты С13-С19 служат для подключения датчиков температуры, далее контакты следят за потенциометрами серводвигателей. Контактное соединение X2 предназначено для вывода командных сигналов, контакты В1-В6 управляют направлением вращения серводвигателей. Контакты В7-В10 подают управляющий сигнал на теплогенераторы, В11 управляет насосом увлажнения а В12 управляет освещением. Питание на контактное соединение поступает с блока питания через контактное соединение X1(А1-А3). На каждом контактном соединении предусмотрены резервные контакты. Схематичное расположение представлено на приложении Б.

Для итоговой коммутации исполнительного устройства и микроконтроллера необходим щит питания исполнительных устройств, он представлен в приложении В. В данном щите будет собрана питающая часть на основе «релейной логики», и защита исполнительных устройств от перегрузок и токов короткого замыкания.

6 Разработка алгоритма работы

Алгоритм работы системы микроклимата представляет собой следующее: в начале работы система опрашивает датчики и потенциометры для определения начальных параметров и позиций, после опроса происходит сравнение реальных и заданных значений системы а также проверка стартовых значений «партии» (номер дня, коэффициенты смещения). После сбора данных информация выводится на экран и система приступает к регулированию микроклимата. Если значения установок отклоняются от реальных микроконтроллер выдает управляющий сигнал определенному исполнительному устройству после чего ждет повторного сбора информации с датчиков и исполнительных устройств. Если действия системы было недостаточно то микроконтроллер выдает новый сигнал на исполнительное устройство. Данный алгоритм позволяет работать в условиях большой инертности системы, и производить плавное регулирование. Схема алгоритма работы приведена в приложении Г.

Для выполнения данного алгоритма работы необходима программа, которая выполнит все условия алгоритма. Программа выполнена на отладчике ассемблер и написана на языке С+, в качестве примера в приложении Д представлена часть программы по опросу датчиков температуры в 4 зонах и вывод на дисплей.

7 Анализ и расчет погрешностей

Рассчитаем погрешности для каналов измерения температуры и влажности.

Одним из методов анализа погрешностей является метод анализа по структурной схеме, который дает возможность выявить значение каждого преобразующего звена (блока) схемы в формировании общей погрешности прибора.

7.1 Погрешность измерения температуры

Канал измерения температуры представляет собой последовательное соединение функциональных различных блоков. Уравнение преобразование для такого прибора имеет вид

$$N=K \cdot T,$$

где N – цифровой код с выхода АЦП;

K – коэффициент преобразования системы;

T – диапазон измеряемой температуры.

При последовательном соединении блоков коэффициент преобразования равен произведению коэффициентов преобразования входящих в неё блоков

$$K= K_{\text{ПИП}} \cdot K_{\text{АЦП}},$$

где $K_{\text{ПИП}}$ – коэффициент преобразования первичного измерительного преобразователя (датчика температуры);

$K_{\text{АЦП}}$ – коэффициент преобразования аналого-цифрового преобразователя.

Выполним градуировку канала измерения температуры. Диапазон измерения температуры $T=100^{\circ}\text{C}$ (от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$), эквивалентный этому цифровой код с выхода АЦП $N=16384$, исходя из этого, рассчитаем коэффициент преобразования K ,

$$K=N/T=16384/100=163,84.$$

Коэффициент преобразования K определяется произведением двух коэффициентов по формуле, рассчитаем каждый в отдельности.

Рассчитаем $K_{\text{ПТП}}$. Изменению температуры на 100°C соответствует изменение напряжения на 10 В (от 0 В до 10 В)

$$K_{\text{ПТП}}=U/T=10/100=0,1(\text{В}/^{\circ}\text{C})$$

Рассчитаем $K_{\text{АЦП}}$, максимальное входное напряжение $U_{\text{вх}}=10\text{ В}$, цифровой код с выхода АЦП при дифференциальном включении $N=16384$, тогда $K_{\text{АЦП}}=N/U_{\text{вх}}=16384/10=1638,4(1/\text{В})$

Проверим градуировку, подставим рассчитанные коэффициенты в формулу (5.1) $16384=100 \cdot 0,1 \cdot 1638,4$,

$$16384=16384$$

получили верное равенство, следовательно, градуировка верна.

Погрешность по причинам и условиям возникновения делится на основную и дополнительную. Основная погрешность существует при нормальных условиях эксплуатации, а дополнительная – при отклонении условий от нормальных. Составляющими основной погрешности являются мультипликативная и аддитивная погрешности. Дополнительная погрешность нормируется значением погрешности, вызванной отклонением одной из влияющих величин.

Мультипликативная погрешность возникает при изменении коэффициентов преобразования. С течением времени и под действием внешних факторов коэффициенты преобразования $K_{\text{ПТП}}$, $K_{\text{АЦП}}$ могут изменяться на $\Delta K_{\text{ПТП}}$, $\Delta K_{\text{АЦП}}$. При достаточно малых изменениях этих коэффициентов можно пренебречь членами второго и большего порядка малости.

Относительная мультипликативная погрешность канала измерения температуры составит

$$\gamma_{\text{м}}=\Delta K_{\text{ПТП}}/K_{\text{ПТП}}+\Delta K_{\text{АЦП}}/K_{\text{АЦП}},$$

$$\gamma_{\text{м}}=\sqrt{\gamma_{\text{ПТП}}^2 \cdot \gamma_{\text{АЦП}}^2},$$

где ΔK – абсолютная погрешность коэффициента преобразования канала измерения температуры;

$\Delta K_{\text{ПТП}}$, $\Delta K_{\text{АЦП}}$, – абсолютная погрешность коэффициента преобразования соответствующего блока;

$\gamma_{\text{ПТП}}$, $\gamma_{\text{АЦП}}$ – относительная погрешность коэффициента преобразования соответствующего блока, %.

Таким образом, для определения погрешности канала измерения температуры в целом необходимо определить относительные погрешности каждого блока.

Погрешность дискретизации зависит от уровня квантования $N_{\text{МАХ}}$, который для 14-разрядного АЦП при дифференциальном входе равен 16384.

Абсолютная погрешность $\Delta N_{\text{МАХ}}$ равна единице младшего разряда. Тогда

$$\gamma_{\text{д}} = 1 / \Delta N_{\text{МАХ}}$$

$$\gamma_{\text{д}} = 1 / 16384 = 0,000061$$

Погрешность дискретизации очень мала, поэтому ей можно пренебречь.

Относительная погрешность датчика температуры 1,2 %.

$$\gamma_{\text{м}} = 1,2\%$$

Аддитивная погрешность вызывается дрейфом нуля блоков, наложением помех на полезный сигнал и т.д. Значение аддитивной погрешности можно найти, зная напряжения смещений каждого блока.

$$X_a = \frac{X_{\text{ПТП}}}{K_{\text{ПТП}}} + \frac{X_{\text{АЦП}}}{K_{\text{ПТП}} \cdot K_{\text{АЦП}}},$$

где $X_{\text{ПТП}}$ – напряжение смещения датчика температуры, мкВ;

$X_{\text{АЦП}}$ – напряжение смещения АЦП, мкВ;

$K_{\text{ПТП}}$ – коэффициент преобразования датчика температуры;

$K_{\text{АЦП}}$ – коэффициент преобразования АЦП.

Напряжения смещения составляют

$$X_{\text{ПТП}} = 5 \text{ мкВ};$$

$$X_{\text{АЦП}} = 1 \text{ мкВ};$$

Коэффициент преобразования ПИП равен $K_{\text{ПИП}}=0,1 \text{ В/}^\circ\text{C}$, коэффициент преобразования АЦП $K_{\text{АЦП}}=1638,4 \text{ 1/В}$, входная величина $X=10 \text{ В}$

Подставив в выражение численные значения, получим, что значение $X_a=6 \cdot 10^{-5}$.

7.2 Погрешность измерения влажности

Канал измерения влажности представляет собой последовательное соединение функциональных различных блоков. Уравнение преобразование для такого прибора имеет вид

$$N=K \cdot RH,$$

где N – цифровой код с выхода АЦП;

K – коэффициент преобразования системы;

RH – диапазон измеряемой влажности.

При последовательном соединении блоков коэффициент преобразования равен произведению коэффициентов преобразования входящих в неё блоков

$$K=K_{\text{ПИП}} \cdot K_{\text{АЦП}},$$

где $K_{\text{ПИП}}$ – коэффициент преобразования первичного измерительного преобразователя (датчика влажности);

$K_{\text{АЦП}}$ – коэффициент преобразования аналого-цифрового преобразователя.

Выполним градуировку канала измерения влажности. Диапазон измерения влажности $RH=100\%$ (от 0% до $+100\%$), эквивалентный этому цифровой код с выхода АЦП $N=16384$, исходя из этого, рассчитаем коэффициент преобразования K ,

$$K=N/RH=16384/100=163,84.$$

Коэффициент преобразования K определяется произведением двух коэффициентов по формуле, рассчитаем каждый в отдельности.

Рассчитаем $K_{\text{ПИП}}$. Изменению влажности на 100% соответствует изменение напряжения на 10 В (от 0В до 10В)

$$K_{\text{ПИП}}=U/RH=10/100=0,1(\text{В}/\%)$$

Рассчитаем $K_{\text{АЦП}}$, максимальное входное напряжение $U_{\text{вх}}=10$ В, цифровой код с выхода АЦП при дифференциальном включении $N=16384$, тогда $K_{\text{АЦП}}=N/U_{\text{вх}}=16384/10=1638,4(1/\text{В})$

Проверим градуировку, подставим рассчитанные коэффициенты в формулу $16384=100 \cdot 0,1 \cdot 1638,4$,

$$16384=16384$$

получили верное равенство, следовательно, градуировка верна.

Погрешность по причинам и условиям возникновения делится на основную и дополнительную. Основная погрешность существует при нормальных условиях эксплуатации, а дополнительная – при отклонении условий от нормальных. Составляющими основной погрешности являются мультипликативная и аддитивная погрешности. Дополнительная погрешность нормируется значением погрешности, вызванной отклонением одной из влияющих величин.

Мультипликативная погрешность возникает при изменении коэффициентов преобразования. С течением времени и под действием внешних факторов коэффициенты преобразования $K_{\text{ПИП}}$, $K_{\text{АЦП}}$ могут изменяться на $\Delta K_{\text{ПИП}}$, $\Delta K_{\text{АЦП}}$. При достаточно малых изменениях этих коэффициентов можно пренебречь членами второго и большего порядка малости.

Относительная мультипликативная погрешность канала измерения влажности составит

$$\gamma_{\text{м}}=\Delta K_{\text{ПИП}}/K_{\text{ПИП}}+\Delta K_{\text{АЦП}}/K_{\text{АЦП}},$$

$$\gamma_{\text{м}}=\sqrt{\gamma_{\text{ПИП}}^2 \cdot \gamma_{\text{АЦП}}^2},$$

где ΔK – абсолютная погрешность коэффициента преобразования канала измерения температуры;

$\Delta K_{\text{ПТП}}$, $\Delta K_{\text{АЦП}}$, - абсолютная погрешность коэффициента преобразования соответствующего блока;

$\gamma_{\text{ПТП}}$, $\gamma_{\text{АЦП}}$ - относительная погрешность коэффициента преобразования соответствующего блока, %.

Таким образом, для определения погрешности канала измерения влажности в целом необходимо определить относительные погрешности каждого блока.

Погрешность дискретизации зависит от уровня квантования $N_{\text{МАХ}}$, который для 14-разрядного АЦП при дифференциальном входе равен 16384. Абсолютная погрешность $\Delta N_{\text{МАХ}}$ равна единице младшего разряда. Тогда

$$\gamma_{\text{д}} = 1 / \Delta N_{\text{МАХ}}$$

$$\gamma_{\text{д}} = 1 / 16384 = 0,000061$$

Погрешность дискретизации очень мала, поэтому ей можно пренебречь.

Относительная погрешность датчика температуры 3 %.

$$\gamma_{\text{м}} = 3\%.$$

Аддитивная погрешность вызывается дрейфом нуля блоков, наложением помех на полезный сигнал и т.д. Значение аддитивной погрешности можно найти, зная напряжения смещений каждого блока.

$$X_a = \frac{X_{\text{ПТП}}}{K_{\text{ПТП}}} + \frac{X_{\text{АЦП}}}{K_{\text{ПТП}} \cdot K_{\text{АЦП}}},$$

где $X_{\text{ПТП}}$ –напряжение смещения датчика температуры, мкВ;

$X_{\text{АЦП}}$ – напряжение смещения АЦП, мкВ;

$K_{\text{ПТП}}$ – коэффициент преобразования датчика температуры;

$K_{\text{АЦП}}$ –коэффициент преобразования АЦП.

Напряжения смещения составляют

$$X_{\text{ПТП}} = 5 \text{ мкВ};$$

$$X_{\text{АЦП}} = 1 \text{ мкВ};$$

Коэффициент преобразования ПИП равен $K_{\text{пип}}=0,1666666 \text{ В/}^\circ\text{С}$, коэффициент преобразования АЦП $K_{\text{ацп}}=1638,4 \text{ 1/В}$, входная величина $X=10 \text{ В}$

Подставив в выражение численные значения, получим, что значение $X_a=3*10^{-5}$.

Проанализировав полученные результаты можно сделать вывод, что погрешности по каналам измерения влажности и температуры вызваны в основном нелинейностью первичных измерительных преобразователей.

Полученная погрешность удовлетворяет условиям технического задания.

Полученную погрешность можно еще снизить с помощью программных средств.

8 Расчет надежности

Надежность - одно из важнейших свойств изделий, в том числе электронных измерительных устройств, которое определяет их эксплуатационную пригодность. Показатели надежности являются основными техническими параметрами изделия наряду с точностью, массогабаритными характеристиками и т.д. Техническое задание на разработку любого измерительного устройства должно обязательно содержать раздел с требованиями по надежности.

Согласно ГОСТ 27.002-89 под надежностью понимается свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значений всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Отметим, что признаки, по которым оценивается надежность любого технического устройства, называются критериями. К основным критериям надежности относятся:

- Безотказность – это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.
- Долговечность - это свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.
- Ремонтопригодность - это свойство объекта, заключающееся в приспособлении к предупреждению и обнаружению причин возникновения их последствий путем проведения профилактических и капитальных ремонтов и технического обслуживания.
- Сохраняемость – это свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующие способность объекта

выполнять требуемые функции в течение использования, после хранения и транспортировки.

Важно отметить, что понятие надежности для любого технического устройства связано с отказами.

Отказ – это событие, которое заключается в нарушении работоспособного состояния объекта.

При этом под работоспособностью понимается такое состояние изделия или устройства, при котором оно способно выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации.

В настоящее время существуют различные варианты классификации отказов. Отказы для радиоэлектронных устройств можно классифицировать:

1. по характеру возникновения отказа: внезапные и постепенные;
2. по времени существования отказа: постоянный, временной и перемежающийся (временные отказы, которые следуют один за другим);
3. по характеру проявления отказа: явный и неявный;
4. по зависимости отказов между собой: зависимый и независимый;
5. по причине возникновения отказа: конструктивный, производственный, эксплуатационный и деградационный.

Важно отметить, что надежность является комплексным свойством любого технического устройства. На практике с количественной стороны надежность оценивается рядом критериев, которые получили название показателей надежности. Основные единичные и комплексные показатели приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 Показатели надежности

Свойства	Показатель
Безотказность	-вероятность безотказной работы -интенсивность отказов -средняя наработка до отказа -параметр потока отказов -средняя наработка на отказ
Ремонтопригодность	-вероятность восстановления -интенсивность восстановления -среднее время восстановления
Безотказность и ремонтпригодность	-коэффициент готовности -коэффициент простоя -коэффициент технического использования -коэффициент оперативной готовности
Долговечность	-назначенный ресурс -средний ресурс между капитальными (средними) ремонтами -средний срок службы
Сохраняемость	-средний срок сохраняемости

Необходимо отметить, что на надежность любого технического устройства влияют многочисленные факторы, имеющие место на этапах его проектирования, производства и эксплуатации. Соответственно различают:

1. Расчетную надежность;
2. Производственную надежность;
3. Эксплуатационную надежность.

Следует заметить, что в идеальном случае значения расчетной, производственной и эксплуатационной надежностей должны совпадать.

Расчёт надежности проектируемой технической системы заключается в определении показателей надежности системы по известным

характеристикам надежности составляющих элементов конструкции и компонентов системы с учетом условий эксплуатации.

Составим структурную схему надежности системы контроля параметров микроклимата. Структурная схема будет последовательного типа:

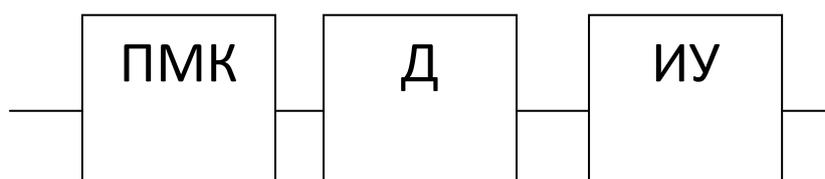


Рисунок 24 Структурная схема надежности системы

На структурной схеме обозначения ПМК, Д, ИУ– это вероятности безотказной работы элементов входящих в состав структурной схемы системы контроля параметров микроклимата, а именно датчиков, платы сбора данных, микроконтроллера, группы реле, устройств управления параметрами микроклимата. Из структурной схемы надежности системы видно, что система станет, неработоспособна при отказе любого элемента. Составим таблицу с элементами системы и их средней наработкой на отказ заявленной производителем.

Таблица 8.2 наработка на отказ элементов системы

Элемент системы	количество	Наработка на отказ (часов 1 ед.)
Датчики		
Датчик температуры	4	200000
Датчик влажности	1	20000
Датчик давления	1	18000
Датчик освещения	1	5000
Датчик CO ₂	1	14000
Исполнительные устройства		

Теплогенераторы	8	3500
Насос (плунжерный)	1	1600
Серводвигатель	2	15000
Частотные регуляторы	3	20000
Группа реле	2	2000
Промышленный микроконтроллер	1	9000

Рассчитаем вероятность безотказной работы системы по формуле:

$$P_c = e^{-\frac{t}{T_c}}$$

где t- время работы, ч;

T_c- среднее время наработки на отказ, ч.

Для датчика температуры получится результат:

$$P_d = e^{-\frac{1000}{200000}} = 0,99$$

Далее высчитаем по данной формуле все элементы по отдельности, перемножим их, и получим результат: 0,07. Получается, что вероятность безотказной работы системы в течение 1000 часов 0,07.

9 Социальная ответственность

9.1 Производственная безопасность

Для предотвращения несчастных случаев и воздействия различных факторов на человека, необходим полный анализ опасности и вредности, которые могут встречаться при выполнении НИР на рабочем месте.

В дипломном проекте рассматривается рабочее место площадью 21 м^2 . Помещение оснащено одним промышленным микроконтроллером, закрепленным на стене, одним щитом управления также закрепленным на стене, стол и информационный стенд. В помещении естественная вентиляция в виду отсутствия высоких температур. Данный микроконтроллер работает в автоматическом режиме и оснащен системой оповещения о сбоях и не требует постоянного присутствия оператора, поэтому оператор занимается лишь ремонтом и внесением корректировок при изменении технологических параметров.

Промышленная санитария:

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормативных санитарно-технических условий в производственных помещениях, оказывающих существенное влияние на самочувствие человека.

К санитарно-техническим условиям труда относят такие производственные факторы, как площадь и объем производственных помещений, микроклимат, вентиляция, освещенность, шумы, излучения и т.д.

Разработка системы проводится в производственном помещении площадью 21 м^2 , объемом $52,5\text{ м}^3$. По санитарно-гигиеническим нормам объем производственного помещения должен быть не менее 15 м^3 при площади не менее $4,5\text{ м}^2$ на одного работающего, а при работе с

компьютером – не менее 24 м³ и 6 м² соответственно. Таким образом, площади и объема производственного помещения достаточно для организации двух рабочих мест.

Сочетание таких параметров микроклимата как температура, влажность, скорость движения воздуха и его химический состав оказывает непосредственное влияние на работоспособность человека. Оптимальные параметры микроклимата нормируются в зависимости от характера работ. При разработке системы осуществлялась легкая работа (категория I), для которой согласно ГОСТ 12.1.005-88 требуемые параметры микроклимата приведены в таблице 4.1.

Промышленная вентиляция является эффективным средством обеспечения чистоты и допустимых параметров микроклимата воздуха рабочей зоны.

Таблица 9.1 – Оптимальные параметры микроклимата для I категории работы [15]

Сезон	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный (среднесуточная температура воздуха ниже +10 °С)	22-24	40-60	0,1
Теплый (среднесуточная температура воздуха +10 °С)	23-25	40-60	0,1

Согласно ГОСТ 12.1.005, естественной вентиляции достаточно, если воздуха на одного человека больше 40 м^3 , что не соответствует для данного помещения. Поэтому подвижность воздуха должна быть такой, чтобы обеспечить эффективную вентиляцию помещения для удаления из него перечисленных вредных веществ.

Вредные микроклиматические условия –параметры микроклимата, которые при их сочетанном действии на человека в течение рабочей смены вызывают изменения теплового состояния организма, выраженные общие или локальные дискомфортные теплоощущения, значительное напряжение механизмов терморегуляции, снижение работоспособности. При этом не гарантируется термостабильность организма человека и сохранение здоровья в период трудовой деятельности и после ее окончания.

Шум на рабочих местах:

Шум создается работающим оборудованием и осветительными приборами, а также проникает извне. Шум отрицательно влияет на организм человека, и в первую очередь на его центральную нервную и сердечно-сосудистую системы. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в действиях работающего, снижается производительность труда. Воздействие шума может привести к появлению профессиональных заболеваний и явиться причиной несчастного случая. Согласно ГОСТ 12.1.003.83, уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 50 дБ[14]. В течение всех этапов разработки системы уровень шума находился в пределах нормы.

Электромагнитное излучение:

Источником электромагнитного излучения в производственном помещении является персональный компьютер.

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля радиочастотного диапазона на организм человека наблюдаются нарушения сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем, изменение химического состава крови.

Однако, в рассматриваемой нами лаборатории электромагнитное поле не очень сильное (всего 2 компьютерf), излучение магнитных катушек отклоняющей системы маломощное. Используемые мониторы отвечают требованиям ТСО-99, поэтому их электромагнитное излучение не оказывает вредного действия на работника.

Электробезопасность:

Технологическое помещение, в котором проводились работы по разработке и изготовлению измерительной системы, оснащено электрическим оборудованием, что обуславливает возможность поражения человека электрическим током.

По степени поражения людей электрическим током лаборатория относится к помещениям без повышенной опасности, т.к. это сухое (влажность не превышает 60 %) помещение с нормальной температурой воздуха и изолирующими бетонными полами. В лаборатории отсутствуют токопроводящая пыль, газы и пары, способствующие разрушению изоляции и снижению сопротивления.

Приборы и установки, используемые при разработке и изготовлении измерительной системы, относятся к приборам напряжением до 1000 В без повышенной опасности .

Согласно требованиям “Правил устройства электроустановок” помещение, где производятся работы, сопряженные с использованием

оборудования, питающегося от сети высокого напряжения (380 В, 50 Гц), оснащена следующим образом:

- на распределительном щитке имеется рубильник для отключения общей сети электропитания;
- к каждому рабочему месту имеется разводка электропитания, оканчивающаяся розетками;
- во всех приборах имеются предохранители для защиты от перегрузок в общей сети питания и защиты сети при неисправности прибора.

Эксплуатация приборов должна соответствовать “Правилам технической эксплуатации” электроустановок промышленных предприятий. Согласно этим правилам необходимо исключить возможность прикосновения человека к токоведущим частям приборов, для этого необходимо соблюдать следующие правила:

- перед включением приборов в сеть должна быть визуально проверена их электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпуса;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети устройство и устранить неисправность;
- запрещается использование в работе неисправных приборов и инструмента;
- запрещается при включенном устройстве одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление;
- запрещается включать и выключать устройство при помощи штепсельной вилки.

Для защиты от поражения электрическим током в электроустановках применяют: защитное заземление, зануление, защитное отключение, защитное разделение цепей, предохранительные устройства, защита высотой.

Самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током при эксплуатации измерительных приборов и устройств - защитное заземление, которое предназначено для превращения “замыкания на корпус” в “замыкание на землю”, с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание потенциала).

9.2 Экологическая безопасность

Проблема защиты окружающей среды является сейчас очень актуальной. Для решения этой проблемы, в первую очередь, необходима разработка и внедрение безопасных и экологически чистых производственных технологий всех видов. Кроме того, зачастую очистка промышленных выбросов выгодна предприятиям, поскольку позволяет уловить ценное сырье, в буквальном смысле, “вылетающее в трубу”. Поэтому все новейшие производственные технологии включают процесс очистки и утилизации отходов.

Внедрение новых информационных технологий в большинстве случаев позволяет переходить на так называемую безбумажную технологию. Пользователю этой технологии теперь незачем использовать бумагу как носитель информации в прежних объемах. Экономия бумаги в тысячах организаций по всей Земле сэкономит тысячи гектаров леса. А ведь экономия бумаги это лишь малая доля преимуществ, которые нам дают информационные системы.

Конечно же, наряду с преимуществами в использовании средств вычислительной техники возникают и проблемы. Одна из них - потребление электроэнергии. С увеличением количества компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, увеличивается и объем потребляемой ими электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то и другое не обходится без

нарушения экологической обстановки. Рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как:

- а) изменение климата - накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект);
- б) загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами;
- в) загрязнение водного бассейна Земли;
- г) опасность аварий в ядерных реакторах, проблема обезвреживания и утилизации ядерных отходов;
- д) изменение ландшафта Земли.

Из этого можно сделать вывод, что необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять системы с малым энергопотреблением.

При выполнении дипломной работы вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, следовательно, существенных воздействий на окружающую среду не оказывалось

9.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) возникают в результате землетрясений, наводнений, ураганов, снегопадов, крупных аварий, взрывов и пожаров.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар. Возникновение пожара в зданиях, особенности распространения огня в них зависит от того, из каких материалов (конструкций) они выполнены. Помещение имеет бетонные стены и, по степени возгорания относится к трудногорючим.

Причинами пожара при проектировании и сборки системы могут быть:

- небрежное отношение с нагревательными приборами (паяльником);

- токи короткого замыкания, нагревающие проводники до температуры, которая может привести к воспламенению изоляции;
- электрические перегрузки проводов;
- плохие контакты в местах соединения проводников, вследствие чего выделяется большое количество тепла.

Технологическое помещение по пожарной опасности относится к категории В, так как в нём имеются сгораемые вещества и материалы.

При возникновении пожара персонал должен действовать следующим образом:

- о замеченном пожаре сразу же сообщить в пожарную охрану и приступить к тушению, определив место очага и сняв напряжение;
- тушение пожара водой без снятия напряжения не допускается;
- при тушении должно уделяться внимание целостности установленной внутри помещения аппаратуры.

Мероприятия по повышению пожарной безопасности:

технические: соблюдение противопожарных норм при выборе и монтаже оборудования; использование первичных средств пожаротушения (допускается применение газовых и порошковых огнетушителей типа ОУ-2, ОУ-5, ОПС-10 ТУ-22-4720080);

эксплуатационные: правильная эксплуатация оборудования; правильное содержание помещения;

режимные: проведение профилактических осмотров; наблюдение за наличием и исправностью противопожарного оборудования.

Следует выполнять требования правил пожарной безопасности ППБ - 01 - 03, относящихся к паяльным работам. Рабочее место при проведении паяльных работ должно быть очищено от горючих материалов, а находящиеся на расстоянии менее 5 м конструкции из горючих материалов должны быть защищены экранами из негорючих материалов или политы водой (водным раствором пенообразователя и т.п.).

На случай землетрясения нужно укрыться в безопасных местах, таких как проемы окон, дверей или по возможности вообще покинуть здание. Всем пострадавшим помочь выбраться из разрушений и постараться оказать первую помощь до приезда врачей. Наиболее ценное оборудование рекомендуется ставить ближе к проемам окон и дверей.

Данное учреждение не относится к категории взрывоопасных помещений, но оно может оказаться заминировано в результате террористического акта, что в последнее время стало актуальным. В случае обнаружения взрывного устройства немедленно следует вызвать работников милиции и эвакуировать людей из здания. Но, если взрыв уже произошел, следует принять меры по спасению пострадавших граждан из данного места.

При возникновении чрезвычайной ситуации работа прекращается, специальные приборы, и объекты исследований укладываются в технологическую тару и убираются в специальные шкафы. Люди покидают пределы здания в соответствии с правилами безопасности для определенного вида чрезвычайных ситуаций.

9.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Эффективность трудовой деятельности в значительной степени зависит от организации рабочего места. Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы рабочих движений, использование оборудования, отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии, обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность возникновения профессиональных заболеваний.

Оптимальная поза человека в процессе трудовой деятельности обеспечивает высокую работоспособность и производительность труда. Основное требование к рабочей позе — это прямая осанка. Выбор рабочей позы зависит от мышечных усилий во время работы, точности и скорости движений, а также от характера выполняемой работы.

Основные этапы разработки измерительной системы, а также составление программного обеспечения, проводились за персональным компьютером. Поэтому важными являются вопросы эргономики рабочего места человека работающего с компьютером.

Продолжительная сидячая работа вредна, т.к. могут возникать застойные явления в органах таза, деформация позвоночника, затруднение работы органов кровообращения и дыхания. Поза, а, следовательно, и здоровье, зависят от размеров и дизайна рабочего места (таблица 9.4). Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032.

Таблица 9.2 – Параметры рабочего места

Параметры	Значение параметра	Реальные значения
Высота рабочей поверхности стола, мм	655...975	700
Высота сидения, мм	400...500	500
Высота от сиденья до рабочей поверхности, мм	200	200
Высота клавиатуры, мм	600...700	600
Удалённость клавиатуры, мм	Не менее 80	100
Высота от стола до клавиатуры, мм	Около 20	20
Удалённость экрана монитора, мм	500...700	600
Угол наклона монитора, град.	0...20	0
Наклон подставки ног, град.	0...30	0

При оформлении рабочего места большое значение имеет цветовое решение. Психофизическое воздействие цвета — первый и наиболее важный фактор, учитываемый при выборе цветового решения.

Учитывая характер производимых работ, следует выбирать неяркие, малоконтрастные оттенки, которые не рассеивали бы внимание в рабочей

зоне. Т.к. работа требует спокойствия и сосредоточенности, предпочтительно использовать оттенки “холодных” цветов.

Законодательное регулирование:

Данное рабочее место это часть технологического производства с непрерывным рабочим процессом, поэтому требует постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Сменная работа – (СТ 103 ТК РФ.) работа в две, три или четыре смены - вводится в тех случаях, когда длительность производственного процесса превышает допустимую продолжительность ежедневной работы, а также в целях более эффективного использования оборудования.

Ночное время – (СТ 96 ТК РФ.) время с 22 часов до 6 часов. Продолжительность работы (смены) в ночное время сокращается на один час без последующей отработки. Не сокращается продолжительность работы (смены) в ночное время для работников, которым установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, а также для работников, принятых специально для работы в ночное время, если иное не предусмотрено коллективным договором. Продолжительность работы в ночное время уравнивается с продолжительностью работы в дневное время в тех случаях, когда это необходимо по условиям труда, а также на сменных работах при шестидневной рабочей неделе с одним выходным днем. Список указанных работ может определяться коллективным договором, локальным нормативным актом. К работе в ночное время не допускаются: беременные женщины; работники, не достигшие возраста восемнадцати лет, за исключением лиц, участвующих в создании и (или) исполнении художественных произведений, и других категорий работников в соответствии с настоящим Кодексом и иными федеральными законами. Женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, инвалиды, работники, имеющие детей-инвалидов, а также работники, осуществляющие уход за больными членами их семей в соответствии с медицинским заключением, выданным в порядке, установленном федеральными законами и иными

нормативными правовыми актами Российской Федерации, матери и отцы, воспитывающие без супруга (супруги) детей в возрасте до пяти лет, а также опекуны детей указанного возраста могут привлекаться к работе в ночное время только с их письменного согласия и при условии, если такая работа не запрещена им по состоянию здоровья в соответствии с медицинским заключением. При этом указанные работники должны быть в письменной форме ознакомлены со своим правом отказаться от работы в ночное время.

Продолжительность работы накануне нерабочих праздничных и выходных дней – (СТ 95 ТК РФ) продолжительность рабочего дня или смены, непосредственно предшествующих нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час. В непрерывно действующих организациях и на отдельных видах работ, где невозможно уменьшение продолжительности работы (смены) в предпраздничный день, переработка компенсируется предоставлением работнику дополнительного времени отдыха или, с согласия работника, оплатой по нормам, установленным для сверхурочной работы.

Применение спецодежды и СИЗ а также спецпитания не требуется.

10 Организационно – экономическая часть

Целью экономических расчетов является: планирование исследований, проводимых в рамках научно-исследовательской работы, решение вопросов организации, определение себестоимости работы и порядка распределения бюджетных средств, оценка эффективности.

10.1 Организация и планирование работы

На этапе планирования необходимо составить полный перечень проводимых работ, определить исполнители каждого из этапов, установить продолжительность работ и построить линейный график выполнения запланированных работ.

Вся работа делится на следующие основные этапы:

I. Подготовительный этап:

1. Получение и анализ задания;
2. Утверждение технического задания;
3. Подбор и изучение литературы;
 - 3.1. Изучение объекта контроля;
 - 3.2. Обзор методов и средств контроля;

II. Основной этап:

4. Разработка структурной схемы;
5. Разработка принципиальной схемы прибора;
6. Расчет принципиальной схемы;
7. Расчет погрешностей и надежности;
8. Безопасность и экономичность производства;

III. Заключительный этап:

9. Подведение итогов;
10. Оформление отчетной документации о проделанной работе;
11. Оформление графического материала.

10.2 Определение трудоемкости выполнения НИР

Трудовые затраты составляют основную часть стоимости НИР и оказывают непосредственное влияние на сроки разработки.

Трудоемкость может быть определена во времени на основе нормативов или опытно-статическим путем. Сложность составления нормативов заключается в многообразии и неоднородности выполняемых работ.

При расчете можно пользоваться опытно-статическим методом, который реализуется двумя вариантами:

а) методом аналогов, когда трудоемкость определяется по работам, проведенным ранее или другим коллективом, учетом сложности новой разработки;

б) вероятным методом, когда ожидаемое время выполнения той или иной работы определяется по формуле:

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

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы;

t_{\min} – минимальный срок выполнения работ;

t_{\max} – максимальный срок выполнения работ.

Срок выполнения каждого этапа работ устанавливает руководитель дипломного проектирования.

Трудоемкость темы рассчитывается как суммы трудоемкостей этапов. Установление любого времени выполнения работы сопровождается некоторой неопределенностью, которая определяется среднеквадратичным отклонением:

$$\sigma^2 = 0,04 \cdot (t_{\max} - t_{\min})^2,$$

Для расчета продолжительности этапов необходимо ввести число участников, выполняющих работ на определенном этапе. В разработке данной темы участвуют:

- студент,
- Научный руководитель.

Продолжительность этапов в рабочих днях определяется по формуле:

$$T_{p.d.} = \frac{t_{ож} \cdot K_d}{c \cdot p \cdot K_{вн}},$$

где $T_{p.d.}$ – длительность этапа, (раб. дни);

p – число смен в сутки, $p = 1$;

c – число работников, занятых в выполнении работы;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $K_{вн} = 1$;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительное время: консультации и согласование работ, $K_d = 1,15 \div 1,25$, принимаем $K_d = 1,2$.

Для удобства построения линейного графика выполнения работ, длительность этапов в рабочих днях переведем в календарные дни:

$$T_{к.д.} = T_K \cdot T_{p.d.},$$

где $T_{к.д.}$ – время в календарных днях;

$T_{p.d.}$ – время в рабочих днях;

T_K – поправочный коэффициент (календарности), рассчитываемый по формуле:

$$T_K = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вд} - T_{пд}},$$

где $T_{кал}$ - календарные дни, $T_{кал} = 365$;

$T_{вд}$ - выходные дни, $T_{вд} = 104$;

$T_{пд}$ - праздничные дни, $T_{пд} = 11$.

$$T_K = \frac{365}{365 - 104 - 11} = 1,46,$$

Таблица 10.1 - Результаты расчета трудоёмкости работ на этапах НИР

Содержание подэтапа	Трудоёмкость работ, человеко-дней			σ^2	Длительность работ, дней		
	t _{min}	t _{max}	T _{ОЖ}		T _{РД}	T _{КД}	
Подготовительный этап							
Получение и утверждение тех. задания	Рук.	1	2	1,4	0,04	0,84	1,23
	Студ.						
Обзор, изучение и анализ литературы	Студ.	18	20	18,8	0,16	22,56	32,94
Анализ задачи	Рук.	3	6	4,2	0,36	2,52	3,68
	Студ.						
Основной этап							
Анализ действующей НТД	Студ.	18	22	19,6	0,64	23,52	34,34
Составление структурной семьи	Рук.	12	14	12,8	0,16	7,68	11,21
	Студ.						
Разработка принципиальной схемы	Студ.	15	17	15,8	0,16	18,96	27,68
Подведение итогов работы	Рук.	2	3	2,4	0,04	1,44	2,1
	Студ.						
Заключительный этап							
Написание пояснительной записки	Студ.	10	14	11,6	0,64	13,92	20,32
Оформление работы	Студ.	5	7	5,8	0,16	6,96	10,16
Сдача готового проекта	Рук.	1	1	1	0,04	0,6	0,88
	Студ.						
Итого:	Рук.	85	106	93,4	2,4	12,52	19,1
	Студ.					99	144,5

Расчет нарастания технической готовности работ.

Величина нарастания технической готовности работы показывает, на сколько процентов выполнена работа на каждом этапе.

$$N_i = \frac{t_H}{t_o} \cdot 100\%$$

где t_H - нарастающая трудоемкость с момента начала разработки темы, чел-дни;

t_0 - общая трудоемкость, которая вычисляется по формуле

$$t_0 = \sum_{i=1}^n t_{OЖi}$$

Для определения удельного веса каждого подэтапа воспользуемся формулой

$$I_i = \frac{t_{OЖi}}{t_0} \cdot 100\%$$

где $t_{OЖi}$ - ожидаемая трудоемкость i -го подэтапа, чел-дни;

t_0 - общая трудоемкость, чел-дни.

Результаты расчетов представлены в таблице 10.2

Таблица 10.2 - Нарастание технической готовности работ

Этапы	Подготовительный			Основной				Заключительный		
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
Подэтапы	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
$T_{OЖ}$, ч-дн.	1,4	18,8	4,2	19,6	12,8	15,8	2,4	11,6	5,8	1
t_H , дн.	1,4	20,2	24,4	44	56,8	72,6	75	86,6	92,4	93,4
$I_{ПЭ}$, %	1	21	4	21	15	17	2	12	6	1
H_{ri} , %	1	22	26	47	62	79	81	93	99	100

10.3 Расчет себестоимости НИР

Статьи расходов на НИР.

Стоимость научно-исследовательской работы – качественный показатель научно-технической деятельности. Планирование, учет себестоимости НИР осуществляется по калькуляционным статьям и экономическим элементам.

Затраты на НИР рассчитываются по следующим статьям расходов с последующим суммированием:

Ст. 1 заработная плата;

Ст. 2 начисления на зарплату (в пенсионный фонд, социальное страхование, медицинское страхование);

Ст. 3 расходы на материалы и комплектующие изделия;

Ст. 4 специальное оборудование для научных и экспериментальных работ;

Ст.5 накладные расходы;

Ст. 6 прибыль;

Ст. 7 налог на добавленную стоимость.

Проведем расчеты по каждой из статей.

Основная заработная плата работников, непосредственно участвующих в НИОКР.

Зарплата исполнителей рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{п}} = (Z_{\text{о}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{нв}}),$$

где $Z_{\text{о}}$ - зарплата, определяемая по тарифной сетке;

$Z_{\text{доп}}$ - дополнительная зарплата;

$Z_{\text{нв}}$ - доплата за неотработанное время.

Для определения основной заработной платы необходимо рассчитать дневную зарплату исполнителей:

$$Z_{\text{дн}} = 1,3 \cdot K \cdot Z_{\text{min}} \cdot M / F,$$

где Z_{min} – минимальная ставка 1 разряда ($Z_{\text{min}} = 4330$ руб.);

$K_{\text{м}}$ – тарифный коэффициент, зависящий от разряда;

M – число рабочих месяцев в году без отпуска ($M = 11,2$ при отпуске в 24 рабочих дня и $M = 10,3$ при отпуске в 52 рабочих дня);

F – количество рабочих дней в году.

Таблица 10.3 - Годовой фонд рабочего времени

	показатели рабочего времени	годовой фонд рабочего времени	
		инженер	руководитель
1	число календарных дней в году	365	365
2	нерабочие дни в году:		
	выходные	104	104
	праздничные	11	11
	отпуск	24	52
	больничные	10	10
3	действительный годовой фонд рабочего времени	216	188

Основная зарплата рассчитывается по формуле:

$$Z_o = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{кд}},$$

где: $Z_{\text{дн}}$ – зарплата за один рабочий день;

$T_{\text{кд}}$ – длительность этапов в календарных днях.

Дополнительная зарплата, получаемая исполнителями, рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot Z_o,$$

Зарплата за неурочное время, рассчитывается как:

$$Z_{\text{нв}} = 0,08 \cdot (Z_o + Z_{\text{доп}}).$$

Таблица 10.4 - Заработная плата исполнителей

Исполнители	Разряд по тарифной сетке	Разрядный коэффициент	$T_{\text{кд}}$, дни	Z_o , руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб.	$Z_{\text{нв}}$, руб.	$Z_{\text{п}}$, руб.
Руководитель	14	3,36	19,1	19792	2969	1821	24582
Дипломник	11	2,68	144,5	113031	16955	10399	140385
Итого							164967

Начисления на зарплату.

Затраты по этой статье складываются из отчислений на социальные нужды:

отчисления в федеральный бюджет 20%;

на социальное страхование 2.8%;

на медицинское страхование 3,2%;

Итого: 26% от суммы общей зарплаты.

Сумма начислений составит 42891,42 рубля.

Расходы на материалы и комплектующие изделия.

К этой статье относится стоимость всех материалов, включая расходы на их приобретение и доставку (транспортно - заготовительные расходы можно принимать в пределах 5% от их стоимости).

Затраты на материалы рассчитываются по формуле:

$$C_M = Q \cdot Ц,$$

где Q – количество используемого материала

Ц – стоимость материала за единицу

Таблица 10.5 - Смета расходов

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за единицу товара, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Комплектующие изделия				
Датчик температуры DOL 12	шт.	4	1190	4760
Датчик влажности DOL 114	шт.	1	1540	1540
Датчик CO2 ИГС-98	шт.	1	14500	14500
Датчик освещения SL 0302	шт.	1	10156	10156
Датчик давления 984М.523	шт.	1	8750	8750
Серводвигатель DA 75	шт.	2	19500	39000

Насос плунжерный FOG 60/2	шт.	1	12800	12800
Форсунка 10/24 UMC	шт.	40	200	8000
Регулятор частоты РКДМ 25Е	шт.	3	20900	62700
Группа реле TBR8	шт.	3	9300	27900
Микроконтроллер	шт.	1	8700	8700
Генератор горячего воздуха GP 95	шт.	8	70100	560800
Жк-дисплей	шт.	1	4800	4800
Провод ВВГ 3*2.5	метр	350	32	11200
Провод МКЭШ 3*0.75	метр	250	35	8750
Расходные материалы				
Припой ПОС-61	г.	100	27,5	27,5
Канифоль	г.	20	2,5	2,5
Стеклотекстолит	дм ² .	2	21	21
Бумага	пачка	1	110	110
Ватман А3	шт.	8	7	56
Итого				784573

Затраты на специальное оборудование.

К этой статье относятся затраты на приобретение различного оборудования и приборов. Специальное оборудование учитывается в сметной стоимости в виде амортизационных отчислений по формуле:

$$A = N_a \cdot t_i \cdot C,$$

где С - первоначальная стоимость оборудования;

N_a - норма амортизации, равная 1/Т_{сл}*100%,

Т_{сл} – время использования в месяцах;

t_i – период на который рассчитывается амортизация;

Примем время службы 5 лет, а время использования 3 месяца, то есть оборудование будет использоваться не только при написании НИР.

$$\text{Тогда } N_a = 1/60 \cdot 100\% = 1,66\%$$

Таблица 10.6 - Затраты на специальное оборудование

Наименование	Количество	С, руб.	N _a , %	А, руб.
Компьютер	1 Шт.	25000	1,66	1245
Принтер	1 Шт.	3000	1,66	149,4
Итого		28000		273,9

Накладные расходы.

Накладные расходы - это расходы, связанные с производством, управлением и хозяйственным обслуживанием, которые в равной степени относятся ко всем разрабатываемым темам.

Сумма накладных расходов составит 100% от общей суммы заработной платы: 164967 рубля.

Прочие производственные расходы.

Прочие производственные расходы, то есть все неучтенные ранее затраты (покупка литературы, почтово-телеграфные расходы, командировочные и другие). Рассчитываются как (3...5)% от суммы предыдущих статей. Таким образом, прочие производственные расходы составят:

$$(164967+42891,42+784573+273,9+164967) \cdot 0,04 = 46306,89 \text{ руб.}$$

Себестоимость НИР.

Себестоимость НИР определяется суммой всех статей (1 – 6). Стоимость НИР составит:

$$(164967+42891,42+784573+273,9+164967+46306,89) = 1203979,21 \text{ руб.}$$

Прибыль.

Размер прибыли составляет 20% от статьи 7. Сумма предполагаемой прибыли (метод ценообразования: «затраты + прибыль») составит:

$$1203979,21 \cdot 0,2 = 240795,84 \text{ руб}$$

НДС.

НДС составляет 18% от суммы статей 7 - 8. Сумма НДС составила:
 $(1203979,21 + 240795,84) \cdot 0,18 = 260059,51$ руб.

Общая стоимость НИР.

Общая стоимость НИР определяется как сумма статей 7 - 9. Полная смета затрат приведена в таблице 16 [23].

Таблица 10.7 - Смета затрат

Наименование статьи	Затраты, руб.	Примечание
1. Заработная плата	164967	Таблица 3
2. Начисления на зарплату	42891,42	26% от ст. 1
3. Расходы на материалы (без НДС)	784573	Таблица 4
4. Специальное оборудование	273,9	Таблица 5
5. Накладные расходы	164967	100% от ст. 1
6 Прочие производственные расходы	46306,89	4% от ст. 1-5
7. Себестоимость НИР	1203979,21	Сумма ст. 1- 6
8. Прибыль	240795,84	20% от ст. 7
9. НДС	260059,51	18% от суммы ст. 7-8
10. Цена	2908813,77	Сумма ст. 7 - 9

10.4 Оценка экономического эффекта

Экономический эффект - полезный результат применения нового изделия, измеряемого абсолютными величинами обычно в качестве основного результата выступает прибыль, экономия на производственных или эксплуатационных расходах. Экономическая эффективность – это отношение экономического эффекта к затратам, вызвавшим этот эффект.

$$E_3 = \frac{\mathcal{E}}{З} \times 100\% ,$$

где E_3 – экономическая эффективность;

Э – экономический эффект, руб;

з – затраты, связанные с достижением эффекта.

$$\text{Э} = \frac{\text{Цена} - \text{Себестоимость}}{K_3},$$

K_3 - коэффициент, учитывающий определенный процент от экономического эффекта, ожидаемого от внедрения разработки, устанавливается по согласованию сторон в зависимости от характера работ, степени риска и других факторов; $K_3=0,3$.

$$\text{Э} = \frac{2908813,77 - 1203979,21}{0,3} = 5682781,86,$$

$$E_3 = \frac{5682781,86}{2908813,77} \times 100\% = 195.36\% .$$

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе была разработана система управления микроклиматом на птичниках с напольным содержанием.

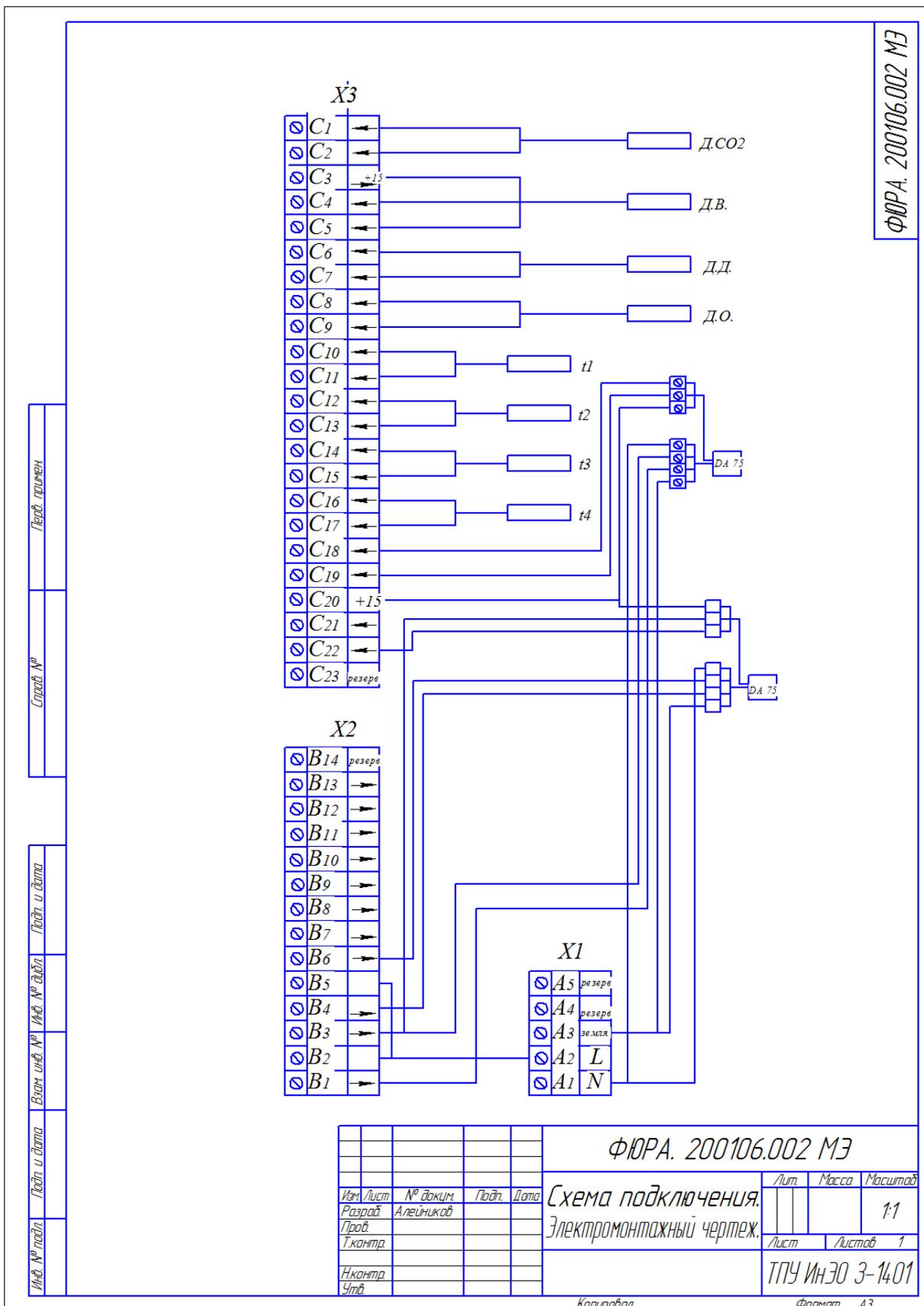
Система контролирует температуру, влажность, освещение, давление и объем вентиляции и регулирует их в соответствии с заданными параметрами. Все параметры отображаются на дисплее и при необходимости могут передаваться на ПК для обработки и хранения. Алгоритм работы и программа позволяют выращивать цыплят бройлеров в изменяющихся условиях возраста птицы и погодных перепадов, что сводит к минимуму участие технического персонала.

Список литературы

1. Е.Г. Шрамков. Электрические измерения. Средства и методы измерений. „Высшая школа”, 1972.-520с.
2. В.К. Жуков, Б.Б. Винокуров, А.М. Нестеров. Измерительная техника: Учебное пособие. - Т.: Печатная мануфактура, 2003.-284с.
3. И.Г. Лещенко, Б.Б. Винокуров, В.И. Горбунов и др. Методы измерения неэлектрических величин. Т.: ТПИ,1984.- 95с.
4. Е.М. Душин Основы метрологии и электрические измерения. „Энергоатомиздат”,1987.-480с.
5. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для ВУЗов/ С.В.Белов, А.В.Ильницкая, А.Ф.Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В.Белова.2-е изд., испр. И доп.- М.: Высшая школа, 1999. -448с.
6. Белов С.В., Морозова Л.Л., Сивков В.В. Безопасность жизнедеятельности: Конспект лекций. Ч.І. /Под ред. С.В. Белова.- М.: ВАСОТ,1992.- 136с.
7. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1984.- 824с.
8. Организация, планирование и управление предприятием. Методические указания к выполнению курсовых работ на тему “ТЭО НИР”. – Т.: ТПИ, 1988.-35с.
9. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов / под ред. Беклешова В. К. – М.: Высшая школа, 1991. – 176 с.
- 10.Электроника и микропроцессорная техника. Дипломное проектирование систем автоматизации и управления: учебное пособие/ под ред. В.И.Лачина.- Р н/Д:2007.-576с.
- 11.ГОСТ 8.395-80 ГСИ. Нормальные условия при поверке.
- 12.СТО ЖНКЮ.010-2007. Управление производственной средой.
- 13.www.lcard.ru
- 14.www.microfor.ru
- 15.www.rittal.ru

Приложение Б.

Схема подключения.



ФЮРА. 200106.002 МЭ

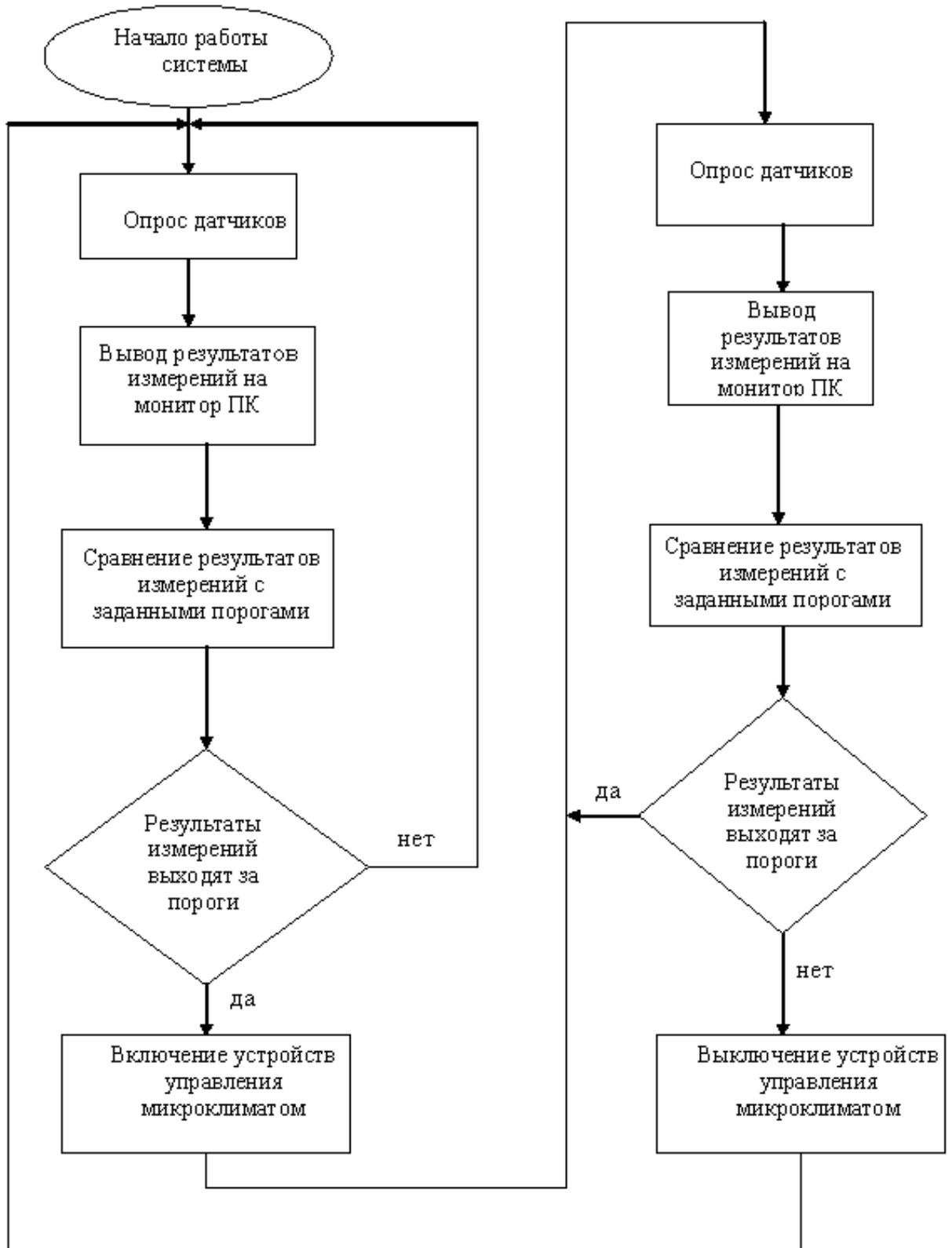
Пред. примен.
 Справ. №
 Взам инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

				ФЮРА. 200106.002 МЭ		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Схема подключения.	Лист	Масштаб
Разраб.	Алейникова			Электромонтажный чертёж.		1:1
Проб.					Лист	Листов 1
Т.контр.					ТПУ ИнЭО 3-1401	
Н.контр.						
Утв.						

Копирован Формат А3

Приложение Г.

Алгоритм работы системы.



Приложение Д.

Программа сбора данных с датчиков температуры.

ПРОГРАММА РАБОТЫ НА АССЕМБЛЕРЕ:

Текст программы

;R1 - счетчик количества опросов АЦП

;R2 – регистр накопления данных

;СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

ORG 00h

LJMP BEGIN

ORG 03h

;Обработчик прерывания от кнопки START

CLR EX0 ;запрет прерывания от INT0

MOV R1,#4 ;загрузка констант

MOV B,#4 ;

MOV R2,#00 ;

START: CLR P1.0 ;запуск АЦП

WAIT: JB P0.7,WAIT ;ожидание готовности

MOV A,P0 ;чтение кода и накопление

ADD A,R2 ;

MOV R2,A ;

SETB P1.0 ;сброс АЦП

DJNZ R1,START ;

DIV AB ;вычисление среднего значения

MOV B,#8 ;перевод в двоичный код

MUL AB ;

MOV B,#31 ;

DIV AB ;получение числа десятков

SWAP A ;

MOV R2,A ;

XCH A,B ;получение числа единиц

DIV AB ;

ADD A,R2 ;

MOV P2,A ;вывод на индикатор

SETB EX0 ;

RETI ;

;Программа инициализации

BEGIN: MOV IE0,#81H ;разрешение прерывания от INT0

MOV TCON,#01H ;разрешение прерывания по фронту

LJMP \$;ожидание запроса на прерывание

END

Программа на языке С:

Текст программы:

```
TempAll:=(Temp_1+Temp_2+Temp_3+Temp_4)/4;
```

```
Temp_1:=AI_1*1.4-40-0.2;
```

```
Temp_2:=AI_3*1.4-40-0.8;
```

```
Temp_3:=AI_5*1.4-40-0.2;
```

```
Temp_4:=AI_7*1.4-40-0.9;
```

```
IF n=0 THEN; ClearScreen(0);
```

```
ClearScreen(1);
```

```
ClearScreen(2);
```

```
ClearScreen(3);
```

```
ClearScreen(4);
```

```
n:=n+1;
```

```
ELSE;
```

```
n:=n+1;
```

```
END_IF;
```

```
IF n>100 THEN N:=0;
```

```
END_IF;
```

```
ShowString(0,0,0,'Сред. Темп.');
```

```
ShowReal(0,11,0,'%2.1f',TempAll);
```

```
ShowString(0,0,2,'*****');
```

```
ShowString(1,0,0,'Темп1');
```

```
ShowReal(1,6,0,'%2.1f',Temp_1);
```

```
ShowString(2,0,0,'Темп2');
```

```
ShowReal(2,6,0,'%2.1f',Temp_2);
```

```
ShowString(3,0,0,'Темп3');
```

```
ShowReal(3,6,0,'%2.1f',Temp_3);
```

```
ShowString(4,0,0,'Темп4');
```

```
ShowReal(4,6,0,'%2.1f',Temp_4);
```