

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

вычислительной техники

Кафедра

«Вычислительная техника»

Направление

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

подготовки:

Профиль подготовки:

«Вычислительные машины, комплексы, системы и
сети»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

**Микроконтроллерные системы управления
бытовой электропечью**

Студент

Рач 22.06.19, Рахматуллина Римма Хасяновна
(подпись, дата)

Руководитель

22.06.19, Л.А. Брякин
(подпись, дата)

Нормоконтролёр

22.06.19, А.В. Кучин
(подпись, дата)

Работа допущена к защите (протокол зас. кафедры от 31.05.2019 г. № 38-09-14)

аведующий кафедрой

М.А. Митрохин
(подпись)

М.А. Митрохин
(фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой
24.06.2019 № 18)

хорошо (протокол заседания ГЭК от

Секретарь ГЭК

Е.И. Гурин
(подпись)

Е.И. Гурин
(фамилия, инициалы)

Пенза 2019

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

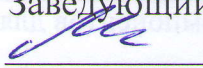
вычислительной техники

Кафедра

«Вычислительная техника»

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой

 М.А. Митрохин

«23» апреля 2019 г.

**ЗАДАНИЕ
НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ**

1. Студент Рахматуллина Римма Хасяновна гр.15вв1 факультета вычислительной техники

2. Тема работы: «Микроконтроллерные системы управления бытовой электропечью»

Тема утверждена приказом ПГУ № 554 от "29" апреля 2019г.

3. Руководитель бакалаврской работы Брякин Л.А.

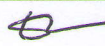
4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.)

Микроконтроллерные системы управления предназначены для большого количества возможных применений данной печи. Особенностью системы является создание нескольких режимов работы, при которых будет выдерживаться определенный интервал времени с проверкой результатов.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов

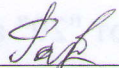
Требуется произвести анализ предметной области, выбрать функциональный состав системы, разработать структурную схему системы, осуществить выбор элементной базы, разработать принципиальную схему и алгоритм работы системы.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1.	Анализ предметной области	10	29.04.19	
2.	Разработка структурной схемы	10	03.05.19	
3.	Разработка алгоритма системы	10	07.05.19	
4.	Выбор компонентов для реализации принципиальной схемы	10	13.05.19	
5.	Составление принципиальной схемы устройства	20	15.05.19	
6.	Исправление ошибок в работе системы	10	22..05.19	
7.	Оформление выпускной работы	30	31.05.19	

Дата выдачи задания "29" апреля 2019 г.

Руководитель бакалаврской работы  20.06.19г. Брякин Л.А.
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент  20.06.19г. Рахматуллина Р.Х.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета  24.06.2019г. Фионова Л.Р.
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 60 листов, 20 рисунков, 5 таблиц, 10 источников, 5 приложений.

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЫТОВОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧЬЮ

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка микроконтроллерной системы предназначенной для управления бытовой электропечью, которая будет осуществлять сушку фруктов и овощей.

В процессе работы проводилось изучение научно-технических материалов по микроконтроллерам и обоснование выбора элементной базы. Были разработаны структурная схема устройства, принципиальная схема устройства, алгоритмы работы системы.

В результате выполненной работы была разработана схема микроконтроллерного модуля, которая позволяет формировать управляющие сигналы как для низковольтной аппаратуры, так и для коммутации сетевых потребителей энергии. Модуль способен принимать и аналоговые, и цифровые сигналы с датчиков.

					ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ							
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Микроконтроллерные системы управления бытовой электропечью	<i>Лит.</i>			<i>Лист</i>		<i>Листов</i>	
<i>Разраб.</i>	<i>Рахматуллина</i>								<i>4</i>		<i>59</i>	
<i>Провер.</i>	<i>Брякин Л.А.</i>											
<i>Реценз.</i>												
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кучин А.В.</i>											
<i>Утверд.</i>	<i>Митрохин М.А</i>											
						Пояснительная записка	ФВТ гр.15ВВ1					

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ВЫБОР ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ...5	
1.1 История создания и контроля системы управления электропечей.....	5
1.2 Назначение системы.....	8
1.3 Обзор существующих решений проблемы управления.....	9
1.4 Выбор пути решения проблемы.....	15
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ.....	17
2.1 Определение функционального состава системы.....	18
2.2 Описание работы системы по структурной схеме.....	19
3. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИСТЕМЫ.....	20
3.1 Разработка алгоритма.....	22
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ.....	27
4.1 Выбор элементной базы.....	28
4.2 Выбор микроконтроллера.....	28
4.3 Выбор клавиатуры.....	35
4.4 Выбор индикации.....	37
4.5 Описание интерфейса RS232.....	39
4.6 Описание интерфейса I2C.....	41
4.7 Датчик AD22103.....	43
4.8 Описание работы системы по принципиальной схеме.....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	50
Приложение А.1.....	51
Приложение А.2.....	52
Приложение А.3.....	53
Приложение А.4.....	54
Приложение В.....	55

					ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Микроконтроллерные системы управления бытовой электропечью Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.	Рахматуллина						5	59
Провер.	Брякин Л.А.							
Реценз.								
Н. Контр.	Кучин А.В.							
Утверд	Митрохин М.А					ФВТ гр.15ВВ1		

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АЦП - аналого-цифровой преобразователь

ИТ - информационно-технологический

ПЛК - программируемый логический контроллер

РКС - релейно-контактная схема

УГО - условное графическое обозначение

					ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире область применения вычислительной техники широко распространена во всех сферах нашей жизнедеятельности. С течением времени появилась необходимость использования электротехнических устройств в бытовых нуждах, так, например, в электропечах. Наиболее широкое распространение в разработке, связанной с управлением и контролем бытовой электропечи, нашли микроконтроллеры, особенностью которых является способность решения большого спектра задач.

Микроконтроллер - это специальная микросхема, предназначенная для управления различными электронными устройствами. В связи с использованием микроконтроллеров появилась возможность реализовывать микроконтроллерные системы управления бытовой электропечью существенно с минимальными экономическими затратами. В корпусе стандартного микроконтроллера вместе с основными функциональными узлами размещены такие вспомогательные узлы, как порты ввода-вывода, таймер, аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи, тактовый генератор, контроллер прерываний.

Темой данной выпускной квалификационной работы является разработка микроконтроллерных систем управления бытовой электропечью. К данным системам можно предъявить ряд важных требований: высокая функциональная возможность, простота эксплуатации, сравнительно низкая стоимость, долговечность работы, небольшие габариты и др. Актуальностью выбранной темы является то, что в современном мире очень быстро развиваются технологии, которые в след за собой увеличивают потребность в электроприборах конкретного бытового назначения, в частности электропечах. Данная микроконтроллерная система позволяет достаточно эффективно управлять электропечью, что помогает существенно сэкономить время, а также уменьшить расходы, связанные с коммунальными услугами.

					ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ВЫБОР ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

1.1 История создания и контроля системы управления электропечей.

На вопрос «Когда появилась первая печь?» ответить не сумеет ни один археолог. Однако, то, что подчинив для себя огонь и научившись обрабатывать на нем материалы, древнейшие люди сделали огромный шаг к развитию цивилизации.

В течение нескольких тысячелетий этап термообработки материалов непрерывно развивался, но постоянной оставалась надобность разжечь и поддерживать огонь. Каким образом, и какими усилиями людям этого периода удавалось корректировать процедуру и сохранять требуемые характеристики, нынешнему термисту осознать сложно, однако подобные шедевры минувшего, равно как сталь и керамика, заявляют о том, что в данном они добились конкретных преуспеваний.

Соответствующими основными изобретениями, повлиявшими в последующем на формирование термообработки, дали возможность использования природного газа, продуктов нефти и электричества. Взяв в руки такие мощные источники энергии, человечество фактически вступило в новую эру технического развития. Возникновение этих источников энергии в первую очередь потребовало и высококачественного подхода к управлению подобными мощностями. На какие только хитрости не шли конструктора, для того чтобы гарантировать высококачественное регулирование и руководство с целью укрепления научно-технических характеристик. На некоторых производствах вплоть до этих времен ещё можно столкнуться с аналоговыми, машинными, пневматическими, гидромеханическими концепциями управления тех времен. В некоторых случаях концепция управления превышала размерами управляемое спецоборудование.

					ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Важным открытием, давшим последующий значительный стимул формирования абсолютно всем отраслям технически, стало открытие полупроводниковых микросхем и следом за ними микропроцессора в начале 70х годов прошлого столетия. Менее чем за сорок лет в формировании данной тенденции был освоен огромный подход. Микропроцессоры значительно повысили эффективность, производительность и усложнились.

Это позволило улучшать методы управления и добиваться результатов, которые были недоступны в иных методах управления. Однако наиболее значимым условием все же явилось существенное снижение стоимости полупроводниковых микросхем, микропроцессоров и оборудования. Это сделало рентабельным распределенные системы и системы реального времени на базе микроконтроллерных устройств.

На сегодняшний день большинство бытовых товаров снабжаются микропроцессорами и полностью либо в существенной доли управляются программами. Благодаря этому неудивительно, что системы управления печами за минувшие десятилетия почти целиком перешли на микропроцессорное управление разного уровня.

Проанализируем детальнее, какие инновационные концепции управления используются в управлении печами, на примере электрических печей сопротивления.

Основой современных систем управления (СУ) электрическими печами сопротивления является локальный микропроцессорный контроллер, который управляет, как правило, либо тиристорным регулятором мощности, либо магнитными пускателями. С целью более четкого регулирования этапа термообработки, в контроллерах используется или улучшенный ПИД - метод, позволяющий исключить перерегулирования, или сочетается улучшенный ПИД - метод и закон Fuzzy. Вследствие этого процесс постоянно находится под контролем и при изменении нагрузки, и при изменении установленной температуры.

Использование закона Fuzzy дает возможность целиком исключить перерегулирования, а так же уменьшает потребление электричества вплоть до минимального количества, которое необходимо для выполнения графика термообработки.

Самая простая СУ оснащается локальным контроллером, который задает скорость нагрева и необходимую температуру, в пределах конкретного диапазона. Печи, которые имеют несколько зон нагрева, могут использоваться, как независимые контроллеры, так и наиболее сложные многофункциональные контроллеры, которые позволяют, в зависимости от реализации, либо контролировать несколько контуров, либо расширять, либо группироваться в единую сеть. Процессы, термообработка которых требует выдерживать некую кривую нагрева/охлаждения, применяются контроллеры, которые позволяют реализовать программу, включающую в себя ряд участков регулирования.



Рисунок 1- Промышленные регуляторы температуры компании «Термодат» - Россия (Применяются в печах серии ПВП, ПК, ПКМ, НКО, ПШО, ПШЗ компании «Накал»)



Рисунок 2- Промышленные регуляторы температуры компании «Omron» - Япония (Применяется в печах США компании «Накал»)

Появление промышленных электропечей дало толчок для создания бытовой электропечи, что стало отправной точкой в домашней автоматизации.

1.2 Назначение системы

На основании исторического анализа и в соответствии с современными техническими возможностями были выявлены характерные черты и функциональный набор, которые присутствуют в типовой системе контроля и управления бытовыми приборами.

Система автоматизированного контроля и управления бытовой техникой должна представлять собой устройство, позволяющее снимать интеллектуальные функции с оконечных устройств автоматики данной системы (датчиков и активаторов) и использовать одно интеллектуальное устройство для управления множеством простых и дешевых электротехнических средств (обычных выключателей, обычных реле и т.д.).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ

Лист

11

Такие системы должны предоставлять большой функционал и возможность расширения при необходимости.

Многофункциональные системы для бытового использования решают ряд таких задач как:

- Единый контроль над бытовой техникой и домашней электроникой;
- Обеспечение управления расходом электроэнергии;
- Обеспечение комфорта и экономии времени.

Кроме того, данные системы должны обладать приемлемой ценой, простотой инсталляции и интуитивно понятной возможностью управления, надежностью и современным дизайном.

1.3 Обзор существующих решений проблемы управления

В не столь далекие времена инженеры-электрики проектировали системы для домашней автоматизации, опираясь на имеющиеся дискретные устройства, выпускаемые промышленностью. Это были реле, таймеры, кнопки управления двигателями и еще небольшой перечень устройств.

Прошло несколько десятилетий, и практика работы с отдельными электротехническими компонентами практически прекратилась – рынок заполнили универсальные устройства, которые могут выполнять любые функции управления и контроля.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) – это специализированные компьютерные устройства, используемые для автоматизации технологических процессов. ПЛК предназначены для автономного использования, то есть не требуют серьезного обслуживания и способны работать практически без вмешательства человека.

Главное преимущество ПЛК, обусловившее их широчайшее распространение, заключается в том, что одно компактное электронное устройство может заменить десятки и сотни электромеханических реле.

ПЛК бывают универсальные и специализированные. К специализированным контроллерам можно отнести изделия, ориентированные, например, на компенсацию перетоков реактивной электрической энергии.

В противоположность специализированным программируемым контроллерам, универсальные ПЛК можно применить для решения разнообразного круга задач управления и контроля. Обычно, описывая контроллеры, обращают внимание на программируемость, возможности замены любого из дискретных устройств. Все это справедливо. Но главным достоинством ПЛК является возможность выполнения логических операций, связанных с условными переходами в алгоритме управления внешними устройствами.

В современных ПЛК все модули реализованы в одном корпусе в виде программных логических блоков, количество которых может достигать несколько сотен. Поэтому ПЛК в первую очередь заменяет всю серию старых модулей, выполняя при этом многие функции исполнительных внешних устройств.

Идея системы управления и контроля бытовой техники на базе промышленных универсальных ПЛК состоит в том, чтобы считывать данные с конечных устройств автоматики системы и использовать одно центральное устройство для координации действий множества простых и дешевых устройств. За счет этого мы приобретаем возможность применения сложных алгоритмов, доступных ранее только в промышленности. Задание программы для ПЛК производится при помощи кнопок на лицевой панели и небольшого, как правило, в одну – две строки LCD индикатора.

Хотя существуют и более сложные конструкции, и в этих случаях программы приходится писать на персональном компьютере, с использованием специализированных языков программирования. Принцип работы ПЛК представлен на рисунке 3.

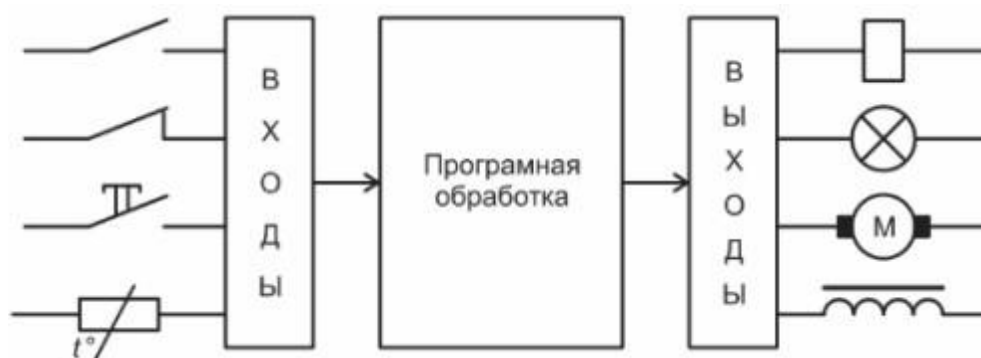


Рисунок 3- Принцип работы ПЛК

Рассмотрим наиболее распространенные ПЛК, применяемые в системах контроля и управления бытовыми приборами:

1) Серия интеллектуальных реле Zelio Logic от фирмы Schneider Electric.

Данные ПЛК позволяют реализовать небольшие системы управления, количество вводов/выводов которых находится в пределах от 10 до 40 каналов. В корпусе размерами 125x90x59 мм удастся разместить до 26 каналов ввода/вывода. При этом напряжение питания устройства находится в очень широких пределах: от 100В до 240В переменный ток, 12В, 24В постоянный, что позволяет легко встраивать реле в любые конструктивы. Внешний вид Zelio Logic приведен на рисунке 4.



Рисунок 4- ПЛК Zelio Logic Schneider Electric

Для программирования реле Zelio Logic возможно применение двух специализированных языков Function Block Diagram (FBD) или релейно-контактных схем (РКС). Устройство выпускается как в моноблочном исполнении, так и в модульном. Последний вариант позволяет объединение модулей для расширения системы в целом.

Область применения Zelio Logic достаточно широка и предусматривает управление компрессорами или насосами, подсчет готовых изделий или комплектующих на автоматических линиях, управление эскалаторами, освещением и электронными табло. Возможно применение в системах охраны в качестве устройств контроля доступа.

2) Серия ПЛК LOGO от фирмы Siemens

Представленные ПЛК идеально подходят для создания средств простейшей автоматизации. Число каналов ввода/вывода зависит от количества подключенных модулей и находится в пределах от 12 до 40. Напряжение питания устройства находится в очень широких пределах: от 115В до 240В переменный ток, 12В, 24В постоянный. Изделие способно работать в расширенном температурном диапазоне и при высокой влажности. Внешний вид ПЛК LOGO в моноблочном исполнении показан на рисунке 5.



Рисунок 5- ПЛК LOGO фирмы Siemens

В модуле LOGO имеется жидкокристаллический экран позволяющий отображать до 4-х буквенно-цифровых строк и до 12 символов на строку (на разных языках включая русский). Программирование с экрана модуля: осуществляется на языках FBD или РКС. Процесс программирования заключается в выборе необходимой функции из библиотеки, определении привязок к входам выходам или другим функциям, а также установки параметров функции при необходимости. Данный вид программирования очень сложен и требует большого внимания.

Область применения LOGO широка и предусматривает управление:

- Технологическим оборудованием (насосами, вентиляторами, компрессорами, прессами);
- Системами отопления и вентиляции;
- Конвейерными системами;
- Системами управления дорожным движением.

Изучив современную базу, было выявлено что, существующие ПЛК имеют ряд недостатков:

Универсальность контроллеров требует избыточности возможностей, заложенных в них, т.к. заранее невозможно предугадать, какие из функций потребуются потребителю. Попытки использовать возможности отдельного контроллера «по максимуму» приводит к необходимости приобретения модулей расширения, дополнительных блоков питания, коммуникационных модулей и т.д. Подобные системы получаются громоздкими и дорогими.

Использование ПЛК в простейших схемах управления неоправданно в силу их высокой стоимости, бессмысленно использовать ПЛК в качестве обычного промежуточного реле или реле времени.

Обладая очень высокой надежностью, они ориентированы на решение самых простых задач автоматизации, в идеале на управление отдельными электроустановками. При этом требуются определенные знания, как в программировании, так и инсталляции.

Таким образом, использование ПЛК для решения задач контроля и управления бытовой техники является неоправданным. Существующие ПЛК обычно ориентированы на применение в промышленных задачах, имеют высокую стоимость, требуют знания программирования и умение инсталляции.

1.4 Выбор пути решения проблемы

Изучив научно-технические материала по микроконтроллерам, и ознакомившись с информацией, связанной с использованием ПЛК в вопросах управления и контроля бытовой техники, было принято решение разработать multifunctional микропроцессорную систему, предназначенную для бытового использования.

В качестве основных функций системы решено было выбрать:

- Генерацию текущего времени суток (с возможностью таймера);
- Программируемое управление работой электропечи;
- Программируемое управление работой температуры.

Устройство предполагается использовать в нормальных климатических условиях.

Для реализации вышеперечисленных требований были выбраны следующие функциональные блоки и сформулированы их характеристики:

Разрабатываемая система должна иметь надежный и недорогой микроконтроллер, предназначенный для управления электротехническими устройствами в составе системы, клавиатуру, предоставляющую

пользователю возможность осуществлять ввод необходимых параметров, индикацию, позволяющую отображать вводимую информацию.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Для реализации выбранной системы была разработана электрическая структурная схема устройства, представленная в Приложении Б на листе ПГУ 1.090301.01.003 Э1 и на рисунке 8.

Для корректного составления структурной схемы необходимо определить функциональный состав системы, а также определить последовательность действий системы. На рисунке 6 присутствует графическое представление структурной схемы.

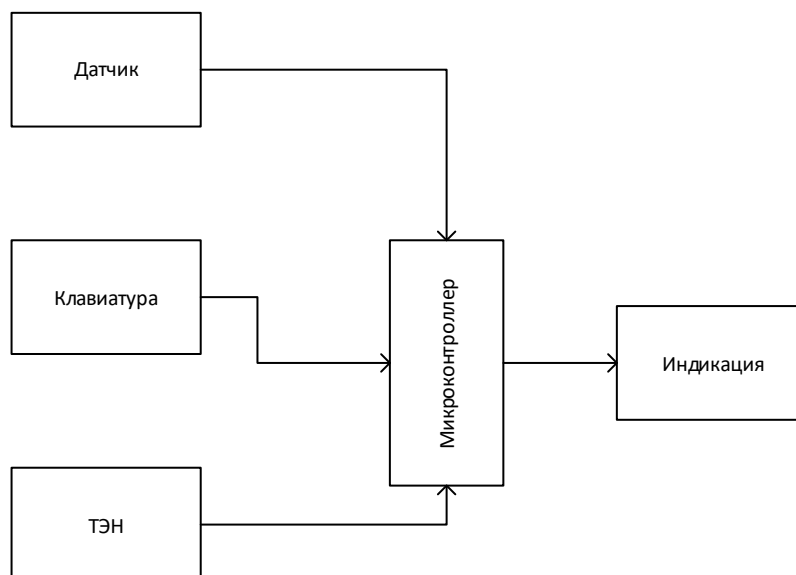


Рисунок 6- Электрическая структурная схема устройства

2.1 Определение функционального состава системы

Система представляет собой совокупность компонентов, рассмотренных ранее, а именно: датчик, контроллер, индикация, клавиатура и теплоэлектронагреватель. Именно такую конфигурацию должна иметь система, потому что в ее составе присутствуют основные компоненты, позволяющие осуществлять работу по сушке фруктов и овощей. Данная конфигурация очень и оптимальна. Особенностью этой системы должно быть большое количество возможных применений этой печи. Реализуем несколько режимов работы у этой печи. Во-первых, это нагрев, который осуществляется с помощью теплоэлектронагревателя (ТЭН) мощностью порядка 1 кВт. Какие режимы работы в этой печи можно предложить:

- режим «термообработка сливы, абрикоса, банана»
- режим «термообработка яблок, груши»
- режим «термообработка моркови, свеклы»
- режим сброса всех результатов

Клавиатура используется для выбора режима работы в информационной системе.

Микроконтроллер получает входные данные от устройств и начинает процесс обработки данных. После получения всей необходимой информации, он производит расчеты в зависимости от выбранного режима. Передача информации от датчиков к микроконтроллеру может осуществляться через аналоговые и цифровые выходы. Для работы с цифровым выходом предусмотрено наличие разъема с интерфейсом I2C. Сигнал с выхода аналогового датчика преобразуется в двоичное число с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП), который является встроенным модулем выбранного микроконтроллера, и затем обрабатывается контроллером с учетом требуемого алгоритма. В завершении своей работы он передает результат индикатору.

					ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Индикация предназначена для вывода информации. На ней отображаются результаты сделанных измерений.

Для того чтобы система работала, нужно питание. Поэтому возникает необходимость добавить устройство, которое будет формировать постоянное напряжение для элементов. Для выполнения этой задачи потребуется стабилизатор. При составлении принципиальной схемы и выборе компонентов системы необходимо помнить, что элементы могут функционировать при различных напряжениях.

2.2 Описание работы системы по структурной схеме

Информационная система управления бытовой электропечью состоит из датчика, клавиатуры, контроллера, индикации и теплоэлектронагреватель. Все элементы работают в сети постоянного тока с требуемым напряжением, что исключает возможность преждевременного выхода из строя.

Система работает следующим образом. Как только подается питание, происходит инициализация прошивки микроконтроллера. Далее система ожидает получения данных от клавиатуры. После выбора нужного режима, начинается процесс получения данных от датчика. При помощи интерфейса I2C происходит постоянная передача данных контроллеру. Как только на датчик поступит информация о выборе определенного режима, произойдет сбор всей необходимой информации для расчета температуры и времени. При обнаружении завершения режима, происходит расчет и выдача результата на индикацию.

3. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИСТЕМЫ

Задачей данного этапа разработки системы является составление алгоритма работы, формализация алгоритма каждого режима работы.

Начнем с определения. Алгоритм – это набор правил или шагов, который выполнен в точной последовательности, приведет к нужному результату. Для разработки необходимо разбить задачу на блоки и описывать их отдельно.

Перед тем, как начать описывать алгоритм работы микроконтроллера, необходимо познакомиться с интерфейсом I2C, позволяющий обмениваться данными между датчиком и контроллером. Он является одним из самых распространенных протоколов передачи данных между устройствами. Выбрать его в качестве интерфейса, упростило задачу поиска и объединения компонентов, так как он поддерживается большинством микросхем, а также прост в реализации.

Для подключения необходимо всего два провода: «SCL» и «SDA». Они вместе образуют шину данных, а по отдельности линия тактирования и линия данных соответственно. В I2C, устройства подразделяются на ведущего (master) и ведомого. При инициализации передачи данных, ведущий подает тактовые импульсы на линию SCL, ведомый принимает данные или команды, а также может передавать информацию по запросу главного. Из этого следует, что линии являются двунаправленными, поэтому выводы должны быть перенастраиваемыми на вход и выход. Этот момент рассмотрим более детально на принципиальной схеме.

В I2C данные передаются побайтно. Интерфейс является надежным, так как после отправки байта следует бит подтверждения, а ведомый или ведущий должен подтвердить получение.

На рисунке 7 представлен механизм передачи данных более подробно.

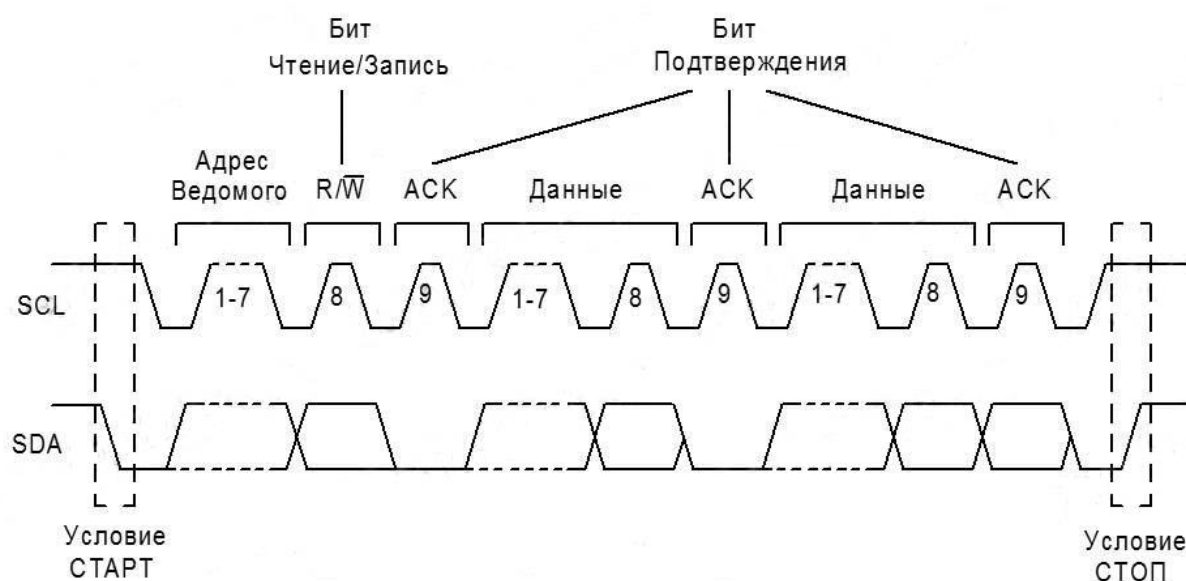


Рисунок 7- Диаграмма передачи данных

Каждый процесс передачи сообщения начинается со специального условия, называемого «Старт». Из рисунка видно, что для наступления этого события необходимо подтянуть две линии «SCL» и «SDA» к высокому логическому уровню. После чего линия данных должна переключиться с высокого на низкий уровень, а линия тактирования оставаться неизменной. Выполнив условие, начинается передача байта, в котором семь бит, отводится под адрес ведомого, а восьмой для определения направления передачи. Если бит имеет нулевое значение, то передача осуществляется от ведущего к ведомому, а при единичном значении наоборот. Устройство, получившее сообщение, сравнивает полученный адрес со своим. Если он совпадает, то устанавливает низкий уровень, тем самым подтверждая получение. После этих действий, происходит передача адреса регистра, над которым будут выполняться операции чтения или записи. Выполнив все необходимые действия, процесс взаимодействия завершается условием «Стоп». Он происходит при переключении канала «SDA» с низкого на высокий логический уровень. При этом уровень «SCL», как в случае «Старта», должен быть высоким. Если ведомому потребуется время на

на обработку данных, то он может принудительно удерживает низкое состояние на линии тактирования.

Интерфейс поддерживает несколько скоростных режимов работы:

1. Стандартный режим работы до 100 Кбит/с, частота тактирования до 100 кГц
2. Скоростной режим до 400 Кбит/с, частота до 400 кГц
3. Высокоскоростной режим работы до 3,4 Мбит/с, частота тактирования до 3,4 МГц

Почти все устройства поддерживают два первых режима. Высокоскоростной режим имеется не у всех, так как появился в 1998 году в версии 2.0.

3.1 Разработка алгоритма

Для правильного составления алгоритма работы необходимо знать компоненты системы, участвующие в выполнении задания, а также определить последовательность действий.

Для начала необходимо включить питание. После появления электроэнергии начинается сканирование режима. Чтобы выбрать необходимый режим, нужно нажать на кнопку с подходящей цифрой на клавиатуре. Если ничего не выбрано, то выводится ноль на индикацию.

Всего реализовано три режима. Первые три подпрограммы отвечают за то, что фрукты и овощи, которые подлежат сушке, требуют иногда особой последовательности во времени, их температуре, для нормальной сушки этих продуктов, т.е. особый вид сушки. А в последней подпрограмме предусмотрен сброс всех значений.

Рассмотрим обозначение всех клавиш:

Клавиша 1 – режим «термообработка сливы, абрикоса, банана»

Клавиша 2 – режим «термообработка яблок, груши»

Клавиша 3 – режим «термообработка моркови, свеклы»

Клавиша 4 – сброс всех результатов

На рисунке 8 представлена блок-схема алгоритма, описанного выше. Данная блок-схема является содержательной. Пользуясь ей, можно, легко, написать программу для микроконтроллера.

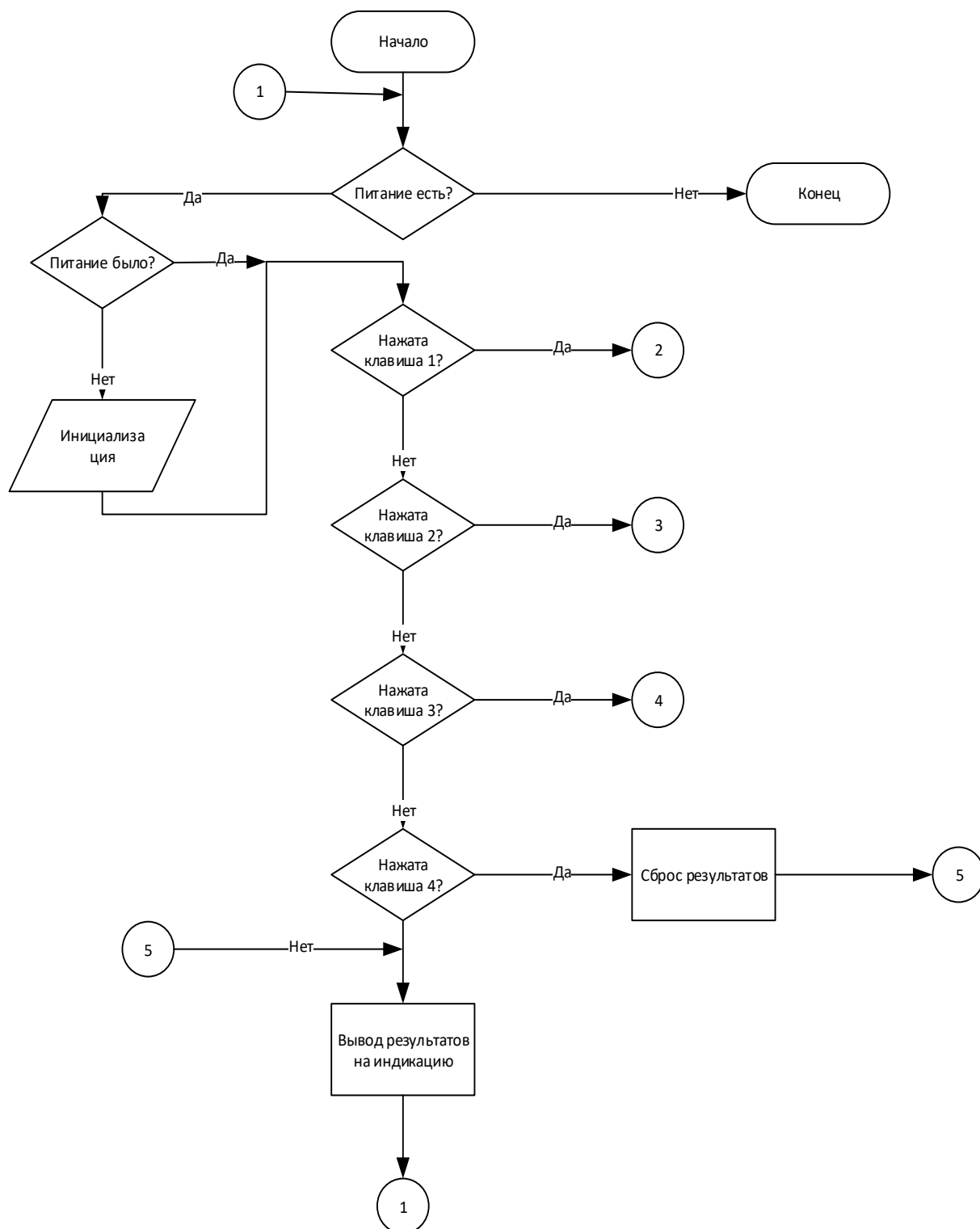


Рисунок 8- Блок-схема основного алгоритма работы

Нажав на кнопку один, попадаем в подпрограмму, где реализован режим «термообработка сливы, груши», рисунки 9-10. Сначала производится инициализация тех переменных, которые будут участвовать только в этой подпрограмме. Контроллер получает данные от датчика и анализирует их. Задается временной интервал и температура, в этом случае перебирая возможные режимы, мы находим цифру 1 и происходит запуск, включается теплоэлектронагреватель и мы на индикации видим сколько времени будет длиться этот режим и одновременно высвечивается и время нахождения этого режима (в этом режиме), как только 1 (заданная) продолжительность режима совпадет с текущим временем печь должна отключиться.

Алгоритмы работы для второго и третьего режимов работы почти такие же, как и для первого, но имеют свои особенности. Это связано с тем, что здесь присутствует иной интервал времени, а также другая температура, необходимые для обработки, конкретного продукта. Сначала происходит инициализация и опрос датчика. Далее происходит сравнение. Как только заданная продолжительность режима совпадет с текущим временем печь должна отключиться.

Нажатие 4 клавиши приведет к сбросу результатов и произойдет выход из подпрограммы.

Для реализации работы выбранной системы разработанный алгоритм работы основной программы, представлен в Приложении А на листе ПГУ 1.090301.01.002 А1.

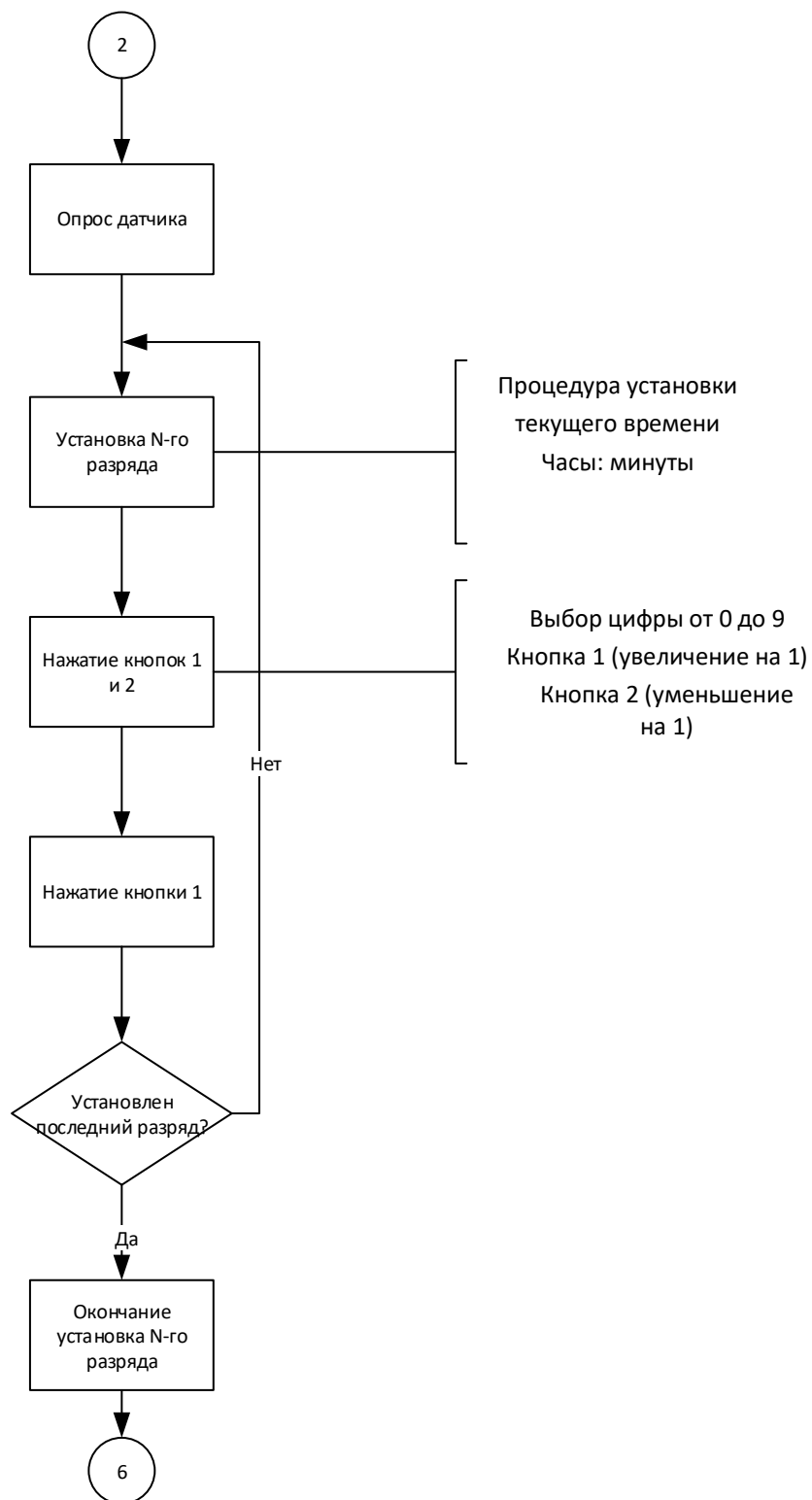


Рисунок 9- Алгоритм процедуры установки текущего времени

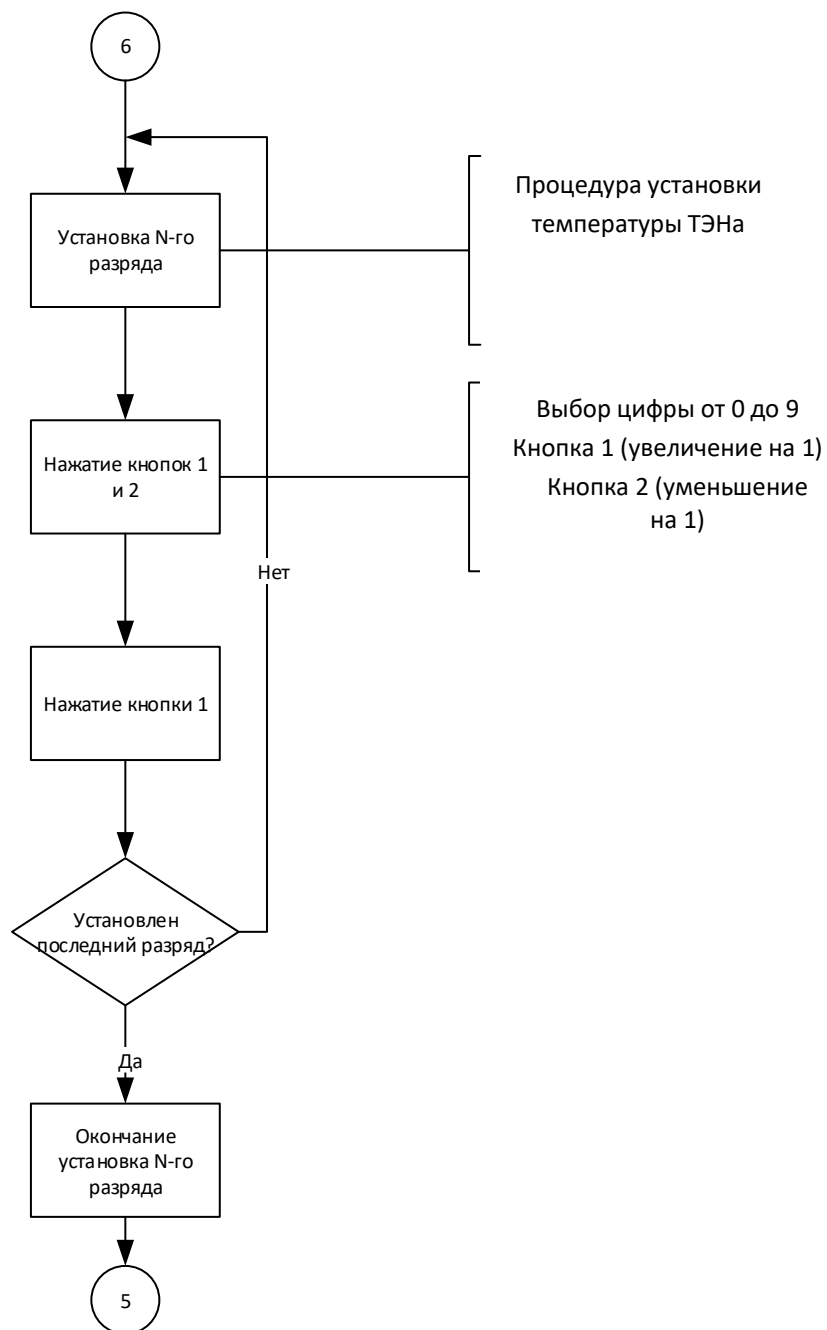


Рисунок 10- Алгоритм процедуры управления работой теплоэлектронагревателя

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ

Принципиальная электрическая схема – это схема, которая служит для передачи, с помощью условных графических обозначений (УГО), связей между элементами устройства. Она позволяет более детально разобраться в принципах работы изделия. Для того, чтобы разработать принципиальную схему необходимо выбрать компоненты, которые будут входить в систему и с помощью которых, можно максимально раскрыть потенциал системы. Самым важным элементом микроконтроллерной системы является микроконтроллер. Поэтому необходимо уделить должное внимание при выборе его, так как именно от его характеристик и зависят все показатели данной системы.

Методика разработки принципиальных схем заключается в том, чтобы перед началом выполнения чертежа, необходимо разбить устройство на функциональные блоки, а именно: выделить питающие элементы, конечные входные устройства и прохождение сигнала до решающего устройства, решающее устройство и обмен данными с другим оборудованием. На схеме всегда движение сигналов осуществляется направлением слева-направо. Подразумевается, что входные конечные устройства расположены в левой части схемы, а выходные конечные устройства – в правой. При этом ток питания в данных схемах должен быть направлен сверху – вниз. Большему потенциалу напряжения в схеме отводится верхняя часть. Также не рекомендуется перегружать схему соединительными проводами, так как главной целью остается показать путь входных информационных сигналов и их движения к устройству. Второстепенные сигналы, желательно, обозначать ссылками. Менее значимые элементы также допускается выносить на отдельный лист.

4.1 Выбор элементной базы

Разрабатываемые микроконтроллерные системы предназначены для управления и контроля бытовой электропечью, поэтому особое внимание при выборе элементной базы было сосредоточено на надежности и долговременной работы элементов. Так как разрабатываемое устройство предполагается использовать при работе в нормальных климатических условиях, осуществлять выбор элементов, которые способны функционировать при экстремальных погодных и температурных условиях не требуется.

В состав изделия входят следующие элементы:

- Микроконтроллер PIC16F876;
- Интерфейсная микросхема MAX232;
- Дешифраторы 1533ИД14 и 176ИД2;
- Стабилизатор напряжения 78M05;
- Индикатор SA56-21;
- Блок клавиш TS-A3PS-130
- Датчик AD22103.

4.2 Выбор микроконтроллера

В качестве основного микроконтроллера было принято решение использовать PIC-микроконтроллер PIC16F876, выпускаемый с использованием КМОП-технологии фирмой Microchip. Этот микроконтроллер легко электрически перепрограммируется, имеет минимальные размеры, высокую производительность, использует все достижения современной технологии. Условное графическое обозначение (УГО) микроконтроллера 16F876 представлено на рисунке 11.

					ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

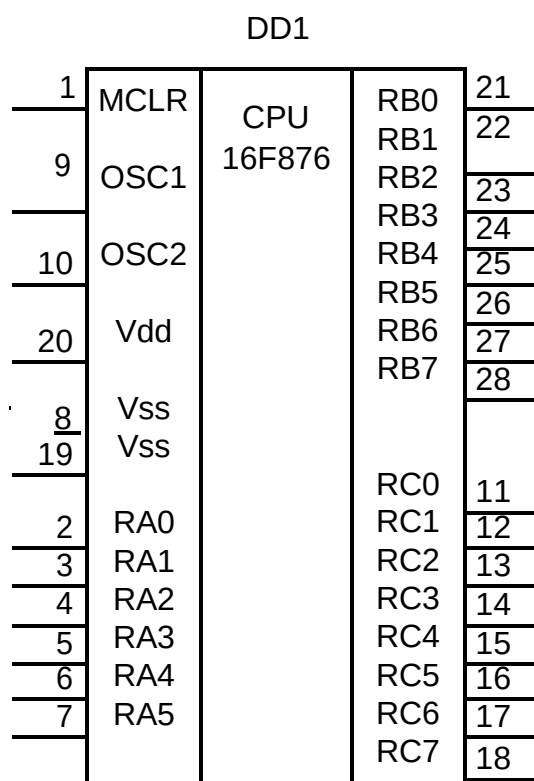
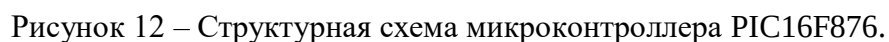


Рисунок 11 – УГО микроконтроллера 16F876

Основные технические характеристики:

- Тактовая частота: 20 МГц;
- MIPS (производительности процессора): 5;
- Технология используемой памяти (Тип памяти): Flash;
- Размер программной памяти (Программная память): 8000 Б;
- Память данных (EEPROM): 256 Б;
- Память ОЗУ (SRAM) (RAM): 368 Б;
- Количество линий ввода-вывода (I/O): 22;
- Кол-во и виды таймеров (Таймеры): 2x8-bit, 1x16-bit;
- Разрешение и количество каналов АЦП: 5x10-bit;
- Типы последовательных интерфейсов: MSSP, USART.

Согласно RISC архитектуре, контроллер PIC16F876 имеет отдельную память программ и данных. Все периферийные устройства адресуются как регистры памяти данных. Счётчик команд (PC) и регистр статуса (STATUS) также имеют свои адреса и доступны как регистры. Структурная схема приведена на рисунке 12.



Память данных является регистровым файлом, так что любая ячейка доступна как регистр с определенным номером. Так как прямая адресация не дает возможности адресовать всю память данных одновременно, память разбита на четыре блока по 128 байт, причем адреса с 00h по 20h (h-символ шестнадцатеричной системы) всех страниц памяти зарезервированы под управляющие регистры. Номер страницы задается двумя битами в регистре STATUS. Наиболее значимые регистры имеют дубликат во всех страницах памяти. Кроме прямой адресации реализована косвенная адресация с использованием специального регистра косвенного адреса FSR. Кроме того, в адресах 070h:07fh, 0f0h:0ffh, 170h:17fh, 1f0h:1ffh у микроконтроллера PIC16F876 находится общая для всех страниц память данных пользователя, что позволяет определять общие переменные. Структура памяти данных представлена на рисунке 13.



Рисунок 13 – Память данных.

Память программ доступна программно. С помощью специальных регистров в памяти данных с использованием косвенной адресации можно производить чтение и даже запись в память программ. Память программ разбита на страницы размером 2048*14 бит, переход между страницами выполняется с использованием специального регистра PCLATH. При любом сбросе управление передается на адрес 0000h, при прерывании – на 0004h.

Стек реализован аппаратно, в нем сохраняется только адрес возврата. При обработке прерывания это требует специального сохранения статусного регистра и регистра W.

Все арифметические операции производятся с использованием регистра W, не имеющего своего адреса. Результат операции может либо сохраняться в регистре W, либо записываться на место другого операнда.

Периферия контроллера содержит порты ввода/вывода, побитно настраиваемые на прием или передачу информации, вход прерывания и вход сброса. Контроллер PIC16F876 кроме того содержит два дополнительных таймера с возможностью захвата содержимого по фронту входного сигнала, сравнения значения таймера со значением CCP1 и широтно-импульсной модуляции, модули синхронного интерфейса и универсального синхронно/асинхронного последовательного интерфейса, 10-битный АЦП с пятью входами и перепрограммируемую электрически память данных на 128 байт.

Контроллер PIC16F876 имеет несколько дополнительных особенностей, таких как, сброс при уменьшении напряжения питания ниже допустимого, отдельные биты защиты для младшей и старшей половин ПЗУ, а также возможность программирования при напряжении питания 5 вольт без второго источника питания.

Ядро PIC16F876 реализует 35 микроопераций, разбитых на три группы: байтовые арифметико-логические операции, операции работы с битами и операции управления и работы с константами. В байтовых операциях одним аргументом является регистр W, второй аргумент задается номером регистра f, а результат может быть помещен либо в регистр W, если параметр d=0, или на место второго аргумента, если d=1. Битовые операции выполняются с каким-либо регистром f и его битом b. Операции BTFSC и BTFSS при выполнении условия блокируют выполнение следующей операции, что позволяет организовывать ветвления парой операций BTFSC f,b; goto k. Операции DECFSZ и INCFSZ после выполнения операции проверяют флаг Z, и если он равен 1, также блокируют выполнение следующей операции, что позволяет легко организовывать циклы. Операции управления требуют адреса a, максимум десяти разрядного, а операции работы с константами требуют задания восьмибитной константы k. Поскольку у контроллера 16F876 объем памяти программ составляет 8K*14 бит, при выполнении переходов учитываются старшие биты адреса в регистре PCLATH. Краткое описание команд приведено в таблице 1.

Таблица 1. Набор инструкций PIC16F876

Мнемокод	Код операции	Флаги	Операция
Байтовые операции			
ADDWF f,d	000111dffffff	C,DC,Z	W+f
ANDWF f,d	000101dffffff	Z	W AND f
CLRF f	0000011ffffff	Z	Обнуление f
CLRW	0000010xxxxxxx	Z	Обнуление W
COMF f,d	001001dffffff	Z	Инверсия f
DECF f,d	000011dffffff	Z	f-1
DECFSZ f,d	001011dffffff		f-1, пропуск если 0
INCF f,d	001010dffffff	Z	F+1
INCFSZ f,d	001111dffffff		F+1, пропуск если 0
IORWF f,d	000100dffffff	Z	W OR f

Продолжение таблицы 1.

MOVF f,d	001000dffffff	Z	W=f если d=0, иначе f=f
MOVWF f	0000001ffffff		F=W
NOP	0000000xx00000		Пустая операция
RLF f,d	001101dffffff	C	Левый сдвиг f через C
RRF f,d	001100dffffff	C	Правый сдвиг f через C
SUBWF f,d	000010dffffff	C,DC,Z	f-W
SWAPF f,d	001110dffffff		Перестановка половин f
XORWF f,d	000110dffffff	Z	W XOR f
Битовые операции			
BCF f,b	0100bbbffffff		Сброс бита b регистра f
BSF f,b	0101bbbffffff		Установка бита b в f
BTFSC f,b	0110bbbffffff		Пропуск если f[b]=0
BTFSS f,b	0111bbbffffff		Пропуск если f[b]=1
Операции управления и работы с константами			
ADDLW k	11111xkkkkkkkk	C,DC,Z	W=W+k
ANDLW k	111001kkkkkkkk	Z	W=W AND k
CALL k	100kkkkkkkkkk		Вызов подпрограммы
CLRWDT	00000001100100	TO,PD	Сброс WatchDog timer
GOTO k	101kkkkkkkkkk		Переход по адресу
IORLW k	111000kkkkkkkk	Z	W=W OR k
MOVLW k	1100xxkkkkkkkk		W=k
RETFIE	00000000001001		Возврат из прерывания
RETLW k	1101xxkkkkkkkk		Возврат, W=k
RETURN	00000000001000		Возврат из подпрограммы
SLEEP	00000001100011	TO,PD	Переход в режим SLEEP
SUBLW k	11110xkkkkkkkk	C,DC,Z	W=k-W, флаги C и DC
XORLW k	111010kkkkkkkk	Z	W=W XOR k

Микроконтроллер 16F876 имеет в своем составе шестибитный двунаправленный порт ввода-вывода PORT A управляемый двумя регистрами: PORTA с адресом 05h и TRISA с адресом 85h. Регистр TRISA позволяет задавать направление обмена для каждого бита порта: если соответствующий бит установлен в 1, разряд является входным, а если в 0 – выходным. При этом состояние соответствующей ножки микросхемы берется из бита регистра PORTA. При считывании регистра PORTA происходит считывание данных с входов порта, то есть если разряд сконфигурирован на ввод информации, произойдет считывание состояния входа, если на вывод – считывание предыдущей информации. Необходимо учитывать, что разряд порта RA4 не формирует высокого уровня, т.е. это выход с «открытым истоком». Этот вывод микросхемы имеет один защитный

диод, не допускающий подачи на вывод отрицательного напряжения. Остальные выводы портов имеют по два защитных диода, ограничивающих возможное напряжение на выводах в пределах от нуля до напряжения питания. Необходимо помнить, что если имеются другие устройства, подключенные к тем же выводам, то они могут отключать соответствующие разряды порта. Так, в контроллере PIC16F876 по умолчанию после включения питания выводы порта являются входами АЦП, так что для работы с портом необходимо отключить АЦП.

Порт В двунаправленный восьмиразрядный порт. Он управляется регистрами TRISB с адресом 86h и PORTB с адресом 06h. Регистр TRISB аналогично подобному регистру порта А поразрядно задает направление обмена: 0 – на вывод и 1 – на ввод информации. Кроме того, PORTB имеет дополнительные возможности: в регистре OPTION_REG может быть включена подтяжка входов к уровню напряжения питания внутренними резисторами, а в регистре INTCON можно разрешить прерывания при изменении состояния на входах RB4..RB7. Если необходимо использовать RB0/INT как вход прерывания, он должен быть сконфигурирован как вход, т.е. в регистре TRISB должен быть установлен нулевой разряд. У контроллера PIC16F876 некоторые выводы используются при низковольтном программировании, для их использования необходимо отключить эту возможность в слове конфигурации.

Порт С двунаправленный порт, каждый разряд которого может быть настроен на ввод информации установкой соответствующего бита регистра TRISC в 1 или на вывод информации при установке бита в 0. Регистр TRISC имеет адрес 87h, регистр PORTC – 07h.

Различные дополнительные аппаратные устройства контроллера могут генерировать прерывания, не предусмотренные регистром INTCON. Для их обработки предназначен бит PEIE регистра INTCON, позволяющий запретить все аппаратные прерывания, и регистры PIR1, PIE1 общие сведения о которых приведены в таблице 8. Регистр PIR1 служит для определения

источника прерывания, а регистр PIE1 для разрешения прерывания от данного источника.

Таблица 2. Регистры PIR1 и PIE1

Бит	Регистр/Адрес		Назначение
	PIR1/0Ch	PIE1/8Ch	Прерывания
7	PSPIF	PSPIE	PSP Interrupt
6	ADIF	ADIE	Завершение преобразования АЦП
5	RCIF	RCIE	Завершение приема USART
4	TXIF	TXIE	Завершение передачи USART
3	SSPIF	SSPIE	SSP Interrupt
2	CCP1IF	CCP1IE	Прерывания от CCP1
1	TMR2IF	TMR2IE	Переполнение Timer2
0	TMR1IF	TMR1IE	Переполнение Timer1

4.3 Выбор клавиатуры

В качестве клавиатуры в данной микропроцессорной системе используются четыре тактовых кнопки TS-A3PS-130 фирмы Wealth Metal Factory.

Основные технические характеристики:

- Тип: прямая;
- Способ монтажа: отверстия на плату;
- Рабочее напряжение: 12В;
- Рабочий ток: 0,05А;
- Размер: 6х6мм;
- Высота/длина кнопки с толкателем (до контактов): 7мм;
- Высота/длина толкателя: 3,5мм.

В разрабатываемой системе практически любое число кнопок может быть в клавиатуре при использовании всего одного или двух входов контроллера, если воспользоваться возможностями встроенного в контроллер АЦП. Считаем, что диапазон измерения АЦП простирается от 0В до напряжения питания Е, что часто оказывается справедливым. В зависимости от положения нажатой клавиши на входе АЦП формируется n четко различимых напряжений. Если ни одна кнопка не нажата, на входе АЦП формируется близкое к нулю напряжение. На рисунке 14 представлен используемый вариант подключения клавиатуры к микроконтроллеру.

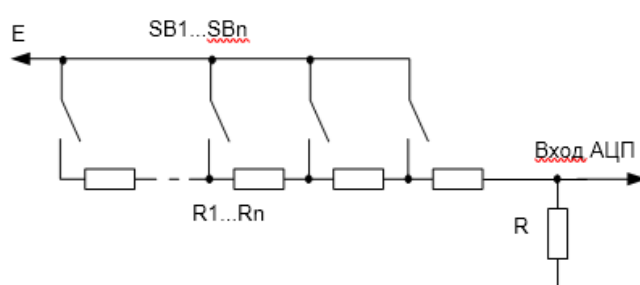


Рисунок 14 Организация клавиатуры с использованием АЦП

Для каждой нажатой кнопки легко рассчитать формируемое на выходе напряжение, что позволяет сформировать сетку уровней напряжения, позволяющую при программировании идентифицировать нажатую кнопку. Причем, кнопка расположенная ближе к входу АЦП с учетом расположения на предложенной схеме обладает максимальным приоритетом. Предположив равенство сопротивлений всех резисторов схемы, легко рассчитать требуемые уровни из выражения:

$$U = \frac{R}{R + R_n} E,$$

где U_n – рассчитываемый для кнопки SB_n уровень напряжения.

Зная аналоговый эквивалент единицы младшего разряда результата аналого-цифрового преобразования (величину кванта) можно рассчитать цифровые эквиваленты, с которыми программа будет сравнивать текущий результат преобразования с целью идентификации нажатой кнопки.

4.4 Выбор индикации

В качестве индикации в данной микропроцессорной системе используются семисегментный светодиодный дисплей SA56-21 фирмы Kingbright.

Основные технические характеристики:

- Длина волны: 640нм;
- Прямой ток: 30 мА;
- Прямое напряжение: 1,85V;
- Диапазон рабочих температур: -40°C до +85°C

Кроме того для реализации принципа динамической индикации необходимы два дешифратора. Микросхема 1533ИД14 предназначена для выбора номера разряда, а дешифратор 176ИД2 для перевода двоично-десятичного кода в сигналы управления сегментами индикатора

Микросхема 1533ИД14 представляет собой дешифратор-демультиплексор со входами выбора и разрешения. При высоком уровне напряжения на входе разрешения Е выходы устанавливаются в состояние высокого уровня напряжения, при низком уровне напряжения на этом входе осуществляется дешифрация двоичного слова, заданного на информационных портах А. При использовании входа Е в качестве информационного будет осуществляться операция демультиплексирования. УГО микросхемы 1533ИД14 представлено на рисунке 15:

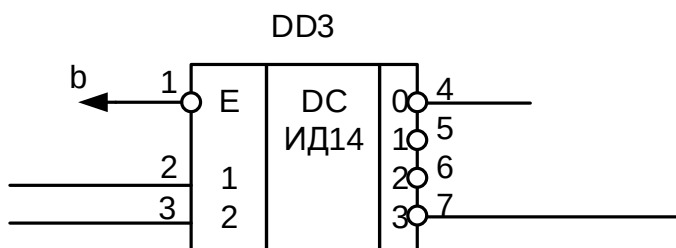


Рисунок 15- УГО микросхемы 1533ИД14

Микросхема 176ИД2 предназначена для управления семисегментными индикаторами. Назначение выводов: А...D - информационные входы; S — вход управления; К — вход блокировки; М — вход инверсии, а...q - выходы, подключаемые к цифровому индикатору. Дешифрирование входных сигналов осуществляется при высоком уровне на входе 5, а на входах К и М в это время должны быть низкие уровни. В результате дешифрации на цифровом индикаторе высвечиваются цифры 0...9 в соответствии с двоичным входным кодом. В случае установки на входе К высокого логического уровня все выходы дешифраторов запираются независимо от состояния входной информации (т. е. цифровой индикатор полностью выключается). Если во время работы дешифратора поступает низкий уровень на вход S, то на выходе фиксируется тот последний код, который был до смены уровня на входе S, т. е. на цифровом индикаторе запоминается соответствующая цифра, независимо от смены входной информации (в дешифраторах имеются входные регистры на триггерах). Если на вход М подать высокий уровень, то на выходах сформируются инверсные сигналы. Это позволяет использовать с данными дешифраторами цифровые индикаторы как с общими анодами, так и с общими катодами. Следует отметить, что максимальный выходной ток этого типа дешифраторов ограничен величинами -2...+3 мА, поэтому без выходных усилителей к ним возможно подключать только маломощные цифровые индикаторы. УГО этой микросхемы приведено на рисунке 16.

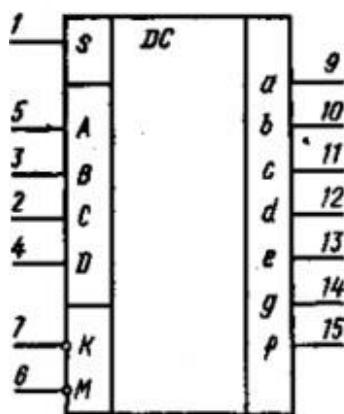


Рисунок 16 – УГО микросхемы 176ИД2

Динамическая индикация предполагает поразрядный вывод информации с периодизацией вывода с частотой более 8 Гц. То есть в динамической индикации в конкретный момент времени выдается информация только в одном разряде многоразрядного индикатора, а остальные разряды пассивны. Динамическая индикация при большом числе разрядов оказывается выгодной, поскольку требует меньшего объема аппаратных средств. Периодизация вывода информации может происходить не только от разряда к соседнему, но и от выдачи информации посегментно. То есть в данный момент времени производится активизация, например, сегментов А всех разрядов индикации, затем сегментов В и так далее. При поразрядном управлении в случае индикации только десятичных цифр потребуется применение одного дешифратора десятичного кода в сигналы управления сегментами индикаторов.

4.5 Описание интерфейса RS232

Интерфейс RS232 реализуется с помощью микросхемы MAX232. Данный интерфейс разрабатывался для связи между собой терминала и мейнфрейма в те времена, когда компьютеры были большие и занимали отдельную комнату. Исходя из этой потребности, был разработан помехозащищенный интерфейс, обеспечивающий дуплексную передачу данных на расстояние до 15 метров. Впоследствии данный интерфейс широко использовался в телекоммуникационном оборудовании: модемах. Полный интерфейс содержит кроме линий для передачи данных линии аппаратного управления приемопередающим оборудованием: наличие данных в передатчике, возможность приема данных приемником и даже специальную линию для обозначения входящего звонка. В настоящее время эти линии используют редко, а сам интерфейс чаще всего содержит только три линии: RxD, TxD, GND.

Так как данный интерфейс предназначен для сопряжения разнесенных в пространстве устройств, описываются уровни сигналов на выходе и на

входе. Линия RxD одного устройства подключается к линии TxD другого устройства.

Согласно стандарту, выходной каскад интерфейса должен выдавать на линию связи напряжение $+(15..5)\text{В}$ при передаче нуля и $-(15..5)\text{В}$ при передаче единицы. При этом нормальным состоянием линии связи является единичное, что облегчает контроль ее состояния.

Приемная часть интерфейса должна распознавать напряжения выше нуля как ноль, а ниже — как единицу. Как правило, вводится небольшой гистерезис для исключения постоянной смены состояний при напряжении, находящемся вблизи нуля.

На рисунке 17 приведена микросхема преобразователя уровня, подключенная к микроконтроллеру и реализующая интерфейс RS232 в устройстве.

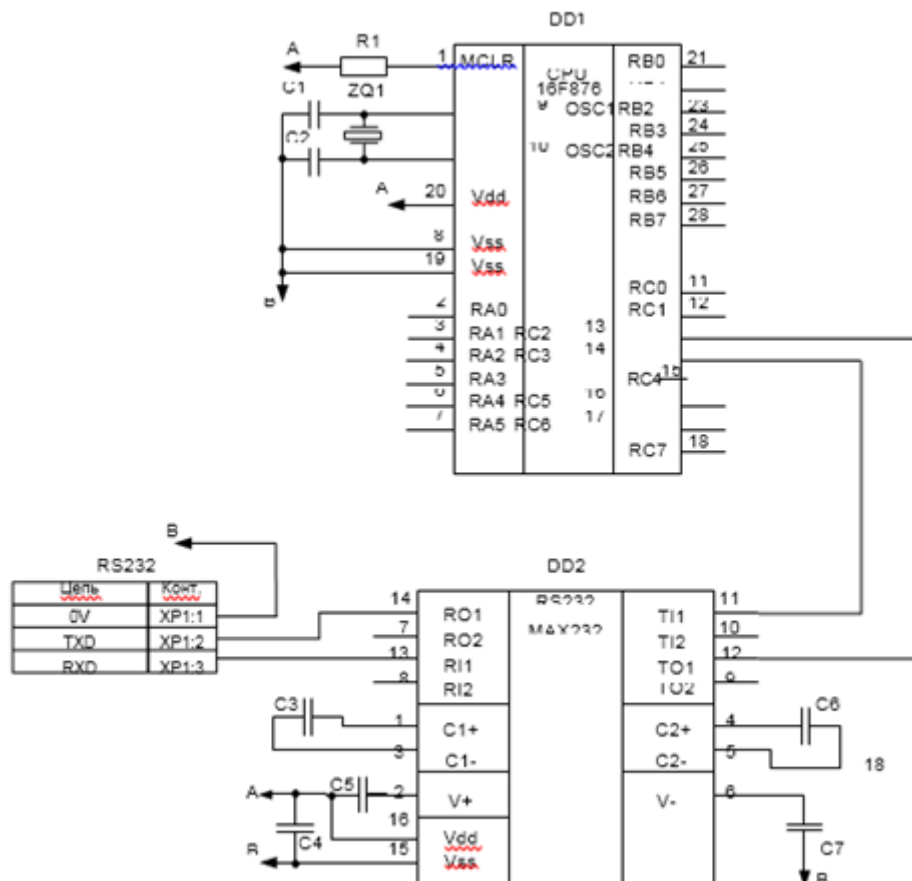


Рисунок 17 – Схема организации интерфейса RS232 с помощью MAX232

Микросхема Max232 является преобразователем уровней, конденсаторы C3, C4, C5, C6 используются для удвоения напряжения питания и получения отрицательного напряжения питания. Нужно заметить, что нумерация и подключение разъема X1 выбрана таким образом, чтобы разрабатываемое устройство подключалось напрямую к компьютеру.

Интерфейс RS232 не рекомендуется применять в новых разработках, если в этом нет особой необходимости. Для подключения к компьютеру рекомендуется применять интерфейс USB как более универсальный и быстрый.

4.6 Описание интерфейса I2C

Для обмена данными между микроконтроллером и датчиками используется интерфейс I2C. Основные особенности интерфейса I2C:

I2C – широко распространенный последовательный интерфейс передачи данных. Шина представляет собой два провода: SCL – линия тактирования и SDA – двунаправленная линия для приема и передачи данных.

В процессе обмена информацией каждое устройство может выполнять разные роли:

- Передатчик – устройство, отправляющее данные на шину
- Приемник – устройство, принимающее данные с шины
- Master – устройство, которое генерирует тактовый синхросигнал, а также инициирует и завершает сеанс передачи данных
- Slave – устройство, к которому обращается Master

К шине может быть подключено до 128 устройств, в каждый момент времени обмен осуществляется только одним устройством и только в одну сторону.

На рисунке 18 представлена схема соединения устройств.

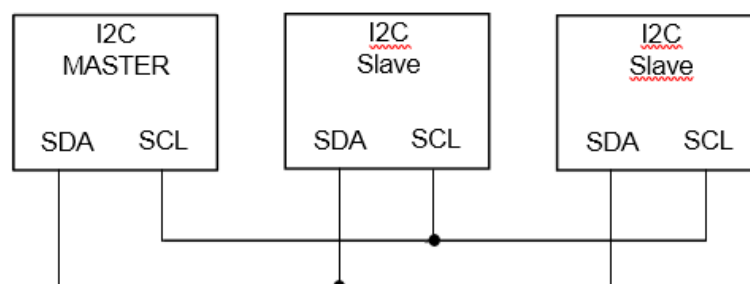


Рисунок 18- Схема соединения устройств

Обмен по шине начинается с подачи сигнала START (ST). Сигнал START определен как переход линии SDA из высокого состояния в низкое, в то время как сигнал SCL удерживается в высоком состоянии. После того как master отправит сигнал START, шина считается занятой. Следующий байт данных (SAD+W), передающийся после сигнала START, содержит 7 бит данных адреса slave-устройства, а 8-ой бит информирует будет ли master получать данные от slave - устройства или наоборот записывать их в него.

В таблицах 3 и 4 представлен протокол передачи данных.

Таблица 3 – Передача одного байта от master к slave

Master	ST	SAD+W		SUB		DATA		SP
Slave			SAK		SAK		SAK	

Таблица 4 – Передача одного байта от slave к master

<u>Master</u>	S	SAD+		SU		S	SAD+			NMA	S
r	T	W		B		R	R			K	P
Slave			SA		SA			SA	DAT		
			K		K			K	A		

Передача данных обязательно должна проходить с подтверждением. Передатчик должен освободить линию SDA на время передачи сигнала подтверждения. Приемник должен удерживать линию SDA в низком состоянии на протяжении всего высокого состояния тактового импульса. Приемник, к которому обратились, обязан после приема каждого байта данных генерировать сигнал подтверждения (SAK).

После того, как slave- устройство вернет подтверждение на отправленный адрес, посылается 8- битный суб-адрес (SUB). В нем 7 младших бит представляют собой адрес регистра, а 8-ой бит разрешает автоинкремент адреса. Адрес slave-устройства содержит бит чтения/записи. Если бит установлен в '1' (чтение), то после отправки суб-адресного байта должен быть выдан повторный сигнал START(SR); если бит установлен в '0' (запись), master должен передавать данные на slave без смены направления передачи.

Каждый сеанс передачи данных заканчивается подачей «мастером» сигнала STOP (SP), то есть переход линии SDA из низкого состояния в высокое, в то время как на линии SCL установлено высокое состояние.

4.7 Датчик AD22103

Краткие сведения о параметрах датчика с аналоговым выходным сигналом, их возможных условных обозначениях и способах подключения их к входным усилителям. Основные параметры некоторых датчика температуры фирмы Analog Devices с выходным сигналом в виде напряжения предложены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные параметры датчика фирмы Analog Devices

AD22103	0...+100	(+2,7...+3,6) В при номинале +3,3 В	+28 при $V = +3,3$ В	0,25 при 0 °С, 3,05 при +100 °С	< 0,6
---------	----------	---	----------------------------	------------------------------------	-------

Датчики питаются однополярным положительным напряжением V. Будем считать, что питание обеспечивается равным номиналу. (Если это окажется несправедливым, то это можно учесть при начальной калибровке прибора в виде подстроек масштаба (коэффициента усиления усилителя) и смещения нуля с помощью потенциометров или в цифровом виде при использовании возможностей процессора или контроллера, которые будут принимать сигнал с выхода усилителя.)

Схема подключения датчика к усилителю с возможным условным обозначением датчика предлагается на рисунке 19.

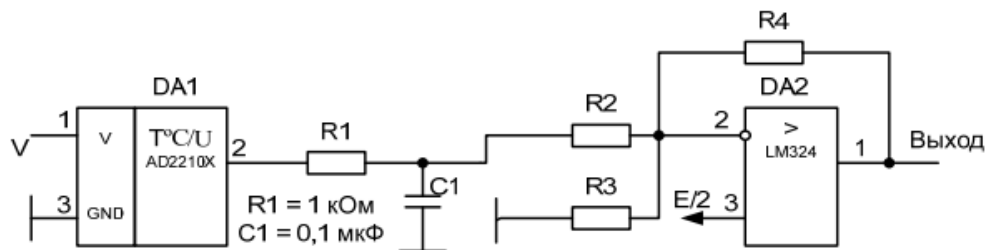


Рисунок 19- Схема подключения датчика к усилителю

4.8 Описание работы системы по принципиальной схеме

Принципиальная схема системы представлена в Приложении А.3 на листе ПГУ 1.090301.20.004 ЭЗ и на рисунке 20.

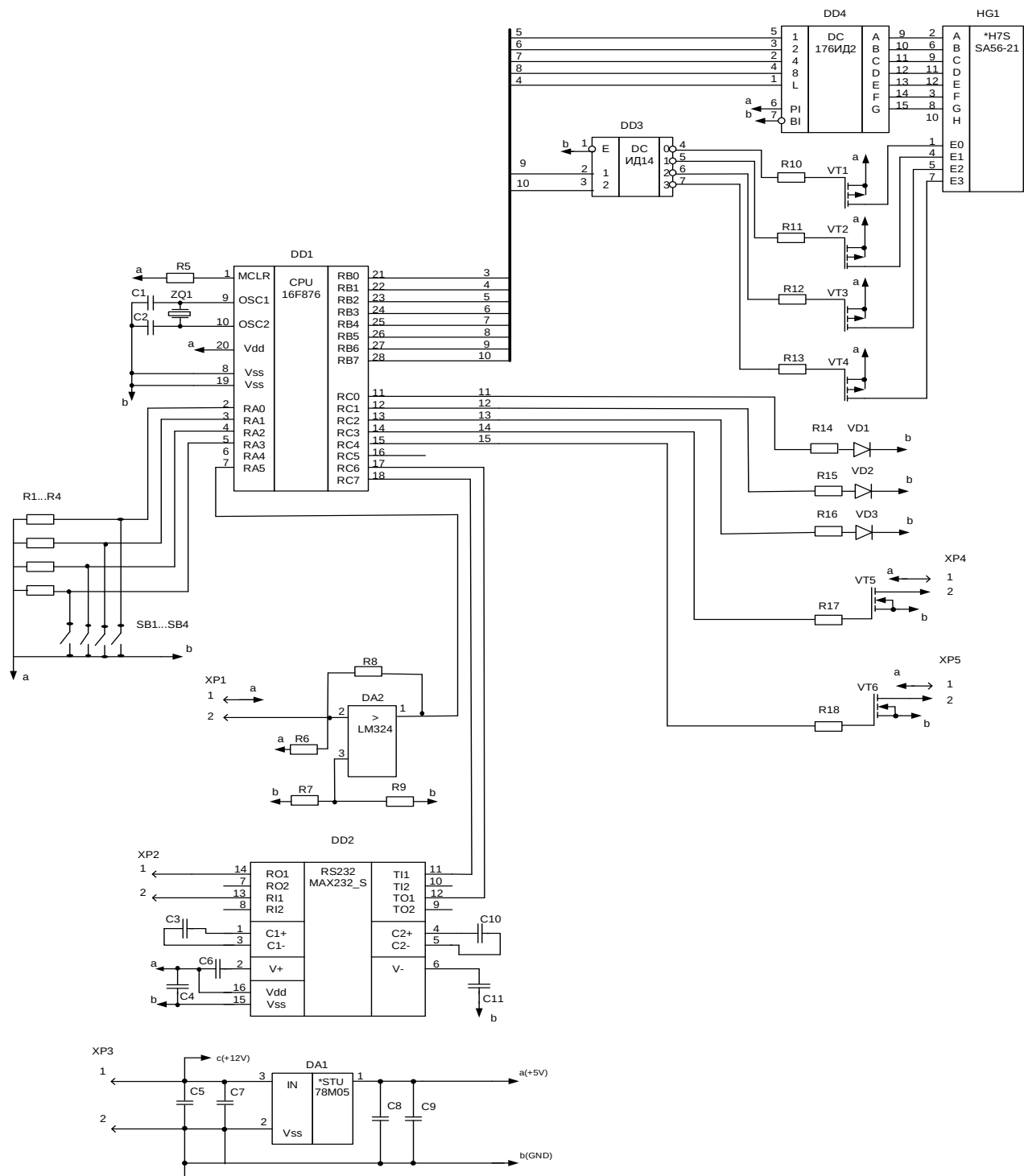


Рисунок 20- Схема электрическая принципиальная

Система содержит микроконтроллер DD1, аналоговую схему стабилизатора напряжения DA2, интерфейсную микросхему DD2. Дешифратор DD3, необходимый для выбора номера разряда, дешифратор DD4, преобразующий двоично-десятичный код в сигналы управления сегментами индикатора, микросхему индикации HG1, транзисторы VT1..VT4

для управления блоком индикации, транзисторы VT5..VT7 для управления блоком нагрузки при необходимости чем то управлять в доме, два выходных реле K1 и K2, которые помогают коммутировать силовые цепи и клавиатуру, содержащую 4 клавиши SB1..SB4.

Схема функционирует следующим образом: при включении питания микроконтроллер DD1 выходит на рабочий режим. Сигналы поступают на вход RB0, то есть на вход сигнала интерфейса из внешней среды микросхемы DD1. Основная микросхема DD1 обеспечивает работу индикации в режиме вывода текущего времени.

Рассмотрим организацию индикации. Предполагается, что выводить будем только символы цифр в десятичной системе счисления, поэтому для уменьшения количества требуемых выводов у контроллера DD1, применяется специальная микросхема DD4, которая имеет четыре информационных входа помеченных по их весу 1, 2, 4, 8 и вход загрузки помеченный символом L. Индикация реализована по динамическому принципу, то есть все четыре разряда семисегментного светодиодного индикатора обслуживаются по очереди. Например, при необходимости вывода соответствующего символа на нулевой разряд индикатора, на входы дешифратора DD3 поступает комбинация 00, которая формирует на нулевом выходе дешифратора активный уровень, в данном случае равный нулю. Это приводит к открыванию транзистора VT1, который используется как ключевой транзистор с П-каналом для подачи питания на нулевой разряд семисегментного светодиодного четырехразрядного индикатора. Одновременно в микросхему DD4 поступают четыре разряда, соответствующие цифре, которую нужно вывести в нулевой разряд HG1.

В итоге нулевой разряд высвечивает информацию, но это продолжается не долго, поскольку контроллер должен формировать следующий символ в соседнем разряде. Далее происходит изменение состояния на входах дешифратора DD4, управляющего индикатором, и одновременно на входы дешифратора DD3 поступает комбинация 01, то есть разрешается работа первого разряда семисегментного индикатора HG1. По сигналу на входе L новое число загружается в регистр, который имеется на входе дешифратора DD4, и преобразуется на выходах в сигнал управления сегментом. Таким образом при частоте выше чем $8 \cdot 4 = 32$ Гц (например при 100 Гц), где 4 число разрядов, а 8- это количество мельканий в секунду, которые воспринимает человек как неподвижное свечение, индикация будет равномерно высвечивать информацию на всех 4-х разрядах.

Рассмотрим работу микроконтроллера DD1 при выполнении разных функций. В устройстве предусмотрено наличие двух аналоговых входов XP1, XP2, и двух цифровых входов XP3, XP4, для связи с датчиками имеющими выход I2C. Таким образом контроллер принимает информацию с аналоговых или цифровых входов по программе, которая прошита в нем и по режимам, которые программируются клавишами SB1-SB4. Есть возможность производить управление тремя выходными транзисторами и двумя выходными реле. Кроме того при необходимости количество датчиков, которые связываются с микроконтроллером с помощью интерфейса I2C можно увеличить, добавлением к разъемам XP3 и XP4 дополнительных датчиков внешним монтажом. Транзисторы VT5..VT7, работающие как выходные, выбраны таким образом, что бы они выдерживали достаточно большой ток. Их можно использовать для управления маломощными электродвигателями постоянного тока, для управления драйверами контроля электродвигателя, и для управления светодиодной индикацией в предположении, что элементы нагрузки имеют 12В питание, которое поступает по цепи питания через разъем XP6 на модуль основного контроллера. Использование реле K1 и K2 позволяет коммутировать силовые

нагрузки, мощные лампы. При выборе других реле коммутируемый ток может быть увеличен и зависит его величина от того, какие цепи будут коммутироваться, а именно, если это постоянный ток, то нагрузочная способность будет одна, переменный ток 220V то нагрузочная способность будет другой. С помощью кнопок SB1..SB4 выбирается режим работы схемы и программируется ее работа. Одно из возможных применений предложенной схемы это включение и выключение в заданные моменты времени простейшей силовой нагрузки, например, теплоэлектронагревателя. Для этой цели используется соответствующая кнопка, которая переводит контроллер в режим программирования, далее вводится начальное и конечное значение времени, и запускается исполнение нажатием на определенную кнопку. Применение микросхемы DA2, формирующей 5В позволяет стабилизировать напряжение в контроллере и тем самым использовать эти напряжения в цепях аналогово-цифрового преобразования. Таким образом, принимая информацию с аналоговых датчиков, можно будет перевести их сигнал в соответствующий цифровой эквивалент с достаточно высокой точностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана микроконтроллерная система предназначена для управления бытовой электропечью. Основными функциями системы являются: генерация текущего времени, программируемое управление работой теплоэлектронагревателя, программируемое управление режимами работы системы. Данное устройство обеспечивает надежную работу в нормальных климатических условиях.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были изучены научно-технические материалы по микроконтроллерам, проведено обоснование выбора элементной базы разработки, разработаны структурная схема устройства, принципиальная схема устройства, алгоритмы работы системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) Брякин Л.А., Брякин А.Л. Схемотехник модулей встраиваемых систем. — Пенза. Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2016;
- 2) Брякин Л.А., Брякин А.Л. Схемотехник модулей встраиваемых систем. — Пенза. Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2016;
- 3) Голов А.А. Общие положения и введение в логику работы шины I2C. Практические рекомендации. 1997 КТЦ-МК;
- 4) Новиков Ю. В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. – М.: Мир;
- 5) Павлов В. Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов – М.: Горячая линия – Телеком, 2001;
- 6) Микросхема 176ИД2. Техническое описание, 1-е издание 1997 КТЦ-МК;
- 7) Интернет ресурс - <http://electricalschool.info>;
- 8) ГОСТ 2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.
- 9) ГОСТ 2.103-68 ЕСКД. Стадии разработки;
- 10) ГОСТ 2.104–68 ЕСКД. Основные надписи;

Приложение А.1

Микроконтроллерные системы управления
бытовой электропечью

Схема программы

Приложение А.2

Микроконтроллерные системы управления
бытовой электропечью

Схема электрическая структурная

					ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение А.3

Микроконтроллерные системы управления
бытовой электропечью

Схема электрическая принципиальная

Приложение А.4

Микроконтроллерные системы управления
бытовой электропечью

Перечень элементов

					ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение В

Микроконтроллерные системы управления
бытовой электропечью

Копия презентации

Зона	Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
		Конденсаторы		
	C1,C2	K10-69B-16пФ АЖЯР.673511.002 ТУ	2	
	C3	K10-17-0,47мкФ ±10% АЖЯР.673523.001 ТУ	1	
	C4	K50-16B-1мкФ ±10% АЖЯР.673546.004 ТУ	1	
	C5	K10-19-0,33мкФ ±10% АЖЯР.673537.001 ТУ	1	
	C6	K50-16B-1мкФ ±10% АЖЯР.673546.004 ТУ	1	
	C7	K10-19-0,33мкФ ±10% АЖЯР.673537.001 ТУ	1	
	C8, C9	K50-16B-1мкФ ±10% АЖЯР.673546.004 ТУ	2	
	C10	K10-17- 0,47мкФ ±10% АЖЯР.673523.001 ТУ	1	
	C11	K50-16B-1мкФ ±10% АЖЯР.673546.004 ТУ	1	
		Микросхемы		
	DA1	78M05	1	импорт
	DA2	LM324	1	импорт
	DD1	PIC16F876	1	импорт
	DD2	MAX232	1	импорт
	DD3	1533ИД14 ТУ 0.348.103-02	1	
	DD4	176ИД2 ТУ 0.579.215-01	1	
	HG1	Индикатор SA56-21	1	импорт
		Резисторы		
	R1... R4	C2-33H-0,125-1кОм ± 5 % -А-В-А-К ОЖО.467.173 ТУ.	4	
	R5	C2-33H-0,125-820кОм ±10% -А-В-А-К ОЖО.467.173 ТУ	1	
	R6	C2-33H-0,125-7,5кОм ±5% -А-В-А-К ОЖО.467.173 ТУ	1	
	R7,R9	C2-33H-0,125-39кОм ±5% -А-В-А-К ОЖО.467.173 ТУ	2	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Рахматуллина		
Провер.		Брякин Л.А.		
Н. Контр.		Кучин А.В.		
Утв.				
ПГУ 1.090301.20.004 ПЭ				
			Лит.	Лист
				1
			Листов	
			2	
			Микроконтроллерные системы управления бытовой электротехникой	
			Перечень элементов.	
			ФВТ, гр.15ВВ1	

Микроконтроллерные системы управления бытовой электропечью

Выполнил студент: гр. 15вв1 Рахматуллина Р.

Руководитель: к.т.н. доцент Брякин Л.А.

Задание на работу:

Микроконтроллерные системы управления предназначены для большого количества возможных применений данной печи. Особенностью системы является создание нескольких режимов работы, при которых будет выдерживаться определенный интервал времени с проверкой результатов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

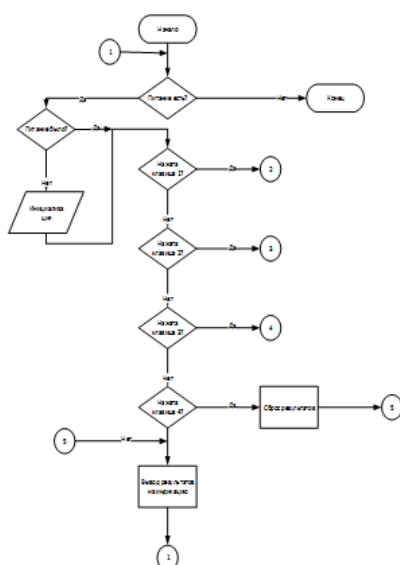
В современном мире область применения вычислительной техники широко распространена во всех сферах нашей жизнедеятельности. С течением времени появилась необходимость использования электротехнических устройств в бытовых нуждах, так, например, в электропечах. Наиболее широкое распространение в разработке, связанной с управлением и контролем бытовой электропечи, нашли микроконтроллеры, особенностью которых является способность решения большого спектра задач.

Микроконтроллер - это специальная микросхема, предназначенная для управления различными электронными устройствами. В связи с использованием микроконтроллеров появилась возможность реализовывать микроконтроллерные системы управления бытовой электропечью существенно с минимальными экономическими затратами. В корпусе стандартного микроконтроллера вместе с основными функциональными узлами размещены такие вспомогательные узлы, как порты ввода-вывода, таймер, аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи, тактовый генератор, контроллер прерываний.

Темой данной выпускной квалификационной работы является разработка микроконтроллерных систем управления бытовой электропечью. К данным системам можно предъявить ряд важных требований: высокая функциональная возможность, простота эксплуатации, сравнительно низкая стоимость, долговечность работы, небольшие габариты и др. Актуальностью выбранной темы является то, что в современном мире очень быстро развиваются технологии, которые в след за собой увеличивают потребность в электроприборах конкретного бытового назначения, в частности электропечах. Данная микроконтроллерная система позволяет достаточно эффективно управлять электропечью, что помогает существенно сэкономить время, а также уменьшить расходы, связанные с коммунальными услугами.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Алгоритм работы



Электрическая структурная схема устройства

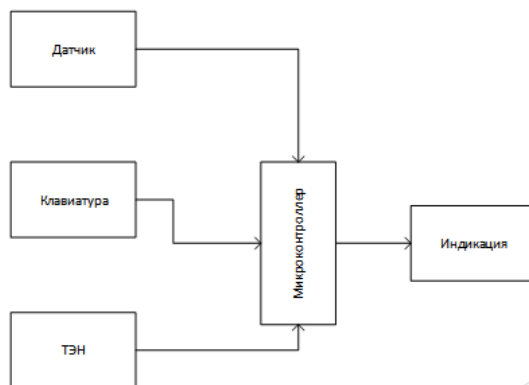
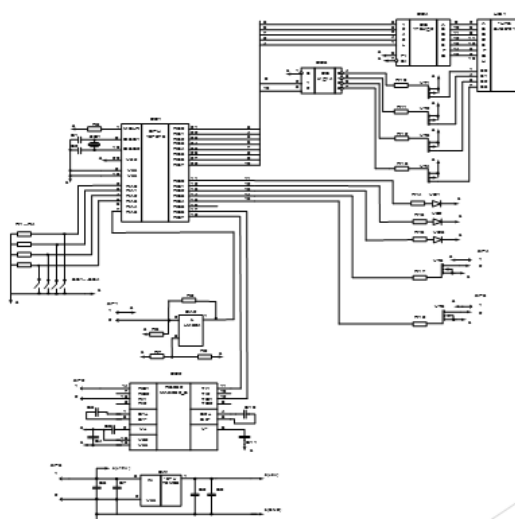


Схема электрическая принципиальная



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090301.20.001 ПЗ

Лист

62