

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Промышленная электроника

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему « Устройство автоматического управления отопителем »

Студент(ка)

Доронин Д.Ю.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Абрамов Г.Н.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ Г.

Тольятти 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение

высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. Кафедрой
Промышленная
электроника

к.т.н., доцент А.А.Шевцов.

«____»

_____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студенту Доронину Дмитрию Юрьевичу

1. Тема: Устройство автоматического управления отопителем
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы: 01.06.2017
3. Исходные данные к бакалаврской работе: Напряжение питания устройства 12В, диапазон регулирования температуры от 15 до 30 С, микроконтроллер PIC16
4. Содержание бакалаврской работы: Введение; Аналитический обзор современных схемотехнических решений устройства автоматического управления; Анализ и обоснование выбора электро-радиоэлементов в схему; Поверочный электрический расчет узла; Расчет показателей ремонтпригодности изделия; Организация рабочего места по техническому обслуживанию; Анализ потенциально опасных и вредных факторов при изготовлении изделия; Техника безопасности при монтаже изделия; Экономический раздел; Список используемой литературы.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала: 1. Схема электрическая принципиальная, 2. Сборочные чертеж, 3. Чертеж печатной платы.

6. Консультанты по разделам: Безопасности жизнедеятельности и экономическому разделу д.т.н., профессор Г.Н. Абрамов.

Дата выдачи задания « ____ » _____ 2017 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ Г.Н. Абрамов
(подпись) (И. О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ Доронин Д.Ю.
(подпись) (И. О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В этой бакалаврской работе сконструировано устройство автоматического управления отопителем.

Я рассчитал экономическую продуктивность данного разработанного устройства по суммарным расходам.

Произвел расчеты надежности и ремонтпригодности устройства.

Я спроектировал образец устройства автоматического управления отопителем, печатную плату и сборочный чертеж данного устройства

Бакалаврский проект содержит:

- листов- 52;
- таблиц- 2;
- изображений - 3;

Содержание

Введение.....	6
1. Теоретический раздел.....	9
2 Опытно экспериментальная часть.....	20
3 Технологический раздел.....	29
4 Экономический раздел.	35
5 Производственная безопасность жизнедеятельности.	43
Заключение.	47
Список используемой литературы.	48

Введение.

Обширное развитие систем автоматического регулирования, средств и систем автоматизации во всех областях техники и отраслях передового производства связано с разработкой, модернизацией и выпуском в больших объёмах всевозможных средств автоматики, к которым относятся автоматические приборы и функциональные элементы

Ведущие специалисты в области автоматизации имеют глубокие познания в теории автоматического регулирования, умеют проводить объединение и тестирование систем автоматизации, т.е. отлично знакомы с устройствами и элементами, на основе которых создаются приборы автоматизации, автоматики и управления. Быстрое развитие техники и науки, а так же введение научно-технического прогресса в производство, непрерывно пополняют запас систем автоматизации, заменяя старые приборы новыми, наиболее современными системами.

Текущий научно-технический прогресс плотно связан с расширением автоматики, автоматика – это ветвь науки и техники, охватывающая основы теории, создания систем управления объектами и процессами, на работу которых не влияет человек.

Технические объекты (конвейерная линия, автоматический участок, станок и т.д.), являются объектами управления (ОУ).

Синтез ОУ и устройства автоматики является системой автоматического управления (САУ).

На больших предприятиях, как правило, технологическое оборудование является большой единичной мощностью. Процесс в которых продолжается непрерывно. Почти все установки и процессы готовы к автоматизации.

Тест внедрения САУ демонстрирует, что выше 65%, работающих предприятий является электронными. Это означает, что для питания электросистем на любом предприятии есть источники электронной энергии,

включение к которым не вызывает трудностей, так же основная масса приборов и компонентов содержит на выходе электросигналы (Э.Д.С., сопротивление, емкость т.д.), собственно что не требует применения добавочных преобразователей. Большое количество аналоговых регулирующих устройств (АРУ), выпускаемых нашей индустрией, считается едиными. Безграничный радиус воздействия передачи сигналов хорошо воздействует на работе систем автоматического управления. Относительно невысокая цена САУ.

Внедрение электросредств в системах управления позволяет увеличить качество управления, повысить скорость и точность протекания процессов и увеличить технико-экономические характеристики применения аппаратуры. Элементами автоматики являются конструктивно завершенные приборы, выполняющие конкретные самостоятельные функции в системах автоматического управления.

Компоненты и системы управления выполняют качественное преобразование сигналов. Магнитные, электрические, полупроводниковые, и иные усилители и автоматически регулирующие приборы, осуществляющие количественное преобразование сигналов, имеют на входе и выходе разные значения одной и той же величины.

Системы и устройства управления делают эти задачи, как контроль, защита, сирена, блокировка и автоматическое управление. Приборы автоматического контроля определяют годность продукции и корректность протекания технологического процесса, обеспечение надежной и безаварийной работы установок и др.

Приборы сигнализации преобразуют сигналы, используемые в системах автоматики, в сигналы понятные человеку. Этими сигналами - раздражителями как правило считаются звуковые сигналы, показания сигнальных ламп,(сирена, гудок, сигнал, т.д.).

Приборы блокировки и защиты предупреждают не правильный порядок работы средств автоматики и технологического процесса. Обеспечивают отключение оснащения при аномальных режимах.

Системы управления работают по команде или же механически в зависимости от характеристик, определяющих желанный ход процесса в объекте управления.

Сейчас теория элементов автоматики тянется к абсолютному раскрытию физической и математической сути элементов, одновременно с разработкой физики составляющих автоматики рассматриваются и развиваются их классификации, способы расчета и проектирования.

1. Теоретический раздел.

1.1 Аналитический обзор современных схмотехнических решений устройства автоматического управления.

Каждая система управления имеет возможность быть представлена в виде синтеза 2-ух подсистем. Объекта управления и управляющей системы. Задача управляющей системы стоит в том, что бы на базе приобретенной информации о состоянии объекта управления образовать управляющее влияние на технические или технологические объекты управления в виде потока, обладающего конкретной массой, энергией и информацией. При управлении техническими объектами сформированное влияние заставляет ОУ работать в соответствии с заданной целью управления. При управлении технологическими процессами материальные потоки с определенными параметрами, формируемые управляющей системой и направленные в объект управления, осуществляют в технологическом оборудовании физико-химические превращения материалов в согласовании с существующими законами природы. Автоматическое управление объектом вполне вероятно лишь только, если на основании информации о состоянии ОУ и влияниях окружающей среды возможно, методом обработки информации сделать алгоритм управления, а еще физически создать его в систему управления.

Если свойства приборов измерения и влияния известны, то при проектировании устройства управления техническими объектами и автоматизации технологических процессов возможно отметить следующие задачи: Формирование целей управления. Решение данной задачи выходит за рамки теории управления объектами. Цель управления определяет создатель объекта управления. При разработке инженерных объектов автотранспортных средств это задача создателей механических узлов и систем. При разработке системы управления производственного процесса формулирование управления это финансовая и технологическая задача. Подбор элементов, оборудования и приборов, способного исполнить важный

процесс управления. Математическое описание работы инженерных или технологических объектов управления, данная задача считается предметом изучения особых дисциплин. Важно обозначить 2 более популярных метода математического описания ОУ, имеющие определенные плюсы и минусы. 1-ый метод реализован на применении законов физико-химических реакций, как закон сохранения энергии, веществ и т.д.; 2 метод реализован на полученную информацию при экспериментальном исследовании ОУ. Совокупность методов управления. Решение данной задачи в большей степени считается не стандартным ходом. Для сравнительно простых процессов необходимо построить математическую модель, с большой точностью отражающую настоящий процесс. Математическая модель системы управления считается компромиссом между ее описанному процессу, и удобством ее применения для решений определенных технических задач. Точность модели во всех случаях находится в зависимости от качества управления. Чем вернее построена модель, и чем система точнее модели реального процесса, это и есть решение задачи управления. Впрочем, повышение точности математического описания системы связано с увеличением затрат времени и средств на разработку модели. Не считая усложнения самого метода управления, и самое ключевое его технологическое осуществление. Технологическая оснащенность прибора управления. Созданные методы управления могут быть на базе аналоговой, кодовой (цифровой), частотной, или же комбинированной (аналого-цифровой) технике.

В наше время для создания простых систем управления и регулировки используется аналоговая техника. Впрочем, сокращение цены и увеличение надежности ЭВМ в большой степени расширили их внедрение для решения задач автоматизации технических объектов. Необходимость применения аналоговой или кодовой техники в дискретном или непрерывном режиме во многом ориентируется на вид процесса в объекте. Различают непрерывные, дискретные и комбинированные процессы. Это означает, что технические

агрегаты как объекты управления имеют все шансы работать непрерывно или прерывисто, обрабатывая конечные данные информации, энергии или же продукции. В случае с информацией работа объекта дает собой выполнение повторяющиеся очередности операций. Это во многом определяет виды применяемого прибора автоматического управления техническими объектами и технологический процесс. В классической теории автоматического управления в качестве главного классификационного признака прибора управления и всей САУ применяется функция преобразования (статической характеристики). По данному признаку системы разделяются на линейные и нелинейные, что объясняется историческим развитием теории автоматической регулировки, когда вопросы качества и свойств САУ решались математическим способом, а информационные нюансы не рассматривались в силу недостатка научных данных об информационных процессах в системах управления. Однако в базе образования любой системы лежат информационные процессы (передача информации от элемента к элементу), вследствие этого в современной теории автоматического управления при систематизации САУ и их элементов исходят из кинетики информационных процессов, передачей информации между элементами считается обязательным условием создание системы поэтому главным признаком системы управления является информационный признак (форма сигнала), а не форма статических свойств.

1.2 Анализ схмотехнического решения устройства автоматического управления.

Устройство предусматривает шестиступенное регулирование частоты вращения вентилятора отопителя — от нулевой (вентилятор остановлен) до пятой — и автоматическое управление электрокраном, работающим в режиме открыт—закрыт. Этого достаточно для поддержания температуры в салоне на заданном уровне. Системе отопления салона автомобиля присущ естественный недостаток — значительная тепловая инерционность. Дело в

том, что после закрывания электрокрана теплообменник отопителя еще сохраняет некоторое время повышенную температуру, а так как продувка продолжается, температура в салоне продолжает повышаться. После остывания салона происходит обратное — тепло начинает поступать не сразу, а через отрезок времени, необходимый для разогревания печки.

Уменьшить влияние инерционности системы на температурный режим салона удалось применением двух датчиков температуры и выбором их месторасположения. Один из них установлен в воздуховоде отопителя на выходе теплообменника, второй — около кронштейна салонного зеркала заднего вида. Пределы регулирования температуры — от 15 до 30 °С; их можно изменить в программе, задав значения для переменных T_{\min} и T_{\max} .

Устройство состоит из нескольких функциональных узлов. Основные из них — три. Первый — собственно блок управления, в который входят микроконтроллер DD1, стабилизаторы напряжения DA1 и DA2, транзисторы VT4 и VT5, управляющие электрокраном, VT6—VT8, управляющие вентилятором отопителя, звуковой излучатель HA1.

Второй — датчики температуры BK1 и BK2, соединенные с блоком управления четырьмя проводным кабелем с разъемами X1 и X2 (использованы четырех проводный удлинитель телефонной линии и розетка с двумя гнездовыми разъемами). Датчики обмениваются информацией с микроконтроллером по интерфейсу I2C.

Третий узел — ручка управления, внутри которой расположены три цифровых светодиодных индикатора HG1 — HG3, отображающих температуру, и пять плоских светодиодов HL1—HL5, условно показывающих установленную ступень частоты вращения вентилятора. Цифровые индикаторы и светодиоды образуют круглой формы табло, размещенное на переднем торце ручки.

Таблица 1

Режим	Примеры индикации				Описание примеров индикации
	А	Б	В	Г	
Установочный					<p>А. Вентилятор: ступень 1, управление ручное. Установлена температура +15 °С</p> <p>Б. Вентилятор: ступень 1, управление автоматическое. Установлена температура +15 °С</p> <p>В. Вентилятор: ступень 3, управление ручное. Команда — принудительно закрыть кран</p> <p>Г. Вентилятор: ступень 2, управление ручное. Команда — принудительно открыть кран</p>
Основной					<p>А. Вентилятор: ступень 2. Температура в салоне 0 °С</p> <p>Б. Вентилятор выключен. Температура в салоне +10 °С</p> <p>В. Вентилятор: ступень 4. Температура в салоне -27 °С</p> <p>Г. Вентилятор: ступень 5. Температура в салоне -5 °С</p>

Также внутри ручки смонтированы две микросхемы, содержащие каждая по два сдвиговых регистра. Эта группа регистров обеспечивает "расшифровку" сигналов, поступающих от микроконтроллера, для отображения информации в удобочитаемом виде.

Кроме перечисленного, внутри ручки установлены ИК излучающие диоды VD1, VD2, образующие совместно с фототранзисторами VT1, VT2 оптодатчик направления вращения ручки, с помощью которого можно оперативно изменять задаваемый уровень температуры в салоне и частоту вращения вентилятора отопителя. Поворотом ручки по часовой стрелке температура или частота вращения увеличивается, против часовой стрелки — уменьшается.

И наконец, в ручке установлена кнопка SB1 с парой контактов, при замыкании которых автомат переходит в режим установки перечисленных параметров. Для этого нужно нажать на ручку о^т себя вдоль оси. После такого кратковременного нажатия можно устанавливать новое значение температуры. Длительное нажатие дает возможность корректировать работу вентилятора. После отпускания ручки она под действием пружин возвращается в исходное состояние, а устройство переходит в нормальный режим работы.

Сигналы с оптодатчика обрабатываются программно. Фототранзисторы VT1, VT2 "освещаются" поочередно, при этом на входах RB6 и RB7 микроконтроллера уровень 1 меняется на 0. Последовательность комбинаций сигналов на входах RB6 и RB7 получается такой: 11 01 10 11. Это порождает некоторое неудобство в пользовании — необходимость поворачивать ручку с

определенной скоростью, обеспечивающей правильную обработку сигналов. Но привыкнуть к этому нетрудно. К тому же для удобства введена звуковая индикация при обработке микроконтроллером указанной последовательности сигналов оптодатчика. Короткий — около 0,25 с — звуковой сигнал подтверждает, что команда принята.

Управляемые узлы — это электрокран РКНУ.8109030 (применяется на автомобилях "Волга", "Газель" последних лет выпуска), установленный в патрубке водоотводящего шланга теплообменника отопителя, и электровентилятор. Электрокран имеет два фиксированных положения. Встроенный в него блок контроля ограничивает потребляемый ток. Блок имеет два управляющих входа. При подаче сигнала низкого уровня на один из них электрокран закрывается, на другой — открывается. Длительность управляющего сигнала — около 1 с. Вентилятор — на схеме его электродвигатель обозначен М1 — из комплекта отопителя. Имеющийся резисторный узел регулирования частоты вращения нужно демонтировать.

При включении питания происходит инициализация микроконтроллера DD1, определяющая, какие выводы будут работать как входы, а какие — как выходы. Разрешается прерывание от таймера TMR0. Затем запускается инициализация датчиков температуры ВК1 и ВК2. Они настраиваются на непрерывное преобразование температуры. В процессе инициализации датчиков в соответствии с интерфейсом проверяется "ответ датчика" и в случае их отказа (или одного из них) или нарушения связи с ними в служебном регистре flag2 ставятся соответствующие флаги. Кроме этого, ставится также флаг, по которому в дальнейшей работе программы происходит вызов подпрограммы реконфигурации датчиков, что позволяет при восстановлении связи с ними обеспечить работу всей системы в целом без отключения и повторного включения питания блока.

Далее из энергонезависимой памяти в регистры ОЗУ (общего назначения) переносятся значения, сохраненные ранее или записанные при загрузке микроконтроллера: частоты вращения вентилятора, установленной

температуры, служебного регистра, разряды которого определяют режим работы блока управления flag2, и регистра выбора автоматического или ручного управления вентилятором.

По завершении перечисленных этапов в течение примерно 3 с на индикаторы HG2 и HG3 выводятся значения установленной ранее температуры, индикатор HG1 отображает вид управления вентилятором — буквы "P" или "A" (о них ниже). Число включенных светодиодов группы HL1—HL5 указывает выбранную ступень частоты вращения вентилятора. В течение этих трех секунд питание на электровентилятор не подается, что благоприятно сказывается при зимнем пуске двигателя поскольку отсутствует дополнительная нагрузка на батарею аккумуляторов. Указанный промежуток времени назовем для определенности установочным режимом.

Затем происходит самостоятельный переход в основной режим, в котором примерно каждые 3 с программа микроконтроллера вызывает подпрограмму чтения информации о температуре датчиков и согласно принятому алгоритму принимает решение открывать или закрывать электрокран.

Алгоритм работы блока таков: пока температура в воздуховоде или в салоне ниже, чем требуется, электрокран открыт; как только салон прогревается до установленного уровня, электрокран закрывается, микроконтроллер запоминает температуру в воздуховоде и поддерживает ее на этом уровне, периодически проверяя температуру в салоне и корректируя, если необходимо, пределы регулирования температуры в воздуховоде в ту или иную сторону.

В этом состоит преимущество описываемого блока перед серийными, работающими с одним датчиком температуры (например, устанавливаемыми на автомобилях ВАЗ десятого семейства). Блок с двумя датчиками позволяет исключить ситуацию, возникающую в межсезонье: когда при прохладной погоде салон автомобиля нагревается выше заданной температуры и когда отопитель подает холодный воздух, пока не остынет датчик.

Для уменьшения числа проводов, соединяющих блок управления и ручку, а также для упрощения монтажа в устройстве применена динамическая индикация, которая организована путем прерываний от таймера TMR0. Через определенные промежутки времени происходит последовательное выведение информации на индикаторы HG1 — HG3. От микроконтроллера она в последовательном коде поступает на сдвиговый регистр DD2, к которому подключены знакообразующие элементы индикаторов, что позволяет определенными сочетаниями элементов формировать изображение цифр и букв.

Второй сдвиговый регистр DD3 посредством инверторов на транзисторах VT1—VT3 управляет катодами цифровых индикаторов и анодами светодиодов HL1—HL5. Из-за инерции зрения мерцание индикаторов незаметно.

В основном режиме индикаторы HG1—HG3 отображают температуру в салоне автомобиля, а светодиоды HL1—HL5 — выбранную частоту вращения вентилятора (см. табл. 1). Поворотом ручки управления можно установить желаемую частоту вращения. Поворот по часовой стрелке увеличивает частоту на одну ступень, против — уменьшает. При остановленном вентиляторе все светодиоды выключены. Для того чтобы изменить температуру, которую блок должен поддерживать необходимо перейти из основного режима в установочный, для чего кратковременно (не более чем на 1 с) нажимают на ручку от себя, при этом замыкаются контакты кнопки SB1.

В установочном режиме индикаторы HG2 и HG3 показывают число от 15 до 30 — установленную ранее температуру. Поворачивая ручку, изменяют число (по часовой стрелке оно увеличивается, против — уменьшается), тем самым устанавливая желаемую температуру. Шаг установки (переход ручки от одного фиксированного положения к очередному) — 1 °С.

Как было сказано ранее, в установочном режиме индикатор HG1 отображает буквы Р или А. Они обозначают вид управления частотой вращения вентилятора: Р — ручное управление, А — автоматическое. При ручном управлении нужную ступень задают поворотами ручки, а при автоматическом предусмотрены два фиксированных значения: при открывании электрокрана (т. е. когда идет нагревание салона) устанавливается вторая ступень, а при закрывании (охлаждение салона) — первая.

Это позволяет быстрее нагревать салон и более равномерно охлаждать. Для выбора желаемого вида управления вентилятором необходимо, войдя в установочный режим, нажать на ручку и удерживать ее нажатой более 1 с. На табло символы "Р" и "А" будут сменяться с периодом примерно 1 с. Выбрав требуемый вид управления, ручку отпускают. В установочном режиме можно также принудительно открыть или закрыть кран. Например, когда необходимо заменить в системе охлаждающую жидкость, электрокран должен быть открыт. Или если возникает необходимость прекратить протекание охлаждающей жидкости через теплообменник отопителя по тем или иным причинам, то кран закрывают.

Чтобы закрыть электрокран, необходимо, поворачивая ручку против часовой стрелки, установить крайнее значение температуры — число 15. Следующий поворот ручки закроет кран. Открывают его таким же образом, только поворачивают ручку по часовой стрелке и устанавливают число 30. На индикаторах HG2 и HG3 появляются штрихи — условное изображение повышающейся или понижающейся стечением времени температуры. При принудительном управлении электрокраном автоматическое управление вентилятором недоступно, индикатор HG1 будет отображать только букву Р.

После того как в установочном режиме перестали поворачивать ручку и/ или отпустили ее, запускается таймер микроконтроллера на время примерно 3 с. По истечении указанного времени блок возвращается в

основной режим и индикаторы HG1—HG3 показывают значение температуры в салоне.

Если в установочном режиме было выбрано автоматическое управление вентилятором, то при изменении частоты его вращения вручную в основном режиме (что обычно связано с необходимостью получения большей производительности вентилятора) автоматическое управление отменяется, т. е. при открывании или закрывании электрокрана частота вращения меняться не будет.

Как уже было сказано, микроконтроллер считывает температуру обоих датчиков. Выход из строя одного из них (или потеря связи с ним) позволяет сохранить работоспособность системы, при этом блок поддерживает на заданном уровне температуру работающего датчика: салонного или установленного в воздуховоде. В такой ситуации процедуры установки требуемой температуры в установочном режиме и вида управления вентилятором не отличаются от описанных выше.

А вот в основном режиме на табло температура с работающего датчика начинает периодически сменяться символом "Уп1", если работает датчик ВК1, установленный в воздуховоде ("Уп1" означает "управление печкой от ВК1"), или "Уп2", если работает датчик ВК2 в салоне. Это позволяет определить, по температуре какого датчика выполняется управление. Выход из строя или отсутствие связи с обоими датчиками также не фатален для системы. В этом случае в основном режиме табло отображает условное изображение состояния электрокрана: открыт или закрыт (штрихи в табл. 2), которое можно интерпретировать как повышающуюся или понижающуюся с течением времени температуру. На табло условное изображение периодически сменяется символом "1E2". Его можно расшифровать как ошибка (Error) обоих датчиков.

А в установочном режиме возможно только изменять состояние электрокрана: если он открыт, то поворотами ручки кран закрывают, и наоборот. Автоматическое управление вентилятором недоступно.

Во всех описанных случаях управляющие сигналы на электрокран поступают только в основном режиме, что позволяет исключить возможность многократного открывания/закрывания крана в процессе установки требуемой температуры или изменения его состояния.

Для управления вентилятором применено ШИ регулирование. Импульсы управления транзистором VT8 формирует микроконтроллер. Изменением ширины (длительности) импульсов удается регулировать эффективное напряжение на электродвигателе M1 вентилятора от нуля до напряжения бортовой сети. Для согласования уровней напряжения на выходе микроконтроллера и на затворе транзистора VT8 предусмотрены промежуточные транзисторы VT6, VT7. Пять ступеней частоты вращения вентилятора позволяют обеспечить требуемую эффективность обдува лобового стекла автомобиля и обогрева салона при минимуме акустического шума.

2 Опытная экспериментальная часть

2.1 Анализ и обоснование выбора электро-радиоэлементов в схему.

Так как нужно было разработать устройство автоматического управления, в схеме блока управления используются следующие элементы:

Микроконтроллер PIC16F628A

Характеристика RISC ядра:

Тактовая частота до 20МГц

8-уровневый аппаратный стек

Косвенная, относительная и прямая адресация

- все команды выполняются за один машинный цикл, не считая команд ветвления и условия с истинным итогом

Свойства пониженного энергопотребления:

Режим энергосбережения:

- 100нА @ 2.0В (тип.)

Режимы работы:

- 12мкА @ 32кГц, 2.0В (тип.)

- 120мкА @ 1МГц, 2.0В (тип.)

Генератор таймера TMR1:

- 1.2мкА, 32кГц, 2.0В (тип.)

Сторожевой таймер:

- 1мкА @ 2.0В (тип.)

Двухскоростной внутренний генератор:

- Выбор скорости старта 4МГц или 37кГц

- Время выхода из SLEEP режима 3мкс @ 3.0В (тип.)

Периферия:

16 каналов ввода/вывода с индивидуальными битами направления

Сильноточные схемы портов сток/исток, допускающих подключение светодиодов

Модуль аналоговых компараторов:

- 2 аналоговых компаратора
- Внутренний программируемый источник опорного напряжения
- Внутренний или внешний источник опорного напряжения
- Выводы компараторов могут быть подключены на выводы микроконтроллера

TMR0: 8-разрядный таймер/счетчик с программируемым делителем

TMR1: 16-разрядный таймер/счетчик с внешним генератором

TMR2: 8-разрядный таймер/счетчик с программируемым делителем и постделителем

CCP модуль:

- разрешение захвата 16 бит
- разрешение сравнения 16 бит
- 10-разрядный ШИМ

Адресуемый USART модуль

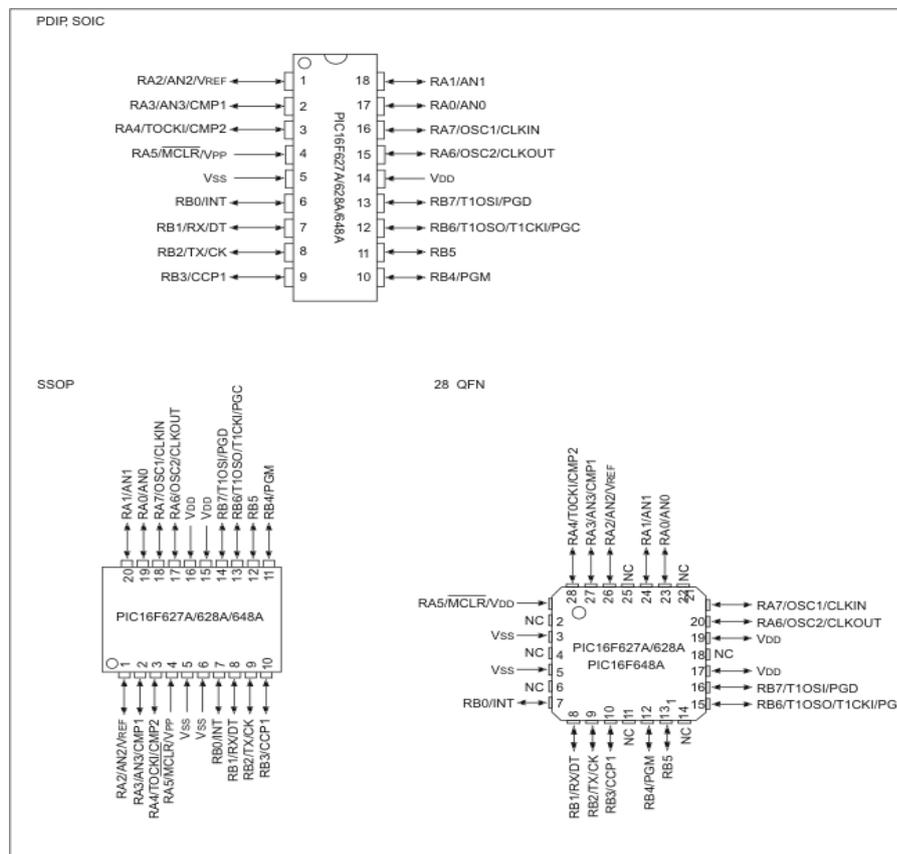


Рисунок 2.1.1 Расположение выводов

Микросхема стабилизатора напряжения кр142eh5а. кр -идентификатор микросхемы, 142-положительная полярность, 5-выходной ток 0,5А, еh-диапазон рабочих температур от - 45 ...+ 100 °С , а-тип корпуса ТО-220.

Основные электрические параметры КР14Н5А при Токр. среды = 25 °С

Название	Значение параметра,
режим измерения	Обозначение Ед.
изм. Min Max	
Выходное напряжение	
($U_i = 7,5 \dots 15$ В; $I_o = -10$ мА; $C_i = 2,2$ мкФ; $C_o = 1,0$ мкФ)	U_o В 4,9 5,1
Коэффициент нестабильности по напряжению	
($U_i = 7,5 \dots 15$ В; $C_i = 2,2$ мкФ; $I_o = -10$ мА; $C_o = 1,0$ мкФ)	K_{ui} % / В 0,05
Температурный коэффициент нестабильности U_o	
($U_i = 7,5 \dots 15$ В; $C_i = 2,2$ мкФ; $I_o = -10$ мА; $C_o = 1,0$ мкФ)	α_{uo} % / В 0,02
Коэффициент нестабильности по току	
($U_i = 8,3 \dots 15$ В; $C_i = 2,2$ мкФ; $I_o = -1,5$ А; $C_o = 1,0$ мкФ)	K_{io} % / А 1,33
Ток потребления	
($U_i = 7,5 \dots 15$ В; $C_i = 2,2$ мкФ; $C_o = 1,0$ мкФ)	$I_{сс}$ мА 10
Значения предельно допустимых электрических режимов эксплуатации	

КР142ЕН5А

Параметры Обозначение Ед. измерения Значение

Входное напряжение U_i В 15

Выходной ток при рассеиваемой мощности

на корпусе ($P_{tot} \leq P_{tot \max}$) $I_o \max$ А 1,5

Рассеиваемая мощность (с теплоотводом) $P_{tot \max}$ Вт 10,0

Рассеиваемая мощность (без теплоотвода) $P_{tot \max}$ Вт 1,5

$T_{корп.} = - 45 \dots + 70$ °С

$T_{корп.} = - 45 \dots + 100$ °С

В схеме для управления током используются биполярные транзисторы КТ315Б, КТ3102Б, КТ3107Б с техническими параметрами:

Структура	npn
Максимальное напряжение к-б при заданном обратном токе к и разомкнутой цепи э.(Укбо макс),В	100
Максимальное напряжение к-э при заданном токе к и разомкнутой цепи (Укэо макс),В	100
Максимально допустимый ток к (Iк макс.А)	5
Статический коэффициент передачи тока	
h21э	1000
Граничная частота коэффициента передачи ток Fгр,МГц	4
Максимальная рассеиваемая мощность, Вт	65
Корпус	to220ab

В схеме для стабилизации напряжения в необходимых каскадах стоят стабилитроны КР142ЕН8Б и КР142ЕН5А с техническими параметрами:

Мощность рассеяния, Вт	.3
Минимальное напряжение стабилизации, В	4.2
Номинальное напряжение стабилизации, В	4.7
Максимальное напряжение стабилизации, В	5.2
Статическое сопротивление Rст., Ом	56
при токе I ст, мА	10
Температурный коэффициент напряжения стабилизации а Uст., %/С	

0.01

Временная нестабильность напряжения стабилизации dUст., В	1
Минимальный ток стабилизации Iст.мин.,мА	3
Максимальный ток стабилизации Iст.макс.,мА	58
Рабочая температура, С	60...125
Корпус	kd-4-1
Диод КД213А с техническими параметрами:	
Материал	кремний
Максимальное постоянное обратное напряжение, В	200
Максимальное импульсное обратное напряжение, В	240

Максимальный прямой ток, А	1
Макс. допустимый прямой импульсный ток, А	30
Максимальный обратный ток, мкА	5
Максимальное прямое напряжение, В	0.95
при $I_{пр.}$, А	1
Максимальное время обратного восстановления, мкс	0.035
Общая емкость Сд, пФ	8
Рабочая температура, С	65...150
Корпус	do204al
Уровень выходной мощности и выбранный режим работы блока можно	

визуально определить по яркости и цвету светодиодов:

Светодиоды типа WP1053YDT с техническими параметрами:

Материал	гап
Цвет свечения	зеленый, желтый, оранжевый
Длина волны, нм	568-625
Минимальная сила света I_v мин., мКд	20-30
Максимальная сила света I_v макс., мКд	40-80
при токе $I_{пр.}$, мА	10
Видимый телесный угол, град	30
Цвет линзы	бесцветный
Форма линзы	круглая
Размер линзы, мм	5
Максимальное прямое напряжение, В	2.5
Максимальное обратное напряжение, В	5
Максимальный импульсный прямой ток, мА	30
Рабочая температура, С	40...85

Для устойчивой работоспособности устройства в меняющихся температурных условиях в схему добавлен кварцевый резонатор HC-49US2 с техническими параметрами:

Тип корпуса	HC49/U
-------------	--------

Частота, МГц	8
Интервал рабочих температур, С	40...+70°С
Динамическое сопротивление	25 Ом
Также в схеме присутствуют:	
Резисторы МЛТ ГОСТ 7113-77 с номиналами от 100 Ом до 100 кОм.	
Конденсаторы типов: К10-17, К50-20.	
Переключатель типа СА9МV.	

2.2 Поверочный электрический расчет узла

Исходные данные: Напряжение на коллекторе $E_k=20В$;
 Сопротивление на коллекторе $R_K=1$ кОм; Сопротивление на базе $R_B=2$ кОм;
 Напряжение коллектор-база $|U_m| = 6В$; Постоянная времени цепи
 $r_\beta = 500нс$; Статический коэффициент передачи $\beta = 100$; Ёмкость
 коллектора $C_K = 7пФ$; Ёмкость эмиттера $C_Э = 7пФ$; Задержка включения
 транзистора при $U_{нор} = 0$

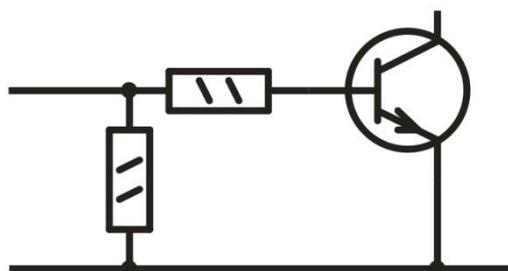


Рисунок 8 Схема транзисторного ключа.

Определим задержку включения транзистора при $U_{нор} = 0$

$$t_{з\text{ вкл}} = 0,7r_{вх} = 0,7(C_K + C_Э)R_B,$$

где C_K - ёмкость коллектора, пФ

$C_Э$ - ёмкость эмиттера, пФ

$$t_{з\text{ вкл}} = 0,7 \times 14 \times 10^{-12} \times 2 \times 10^3 = 19,6 нс$$

Для определения длительности фронта включения находим эквивалентную постоянную транзистора:

$$r_{ЭК} = r_{\beta} + R_K C_K (\beta + 1),$$

где r_{β} - постоянная времени цепи, нс

R_K - сопротивление на коллекторе, кОм

R_B - Сопротивление на базе, кОм

$$r_{ЭК} = 500 \times 10^{-9} + 1 \times 10^3 \times 7 \times 10^{-12} \times 101 = 1207 \text{ нс}$$

и степень насыщения

$$S = I_B^+ \beta / I_{KH},$$

где I_B^+ - ток базы, мА

β - статический коэффициент передачи

I_{KH} - ток коллектора насыщения, мА

$$I_{KH} = \frac{E_K}{R_K},$$

где E_K - напряжение на коллекторе, В

R_K - сопротивление на коллекторе, кОм

$$I_{KH} = \frac{20}{1 \times 10^{-3}} = 20 \text{ мА};$$

$$I_B^+ = I_B^- = |U_m| R_B,$$

где $|U_m|$ - напряжение коллектор-база, В

R_B - сопротивление на базе, кОм

$$I_B^+ = \frac{6}{2 \times 10^3} = 3 \text{ мА};$$

$$S = 3 \times 10^3 \times \frac{100}{20 \times 10^{-3}} = 15$$

Т.к. $S > 1$, то

$$t_{\phi_{вкл}} = \frac{r_{ЭК}}{S},$$

где $r_{ЭК}$ - эквивалентная постоянная, нс

S - степень насыщения

$$t_{\phi_{вкл}} = 1207 \times 10^{-9} / 15 = 80 \text{ нс}$$

Общее время включения транзистора

$$t_{вкл} = t_{з_{вкл}} + t_{\phi_{вкл}},$$

где $t_{з_{вкл}}$ - задержка включения, нс

$t_{\phi_{вкл}}$ - длительность фронта включения, нс

$$t_{вкл} = 19 \times 10^{-9} + 80 \times 10^{-9} = 99 \text{ нс.}$$

Задержка выключения

$$t_{з_{вык}} = 2,3 r_{ЭК} \lg \frac{\beta(I_B^- + I_B^+)}{\beta I_B + I_{КН}},$$

где $r_{ЭК}$ - эквивалентная постоянная, нс

β - статический коэффициент передачи

I_B - ток базы, мА

$I_{КН}$ - ток коллектора насыщения, мА

$$t_{з_{вык}} = 2,3 \times 1207 \times 10^9 \lg \frac{100(3 \times 10^{-3} + 3 \times 10^{-3})}{100 \times 3 \times 10^{-3} + 20 \times 10^{-3}} = 758 \text{ нс.}$$

Длительность фронта выключения

$$t_{\phi_{вык}} = 2,3 r_{ЭК} \lg \frac{I_{КН} + \beta I_B}{\beta I_B},$$

Где $r_{ЭК}$ - эквивалентная постоянная, нс

$I_{КН}$ - ток коллектора насыщения, мА

β - статический коэффициент передачи

I_B - ток базы, мА

$$t_{\phi_{вык}} = 2,3 \times 1207 \times 10^9 \lg \frac{20 \times 10^{-3} + 100 \times 3 \times 10^{-3}}{100 \times 3 \times 10^{-3}} = 56 \text{ нс.}$$

Общее время выключения транзистора

$$t_{вык} = t_{з_{вык}} + t_{\phi_{вык}} = 758 \times 10^{-9} + 56 \times 10^{-9} = 814 \text{ нс.}$$

Где $t_{з_{вык}}$ - длительность фронта выключения, нс

$t_{\phi_{вкл}}$ - длительность фронта включения, нс

$$t_{сблк} = 758 \times 10^{-9} + 56 \times 10^{-9} = 814 \text{ нс.}$$

В ходе проверочного расчёта было определено, что время срабатывания и время переключения удовлетворяет требованиям схемы.

3 Технологический раздел.

3.1 Расчет показателей ремонтпригодности изделия.

Проблема надёжности является одной из важнейших проблем современной радиоаппаратуры. Эффективность применения радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) любого назначения в случае надёжной работы весьма мала. Недостаточная надёжность РЭА приводит к повышению эксплуатационных расходов и в известной мере тормозит широкое применение различных видов современной РЭА, например, средств вычислительной техники, автоматических систем.

Главными причинами, породившими проблему надёжности, являются следующие:

- Непрерывный рост сложности РЭА.
- Усложнение условий эксплуатации.
- Количественный рост РАЗ.

Основные термины и определения надёжности.

Надёжность - свойство изделия выполнять заданные функции в определённых условиях в течение определённого времени и сохранять характеристики в допустимых пределах. Надёжность это комплексное свойство, которое определяется ремонтпригодностью, безотказностью и долговечностью.

Безотказность - свойство элемента постоянно сохранять работоспособность в течение периода времени.

Долговечность - свойство элемента сохранять работоспособность до наступления предельной нагрузки при заданном значении.

Предельное состояние - состояние, при котором должна быть остановлена работа элемента по причине превышения требований безопасности или из-за невозможности устранить превышение допустимых параметров.

Ремонтопригодность - приспособленность элемента к устранению предупреждению и обнаружению повреждений.

Наработка - продолжительность или объём работы производственного изделия.

Основные критерии надёжности разбиваются на две группы:

А) Надёжность невосстанавливаемых изделий.

Наименование ЭРЭ	Кол- во N, шт	Интенсивн ость отказов, $\lambda_0 * 10^{-6}, 1$ /ч	Кн	α	$\lambda_p = \lambda_0 * N$	Время восста новле ния, t_s , ч	$\lambda_s = t_s * \lambda_0 *$
Конденсатор керам	3	0,4	0,7	0,8	0,67	0,6	0,7
Конденсатор эл.	3	1,4	0,7	2,75	8,09	0,7	2,9
Резистор 0,125 Вт	29	0,5	0,5	0,82	5,95	0,3	4,3 5
Звуковой излучатель	1	0,7	0,8	0,82	0,46	1,5	0,4 9
Микросхемы	3	0,3	1	0,65	0,59	0,5	1,5
Резонатор кварц.	1	1,4	1,2	2,6	4,37	0,5	0,7
Транзисторы бипол.	8	1,2	0,7	0,65	4,37	0,45	4,3
Транзисторы полев	1	1,5	0,7	0,65	0,68	0,45	0,7
Фототранзистор ы	2	1,2	0,7	0,65	1,09	0,45	1,1
Эл. Двигатель	1	3	0,8	4,5	10,8	0,7	2,1

Кнопка	1	1,4	1,2	1	1,68	0,5	0,3 5
Разъемы	3	1	1	2	6	0,02	0,0 6
Сдвиговые регистры	2	0,3	1	0,65	0,39	0,5	0,3
Диоды	1	0,3	0,7	1,45	0,31	0,5	0,1 5
Датчики темп.	2	0,3	1	0,65	0,39	0,5	0,3
Светодиоды	5	1,1	0,7	1,45	5,58	0,5	2,7 5
Светодиодные инд.	3	1,4	0,7	1,45	4,26	0,5	2,1
Стабилизаторы напр	2	1,5	1	0,65	0,95	0,5	1,5

Б) Надёжность восстанавливаемых изделий.

Изделия, не подлежащие ремонту (электрорадиоэлементы, модули, микросхемы), изделия разового действия, изделия многократного действия, непрерывность в работе которых не называются такие изделия, которые в процессе срывает выполняемую операцию, и её надо начинать снова, если устранение отказа возможно.

Изделия, которые в процессе выполнения функций допускают ремонт (радиоприёмники, телевизоры, блоки питания). Если произойдёт сбой такого изделия, то он вызывает прекращение работоспособности изделия только на период устранения сбоя.

Отказы, возникающие в радиоэлектронной аппаратуре, являются случайным событием. Поэтому основные показатели надёжности оценивают среднюю характеристику изделия.

Далее проведен расчет надежности универсального блока управления тиристорами.

Данные расчета занесены в таблицу.

Рассчитаем время наработки на отказ изделия по формуле:

$$T_o = \frac{1}{\Sigma\lambda_{\text{раб}}}$$
$$T_o = \frac{1}{78,44 \times 10^{-6}} = 12748,6 \text{ ч}$$

Рассчитаем надежность устройства из условия, что устройство отработает 1000 часов по формуле:

$$P(tp) = e^{-\lambda t},$$

Где, e – основание натурального логарифма;

λ – интенсивность отказов;

t – время, которое должно проработать устройство

$$P(tp) = 2,72^{-141,77 \times 10^6 \times 10^3} = 0,584$$

Из расчета блока управления видно, что надежность данного устройства относительно высока при условии, что устройство отработает 1000 часов.

$$T_s = \frac{\Sigma\lambda_B}{\Sigma\lambda_P}$$

$$T_s = \frac{48,15}{78,44} = 0,67 = 36,8 \text{ мин.}$$

3.2 Организация рабочего места по обслуживанию.

Рабочим местом называется место, отведенное для временного или постоянного нахождения сотрудника в процессе работы.

Рабочее место должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечивались комфортные условия для сотрудника, позволяющие выполнять технологические процессы.

Под организацией рабочего места понимается выбор рабочей мебели, зоны расположения инструментов и рабочей позы, систем управления и указателей.

Рабочая мебель соответствовать роду выполняемой деятельности.

Для сохранения здоровья человека большое значение имеет выбор рабочей позы. Которая зависит от предстоящей физической нагрузки и какая группа мышц будет работать. При наклонной рабочей позе нагрузка возрастает в несколько раз, и может привести к заболеваниям сердечно-сосудистой системы и травмам.

Более удобными и безопасными являются рабочие позы, при которых проекция центра тяжести тела человека находится в пределах площади опоры.

Рабочей зоной является часть пространства высотой до двух метров над уровнем пола или площадки, на которой находится место пребывания сотрудника. Существуют оптимальные и допустимые рабочие зоны.

В оптимальной зоне для выполнения задач тратиться меньше усилий. Рабочие зоны следует проектировать, чтобы при выполнении задачи не допускалось предельного сгибания и разгибания рук. В рабочей зоне находятся материалы, органы управления, инструменты.

Органы управления бывают ручными и ножными. Если требуется необходимо приложить большие усилия, а большая точность не нужна, то целесообразно использовать ножные органы управления.

Если при управлении требуется высокая точность, то следует использовать ручное управление. Ручные органы управления чаще всего располагаются на высоте между локтевым и плечевым суставами.

Как правило, зрительные индикаторы размещаются на центральной части панели, а ручки и тумблеры управления находились снизу или с боковой стороны.

В последнее время на предприятиях радиоэлектронной промышленности большое внимание уделяют технической эстетике. Сутью

технической эстетики является разработка способов положительного эмоционального воздействия на человека в процессе труда.

Все, что окружает сотрудника на производстве, должно создавать хорошее настроение, способствовать снятию нервных перегрузок и других вредных воздействий, а также повышать производительность труда.

Техническая эстетика занимается вопросами эстетизации процесса труда, продукта труда и окружающей рабочей среды. Эстетизация процесса труда определяет культуру производства на всех этапах разработки, внедрения и организации технологического процесса.

Синий, голубой и зеленый цвет оказывают успокаивающее влияние, уменьшает зрительную утомляемость, способствует замедлению пульса и понижению давления. Неяркие желтые тона вызывают ощущение теплоты, голубые — прохлады, фиолетовый — оказывает раздражающее и угнетающее влияние.

Существуют таблицы цветовых тонов, по которым можно выбрать цветовую гамму окраски интерьеров и оборудования в зависимости от характера производства и тех операций, которые приходится выполнять человеку. Так, при монотонной работе, требующей постоянного напряжения, рекомендуется зеленая и сине-зеленая гамма цветов.

Если выполняемая работа требует периодической умственной или физической нагрузки, предпочтительнее использовать оттенки теплых тонов — желтые, бежевые.

Краска применяется не только для создания определенного настроения у сотрудника, но и для предупреждения о грозящей ему угрозы, а также травме. Согласно ССБТ красной краской окрашиваются аварийные кнопки, краны, ручки, с помощью которых выключаются установки или машины.

4 Экономический раздел.

4.1 Расчёт стоимости сборки платы устройства

Себестоимость — это качественно важный показатель работы. В нем отражаются как успехи, так и недостатки в работе. Это все затраты на производство и реализацию товара выраженные в денежной форме. На предприятии затраты на производство продукции группируются по экономическим элементам и по калькуляционным статьям. Группировка затрат по экономическим элементам позволяет определить смету затрат на производство всех видов продукции в целом по предприятию. Группировка затрат по калькуляционным статьям позволяет определить себестоимость единицы продукции. По способу отнесения на себестоимость затраты делятся на прямые и косвенные. Прямые затраты те, которые непосредственно связаны с выпуском данного изделия. Косвенные затраты связаны с работой цеха или в целом всего предприятия.

Расчет стоимости материалов

Расчет стоимости материалов складывается из стоимости основных, вспомогательных материалов и стоимости покупных полуфабрикатов. Стоимость основных, вспомогательных материалов рассчитывается исходя из норм расхода, цена за единицу. Стоимость покупных полуфабрикатов, то есть, стоимость электрорадиоэлементов рассчитывается исходя из количества радиоэлементов каждого наименования и цены. Количество и перечень радиоэлементов определяется по принципиальной электрической схеме, которая прилагается к дипломной работе.

Таблица 4.1.1 Расчет стоимости покупных полуфабрикатов

Тип, марка	ГОСТ	Количес тво	Цена за шт. (руб.)	Сумма (руб.)
Стабилизатор напряжения 7805	ТО-220	1	15	15

Диод 1N4001	РВ 0015-002-2012, СРПП ВТ	2	2	4
Конденсаторы	27778-88	8	20	160
Кнопочный переключатель КП - 1	АУБК.642240.007. ТУ	7	40	240
Кварцевый резонатор НС-49U	-	1	8	8
Микроконтроллер АТmega8-16PI	-	1	90	90
Реле HJR-3FF-S	-	1	22	22
Транзистор КП501А	19095-73	1	8	8
Резистор	24238-84	5	5	25
Светодиод L-934 LGD	Р 54814-2011	1	10	10
Датчик температуры	-	1	170	170
Звуковой излучатель	-	1	20	20
Итого:		30		628

Транспортно-заготовительные расходы связаны с доставкой сырья, материалов на предприятие. Расчёт их определяем в процентах от стоимости всех материалов на годовую программу. Процент транспортно-заготовительных расходов принимаем 3%.

Стоимость материала с учётом транспортно-заготовительных расходов, Смах.тр.р., рублей составляет:

$$C_{\text{маг.гр.р}} = C_{\text{маг}} (1+3/100), \text{ руб.}$$

$$C_{\text{маг.гр.р}} = 646.84 \text{ руб.}$$

Для определения заработной платы необходимо определить стоимость выполнения монтажа радиоэлементов, которые включают в себя следующие операции: установку, пайку, промывку.

Стоимость выполненных работ определяется исходя из трудоемкости и разряда работ по следующей формуле:

$$ЗП = T_{\text{шт}} * T_{\text{ст}}, \text{ руб.}$$

где $T_{\text{шт}}$ — трудоемкость работ;

$T_{\text{ст}}$ — тарифная ставка разряда выполненной работы.

Трудоемкость для каждого вида работ указана в таблице нормативных документов. Трудоемкость на установку дается в зависимости от видов радиоэлементов. Заработная плата рабочего по монтажу в зависимости от радиоэлементов составит:

Для резисторов типа С2-23

Установка $0,007 * 65,1 = 0,46$ руб.

Пайка $0,002 * 86,18 = 0,17$ руб.

Промывка $0,001 * 36,78 = 0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,67 руб.

Для транзисторов типа КП501А

Установка $0,005 * 65,1 = 0,33$ руб.

Пайка $0,002 * 86,18 = 0,17$ руб.

Промывка $0,001 * 36,78 = 0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,54 руб.

Для стабилизатора напряжения типа LM 7805

Установка $0,006 * 65,1 = 0,39$ руб.

Пайка $0,002*86,18=0,17$ руб.

Промывка $0,001*36,78=0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,6 руб.

Для диодов типа 1N4001

Установка $0,004*65,1=0,26$ руб.

Пайка $0,002*86,18=0,17$ руб.

Промывка $0,001*36,78=0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,47 руб.

Для кнопочных переключателей типа ТС0103

Установка $0,004*65,1=0,26$ руб.

Пайка $0,002*86,18=0,17$ руб.

Промывка $0,001*36,78=0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,47 руб.

Для кварцевого резонатора типа НС-49U

Установка $0,003*65,1=0,20$ руб.

Пайка $0,002*86,18=0,17$ руб.

Промывка $0,001*36,78=0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,41 руб.

Для конденсаторов типа К10-17а-Н50

Установка $0,005*65,1=0,33$ руб.

Пайка $0,002*86,18=0,17$ руб.

Промывка $0,001*36,78=0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,54 руб.

Для конденсаторов типа К50-35

Установка $0,005 * 65,1 = 0,33$ руб.

Пайка $0,002 * 86,18 = 0,17$ руб.

Промывка $0,001 * 36,78 = 0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,54 руб.

Для конденсаторов типа РСХ-30F

Установка $0,005 * 65,1 = 0,33$ руб.

Пайка $0,002 * 86,18 = 0,17$ руб.

Промывка $0,001 * 36,78 = 0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,54 руб.

Для микроконтроллера типа АТmega8-16PI

Установка $0,003 * 65,1 = 0,2$ руб.

Пайка $0,002 * 86,18 = 0,17$ руб.

Промывка $0,001 * 36,78 = 0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,41 руб.

Для реле типа НJR-3FF-S

Установка $0,006 * 65,1 = 0,39$ руб.

Пайка $0,002 * 86,18 = 0,17$ руб.

Промывка $0,001 * 36,78 = 0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,6 руб.

Для датчика температуры типа DS18B20

Установка $0,007 * 65,1 = 0,46$ руб.

Пайка $0,002 * 86,18 = 0,17$ руб.

Промывка $0,001 * 36,78 = 0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,67 руб.

Для звукового излучателя типа HC0901F

Установка $0,005 * 65,1 = 0,33$ руб.

Пайка $0,002 * 86,18 = 0,17$ руб.

Промывка $0,001 * 36,78 = 0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,54 руб.

Для светодиода типа L-934LGD

Установка $0,004 * 65,1 = 0,26$ руб.

Пайка $0,002 * 86,18 = 0,17$ руб.

Промывка $0,001 * 36,78 = 0,04$ руб.

Стоимость заработной платы в денежном выражении составляет 0,47 руб.

Общая тарифная заработная плата рабочего составит:

$$\begin{aligned} \text{ЗП}_{\text{тар}} &= 0,67 + 0,54 + 0,6 + 0,47 + 0,47 + 0,41 + 0,54 + 0,54 + 0,54 + 0,41 + 0,6 \\ &+ 0,67 + 0,54 + 0,47 \end{aligned}$$

$$\text{ЗП}_{\text{тар}} = 7,47 \text{ руб.}$$

Фонд заработной платы любой категории работающих состоит из фонда основной заработной платы, рассчитанной по тарифам и расценкам премий и различных доплат, согласно принятой системы заработной платы на предприятии. Фонд дополнительной зарплаты, в который входят оплата: гособязанностей, отпуска, ночные и так далее которые составляют 40% фонда основной заработной платы. Отчисления во внебюджетные фонды определяются в процентах (30%) от общей суммы основной и дополнительной зарплаты.

По премиальному положению процент премии основных рабочих установлен в размере 38%. В результате основная заработная плата будет складываться из тарифной заработной платы и премии:

$$\text{ЗП}_{\text{осн}} = \text{ЗП}_{\text{тар}} + \text{ЗП}_{\text{тар}} * 0,38, \text{ руб.}$$

$$\text{ЗП}_{\text{осн}} = 7,47 + 7,47 * 0,38 = 10,31 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется от основной заработной платы в размере 40% ($d = 40\%$).

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_{\text{осн}} * d, \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{доп}} = 10,31 * 0,40 = 4,12 \text{ руб.}$$

Общий фонд заработной платы складывается из основного и дополнительного фондов:

$$ЗП_{\text{общ}} = ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}}, \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{общ}} = 10,31 + 4,12 = 14,43 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды составляют 30% от общей заработной платы ($d = 30\%$).

$$С_{\text{соц}} = ЗП_{\text{общ}} * d, \text{ руб.}$$

$$С_{\text{соц}} = 14,43 * 0,3 = 4,33 \text{ руб.}$$

К косвенным расходам относятся затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые расходы, общезаводские расходы.

В смету расходов на содержание и эксплуатацию оборудования включаются затраты на содержание амортизацию и текущий ремонт производственного оборудования. Эти затраты определяются в процентах от основной заработной платы основных рабочих ($d = 200\%$).

$$С_{\text{с.э.об}} = ЗП_{\text{осн}} * d, \text{ руб.}$$

$$С_{\text{с.э.об}} = 10,31 * 2 = 20,62 \text{ руб.}$$

В смету цеховых расходов включаются расходы по управлению и обслуживанию цеховых зданий. При укрепленных расчетах цеховые расходы определяются в процентах от основной заработной платы основных рабочих. Принимаем процент цеховых расходов в размере 250 % ($d = 250\%$).

$$С_{\text{цех.р.}} = ЗП_{\text{осн}} * d, \text{ руб.}$$

$$С_{\text{цех.р.}} = 10,31 * 2,5 = 25,78 \text{ руб.}$$

Общезаводские расходы включают затраты по общему управлению. Определяются в процентах от основной заработной платы основных рабочих ($d = 200\%$).

$$С_{\text{общ}} = ЗП_{\text{осн}} * d, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{общ}} = 10,31 * 2 = 20,62 \text{ руб.}$$

Оптовая цена изделия складывается из полной себестоимости и прибыли. В зависимости от того, где затраты произведены различают цеховую себестоимость. В ней отражаются затраты, связанные с изготовлением изделия в цехе. Цеховая себестоимость включает следующие затраты.

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{мат}} + C_{\text{соц}} + 3П_{\text{осн}} + 3П_{\text{доп}} + C_{\text{с.э.об}} + C_{\text{цех.р}}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{цех}} = 646,84 + 4,33 + 10,31 + 4,12 + 20,62 + 25,78 = 712 \text{ руб.}$$

Производственная себестоимость включает цеховую себестоимость и общезаводские расходы.

$$C_{\text{произ}} = C_{\text{цех}} + C_{\text{общ}}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{произ}} = 712 + 14,43 = 726,43 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость включает производственные и внепроизводственные расходы.

В непроизводственные расходы включают в себя расходы, связанные с реализацией продукции: расходы на упаковку, отгрузку. Она определяется в процентах от производственной себестоимости ($d = 5\%$).

$$C_{\text{в.пр}} = C_{\text{произ}} * d, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{в.пр}} = 726,43 * 0,05 = 36,32 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пол}} = C_{\text{в.пр}} + C_{\text{произ}}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пол}} = 36,32 + 726,43 = 762,75 \text{ руб.}$$

Оптовая цена изделия включает полную себестоимость и прибыль. Прибыль принимается в размере 20% от полной себестоимости ($d = 20\%$).

$$C_{\text{приб}} = C_{\text{пол}} * d, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{приб}} = 762,75 * 0,2 = 152,55 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{опт}} = C_{\text{пол}} + C_{\text{приб}}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{опт}} = 762,75 + 152,55 = 915,3 \text{ руб.}$$

Оптовая цена печатной платы по результатам расчетов составила 915.3 рублей.

5 Производственная безопасность жизнедеятельности.

5.1 Анализ потенциально опасных и вредных факторов при изготовлении изделия.

К самостоятельному труду разрешается приступать только после прохождения инструктажа на рабочем месте и усвоения безопасных методов и приемов их выполнения.

При переводе на новый вид работы приступить к работе можно только получив от мастера соответствующий инструктаж о безопасных способах выполнения.

Работу следует выполнять только исправными инструментами, приспособлениями и на исправном оборудовании.

Весь инструмент используется только по его прямому назначению.

Все замеченные неисправности оборудования и возникшие во время выполнения работы опасности необходимо сообщать мастеру.

В случае получения травмы необходимо прекратить работу, сообщить об этом мастеру и обратиться в медпункт за получением медицинской помощи.

В сооружениях, где проводятся работы, запрещено хранение личных вещей, приём пищи.

Нужно строго соблюдать правилам передвижения в цехах и на территории предприятия (пользоваться установленными переходами, не перелезать через конвейеры, транспортеры, штабеля деталей, ограждения, тару, отходы производства и т.д.). При движении транспорта и перемещении кранами грузов следует отходить с пути их движения в сторону. Под поднятым грузом запрещается стоять и ходить. Одежда не должна быть тесной, и иметь свисающие концы. Волосы необходимо убрать под плотно облегающий головной убор.

В процессе выполнения работы нужно следить за исправностью, инструментов, оборудования и приспособлений, поддерживать на рабочем

месте порядок и чистоту; не отвлекать от работы других сотрудников разговорами и не отвлекаться самому.

При производстве радиоэлектронной аппаратуры широко используют изоляционные материалы, в процессе работы которых образуется много пыли, и выделяется газ разложения материала. Поэтому станки обязательно должны быть оборудованы собственной вытяжной вентиляцией.

Детали склеивают клеями на основе фенолформальдегидных, эпоксидных и кремнийорганических смол. Фенолформальдегидные смоляные клеи (88, 88Н, ВИАМ-Б-3 и др.)

Токсичны и огнеопасны (вызывают заболевания кожи рук, раздражение дыхательных путей). Кремнийорганические клеи (КТ-17) представляют собой растворы кремнийорганической смолы в органических растворителях (толуол) и оказывают отрицательное воздействие на кровь, кровеносные органы и центральную нервную систему.

Токсичными являются так же эпоксидные клеи. Вредное воздействие оказывают на организм человека и клеи БФ, БФ2, БФ4, состоящие из спиртового раствора фенольных и поливиниловых смол, а также многие другие. Общей мерой, устраняющей воздействие вредных выделений при работе с клеями, является использование местной вытяжной вентиляции.

Электромонтажные работы ведутся в основном с применением пайки. Поэтому, необходимо использовать защитные меры, для предотвращения отравлений.

Флюсы, применяемые при пайке (канифольно-спиртовой, хлористый цинк), также являются токсичными. Так, канифоль вызывает раздражение кожи и появление сыпи, а Фтористый цинк — ожог кожи и слизистой оболочки.

Для предотвращения вредного воздействия все припои, флюсы и другие химические вещества должны храниться в специальном плотно закрытом ящике. Помимо общей приточно-вытяжной вентиляции рабочее место пайки оборудуется местной вентиляцией, обеспечивающей

концентрацию свинца в рабочей зоне не больше предельно допустимой нормы (0,01 мг/м³).

При работе с паяльником необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать ожогов, особенно при использовании паяльников мощностью 200...300 Вт, применяемых для пайки крупных деталей. Большой осторожности требует также лужение концов проводов и выводов радиодеталей при использовании ванночки с расплавленным припоем. При зачистке изоляции путем обжига происходит выделение дыма с тяжелым и неприятным запахом. Поэтому при обжиге большой партии проводов необходимо пользоваться вытяжным шкафом с хорошей вентиляцией.

Выполнения многих технологических процессов связано с большим напряжением зрения, поэтому необходимо хорошо освещенное рабочее место. В сборочных цехах суммарная освещенность (общая + местная) должна составлять 1000...2000 лк. Светильники должны обеспечивать рассеянный свет без резких теней.

5.2 Техника безопасности при монтаже изделия.

При выполнении работ, связанных с пайкой и лужением, необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. В противном случае сотрудник может нанести вред своему здоровью.

К проведению работ, связанных с пайкой и лужением, допускаются лица, достигшие совершеннолетия. Работники должны пройти специальную подготовку. Должны в совершенстве знать правила охраны труда, уметь правильно обращаться с инструментами, приспособлениями и грузами. Если при выполнении пайки или лужки у работника возникли какие-либо проблемы, он должен незамедлительно обратиться к начальству, а не пытаться решить проблему своими силами.

Очень важно отнестись к соблюдению техники безопасности, так как при пайке и лужении, на работника воздействуют различные вредные вещества. К которым следует отнести повышенную загазованность воздуха

парами химических веществ, пожароопасность, брызги флюсов и припоев, повышенную температуру воздуха рабочей зоны. В данном случае крайне важно иметь средства индивидуальной защиты.

В работе важно использовать качественные материалы и инструменты. Так, припой прутки должны отвечать всем стандартам. Припои используют при пайке изделий из латуни, бронзы, меди. Руководители должны провести грамотный инструктаж по работе с этим инструментом.

Работы, связанные с пайкой и лужением, должны проводиться в специально оборудованных и предварительно подготовленных помещениях. Обязательно должна присутствовать система вентиляции. Вентиляционные установки должны быть оснащены звуковой и световой сигнализацией.

В работе важно использовать качественные и исправные инструменты. Согласно правилам технической документации, паяльник должен пройти специальную проверку и испытания. Класс данного оборудования в обязательном порядке должен соответствовать условиям производства и категории помещения. Также нужно позаботиться о защите кабеля паяльника от соприкосновения с горячими предметами и защите от случайного механического повреждения.

Большое значение имеет подготовка рабочего места. Оно должно быть оборудовано вентиляцией. Не допускается проводить пайку и лужку без использования специальных защитных очков.

Заключение.

В ходе разработки данной бакалаврской работы было спроектировано устройство автоматического управления отопителем. Были произведены следующие действия:

- Выбор радиоэлементов,
- Расчет показателей надежности и ремонтпригодности,
- Расчет стоимости устройства автоматического управления отопителем,
- Спроектирована схема электрическая принципиальная,
- Спроектирован сборочный чертеж и печатная плата устройства,

Данные расчеты показали нам что, устройство достаточно надежное (т.е. имеет 12,7 тыс. часов на 1 отказ), не дорогая себестоимость обуславливается серийным производством и дешевизной выбранных компонентов,(915,3 руб/ 1 устройство),

Список используемой литературы.

1. Машины постоянного тока Электродвигатели и генераторы
2. Лаврентьев Б.Ф. Схемотехника электронных средств. – М.: Академия, 2010
3. Галле К. Как проектировать электронные схемы. – М.: ДМК Пресс. 2009
4. Сукер К. Силовая электроника. Руководство разработчика. – М.: Додэка
5. Интернет ресурсы:
 - 5.1 www.ph4s.ru – Книги. Электроника, схемотехника
 - 5.2 www.chipdip.ru – Приборы и электронные компоненты
 - 5.3 www.radiofan.ru - Схемы, справочники, программы
6. Ямпурин Н.П.: Электроника. - М.: Академия, 2011
7. Воронков Э.Н.: Твердотельная электроника. - М.: Академия, 2010
8. Дрейзин В.Э.: Управление качеством электронных средств. - М.: Академия, 2010
9. Ямпурин Н.П.: Основы надежности электронных средств. - М.: Академия, 2010
10. Под ред. А.А. Орликовского ; Рец.: А.Ф. Александров, А.А. Горбацевич: Нанoeлектроника. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009
11. Шишкин Г.Г.: Электроника. - М.: Дрофа, 2009
12. Основы промышленной электроники: Учебник для неэлектротехн. спец. вузов /В.Г. Герасимов, О М. Князьков, А Е. Краснопольский, В.В. Сухоруков; под ред. В.Г. Герасимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2006
13. Агравал, Г.П. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: Учебное пособие / Г.П. Агравал. - СПб.: Лань, 2013. - 208 с.

14. Бурбаева, Н.В. Основы полупроводниковой электроники / Н.В. Бурбаева, Т.С. Днепровская. - М.: Физматлит, 2012. - 312 с.
15. Лаврентьев Б.Ф.: Схемотехника электронных средств. - М.: Лаврентьев Б.Ф. Академия, 2010 200 стр.
16. Properties of iron films with cluster structure / G.I. Frolov, V.S. Zhigalov, L.I. Kveglis // Cont. of Procc. of NANO-II, Her.of Russian Acaad. Techn. Sci. 1994. V. 1, N 7. P.242-250
17. Гуменюк, А.Д. Основы электроники, радиотехники и связи: Учебное пособие для вузов / А.Д. Гуменюк. - М.: РиС, 2015. - 480 с
18. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. - М.: Левин Б.Р. Радио и связь, 2013. - 656 с.
19. Белов, Н., В. Электротехника и основы электроники: Учебное пособие / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. - СПб.: Лань, 2012. - 432 с
20. Советов, Б.Я. Моделирование систем: Учебник для академического бакалавриата / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 343 с.