

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ЭВМ

(подпись)

« _____ » _____ 2023 г.

З А Д А Н И Е
по курсовому проектированию

Студенту _____ Островскому Алексею Андреевичу
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта: Микропроцессорное устройство контроля параметров супермаркета

2. Срок сдачи студентом законченного проекта с 14.11.2023 по 20.11.2023

3. Исходные данные к проекту:

1. Микроконтроллер

2. ИК-датчик, угол обзора не менее 60 градусов, тип сигнала аналоговый

3. Датчик газа, чувствительность 300 – 10000 ppm

4. Датчик температуры, измеряемая температура от +10 до +60 °C

5. Устройство отображения информации

6. Орган управления

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Введение

1. Обзор литературы по системам контроля параметров супермаркетов

2. Разработка структуры микропроцессорного устройства контроля параметров супермаркета

3. Обоснование выбора элементов функциональной схемы микропроцессорного устройства контроля параметров супермаркета

4. Разработка принципиальной электрической схемы микропроцессорного устройства контроля параметров супермаркета

5. Разработка программного обеспечения

Заключение.

Литература.

5. Перечень графического материала

1. Структурная схема устройства (Формат А3)

2. Функциональная электрическая схема устройства (Формат А3)

3. Принципиальная электрическая схема устройства (Формат А3)

4. Схема алгоритма программы устройства

6. Консультант по проекту (с назначением разделов проекта) И.Л. Селезнёв

7. Дата выдачи задания 02.06.2023

8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с назначением сроков исполнения и трудоемкости отдельных этапов):

разделы 1,2 к 28.09 – 20 %; _____

раздел 3 к 13.10 – 20 %; _____

разделы 4 к 25.10 – 25 %; _____

раздел 5 к 09.11 – 20 %; _____

оформление пояснительной записки и графического материала к 13.11 – 15 %; _____

защита курсового проекта с 22.11 по 24.11. _____

РУКОВОДИТЕЛЬ _____ доцент каф. ЭВМ Селезнёв И.Л.
(подпись)

Задание принял к исполнению 02.06.2023
(дата и подпись студента)

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Схемотехника

К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ

_____ И. Л. Селезнев

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту
на тему

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ
СУПЕРМАРКЕТА

БГУИР КП 1-40 02 01 008 ПЗ

Студент гр. 050541

Руководитель

А. А. Островский

И. Л. Селезнев

МИНСК 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Структура разрабатываемого устройства

Разрабатываемое устройство предназначено для контроля параметров помещения супермаркета. Планируется, что устройство будет контролировать возникновение очагов пламени, превышение допустимого уровня углекислого газа, температуры помещения.

В соответствии с требованиями устройство должно включать блоки:

- микроконтроллер,
- блок датчиков,
- орган управления,
- устройство отображения информации
- блок исполнительных устройств

1.2 Микроконтроллер

В соответствии с техническим заданием необходимо использовать 8-разрядный микроконтроллер. Такие микроконтроллеры выпускают ряд производителей: Intel, Motorola, Microchip, Atmel, Scenix Semiconductor и др.

Ниже представлен обзор трех наиболее популярных 8-разрядных микроконтроллеров.

1. PIC-микроконтроллеры фирмы Microchip.

Фирма Microchip предоставляет линейку 8-разрядных микроконтроллеров PIC16F с различными особенностями выводов и корпусов. Например, PIC16F630/629 имеют ядро среднего уровня с 8-ми уровневый аппаратным стеком и 35 инструкциями. Эти микроконтроллеры обеспечивают до 5 MIPS, до 1,75 Кбайт памяти программ, до 64 байт ОЗУ и 128 байт EEPROM данных. На борту имеется генератор, откалиброванный на заводе с точностью $\pm 1\%$.

В основу контроллеров положена 8-разрядная RISC-архитектура с системой простых однословных команд. Все команды (кроме команд перехода) выполняются за один машинный цикл (четыре такта). Отличительной особенностью PIC-микроконтроллеров, реализованных на CMOS-технологии, является низкое энергопотребление: 2мА при питании 5 В на тактовой частоте 4 мГц; 15 мкА при питании 3 В на тактовой частоте 32 кГц и менее 3 мкА в режиме ожидания. В связи с этим такие микроконтроллеры широко используются в портативных приборах с питанием от батареек [1].

2. Микроконтроллеры фирмы Atmel.

Фирма Atmel, один из ведущих лидеров по производству однокристальных микроконтроллеров, представляет линейку 8-разрядных микроконтроллеров серии ATmega с AVR-ядром, который характеризуется минимальным уровнем потребления энергии, возможность запрограммировать до 130 команд высокопроизводительного типа, показатель производительности доходит до 16 MIPS.

AVR-архитектура объединяет 8-разрядный гарвардский RISC-процессор, 32 регистра общего назначения, каждый из которых может работать как аккумулятор и развитую систему команд фиксированной 16-битной длины. Большинство команд выполняются за один машинный такт с одновременным исполнением текущей и выборкой следующей команды.

Все микроконтроллеры AVR имеют встроенную Flash-память с возможностью внутрисхемного программирования через последовательный 4-проводной интерфейс. Их периферия включает: таймеры-счетчики, широтно-импульсные модуляторы, поддержку внешних прерываний, аналоговые компараторы, 10-разрядный 8-канальный АЦП, параллельные порты (от 3 до 48 линий ввода и вывода), интерфейсы UART и SPI, сторожевой таймер и устройство сброса по включению питания [1].

3. Микроконтроллеры фирмы Analog Devices.

Фирма Analog Device представляет серию 8-разрядных микроконтроллеров AduC со встроенным прецизионным АЦП и ЦАП семейства MicroConverter, применяемые в устройствах обработки данных аналоговых сигналов.

В микроконтроллерах используется ядро 8051/8052, встроенная Flash-память и блок ввода-вывода аналоговой информации, включающий многоканальные ЦАП и АЦП.

Процессоры оснащены либо 12-разрядным АЦП последовательного приближения с многоходовым мультиплексором, либо 16- и 24-разрядными сигма-дельта АЦП. Быстродействие представителей семейства доходит до 16–20 MIPS.

Сравнительная характеристика микроконтроллеров PIC16F716 [1], ADUC812BSZ [2], ATMEGA328PB [3] представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнительная характеристика микроконтроллеров

Фирма	Microchip	Analog Devices	Atmel
Наименование	PIC16F716	ADUC812BSZ	ATMEGA328PB
Ядро	PIC	8052	AVR
Тактовая частота, МГц	20	16	20
Количество входов/выходов	13	34	27
Объем памяти программ, КБ	3,5	8	32
Интерфейс	spi	i2c, spi, uart	i2c, spi, uart
Встроенная периферия	brown-outdetect/reset, por, pwm, wdt	psm, temp sensor, wdt	brown-outdetect/reset, por, pwm, wdt
Тип памяти	flash	flash	flash
Напряжение, В	2-5,5	2,7-5,5	1,8-5,5

1.3 Датчик пламени

Датчик пламени – это устройство, которое предназначено для обнаружения наличия пламени. Он используется в различных системах, включая системы пожаротушения, контроля за оборудованием, научных исследованиях.

Датчики пламени работают, измеряя электромагнитное излучение, которое генерируется пламенем. Это излучение может быть видимым светом, инфракрасным или ультрафиолетовым излучением. Тип датчика пламени, используемого в конкретном приложении, зависит от характеристик пламени, которое необходимо обнаружить.

Наиболее распространенными типами датчиков пламени являются:

1. **Видимые световые датчики** реагируют на видимый свет, который генерируется пламенем. Они просты в изготовлении и использовании, но могут быть подвержены помехам от других источников видимого света, таких как солнце или лампы накаливания.

2. **Инфракрасные датчики** реагируют на инфракрасное излучение, которое генерируется пламенем. Они менее подвержены помехам от других источников инфракрасного излучения, чем видимые световые датчики, но могут быть более дорогими и сложными в установке.

3. **Ультрафиолетовые датчики** реагируют на ультрафиолетовое излучение, которое генерируется пламенем. Они менее подвержены помехам от других источников ультрафиолетового излучения, чем видимые световые датчики, но могут быть более дорогими и сложными в установке.

Датчики пламени могут быть классифицированы по принципу действия:

1. **Активные датчики** излучают свет или тепло и измеряют отражение или поглощение этого излучения пламенем.

2. **Пассивные датчики** просто измеряют электромагнитное излучение, которое генерируется пламенем.

Сравнительные характеристики датчиков PT334-6B[N], QSE113 [N], L14G3 [N], приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – сравнительная характеристика датчиков пламени

Наименование	PT334-6B	QSE113	L14G3
Тип	Пассивный	Пассивный	Активный
Рабочий спектр, нм	760-1100	760-1100	380-750
Угол обнаружения, градусов	0-60	0-60	0-360
Рабочее напряжение, В	3,3-5,3	3,3-5,5	12

1.4 Датчик газа

Датчик угарного газа – это устройство, которое предназначено для обнаружения угарного газа (СО) в воздухе. Угарный газ – это бесцветный, не имеющий запаха газ, который образуется при неполном сгорании топлива. Он является опасным для человека, поскольку может привести к отравлению, а в некоторых случаях – к смерти.

Существует несколько типов датчиков угарного газа, которые различаются по принципу работы. Наиболее распространенными типами являются:

Полупроводниковые датчики: эти датчики состоят из полупроводникового элемента, который меняет свое сопротивление под воздействием угарного газа.

Каталитические датчики: эти датчики состоят из катализатора, который окисляет угарный газ.

Инфракрасные датчики: эти датчики измеряют интенсивность инфракрасного излучения, излучаемого угаром.

Каждый тип датчиков имеет свои преимущества и недостатки. Полупроводниковые датчики являются самыми дешевыми и простыми в установке, но они имеют относительно низкую чувствительность.

Каталитические датчики имеют более высокую чувствительность, чем полупроводниковые, но они более дороги и требуют более тщательной калибровки. Инфракрасные датчики имеют самую высокую чувствительность, но они также являются самыми дорогими и сложными в установке.

При выборе датчика угарного газа необходимо учитывать следующие факторы:

Чувствительность: датчик должен иметь достаточную чувствительность, чтобы обнаруживать угарный газ в концентрациях, опасных для человека.

Диапазон измерений: датчик должен иметь достаточный диапазон измерений, чтобы обнаруживать угарный газ в различных концентрациях.

Время отклика: датчик должен быстро реагировать на изменения концентрации угарного газа.

Восстановление: датчик должен быстро восстанавливаться после воздействия угарного газа.

Сравнительная характеристика датчиков MQ-2[4], CCS811[5], MH-Z19B[6] приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Сравнительная характеристика датчиков углекислого газа

Характеристика	MQ-2	CCS811	MH-Z19B
Чувствительность к СО, ppm/ppb	100 ppm	10 ppb	10 ppb
Диапазон измерений СО, ppm/ppb	50-1000 ppm	0-1000 ppb	0-1000 ppb

Время отклика, с	30	10	10
Восстановление, м	1	3	3

1.5 Датчик температуры

Датчик температуры – это устройство, которое предназначено для измерения температуры.

Существует несколько типов датчиков температуры, которые различаются по принципу работы. Наиболее распространенными типами являются:

Терморезисторы: эти датчики состоят из полупроводникового элемента, сопротивление которого изменяется с изменением температуры.

Термопары: эти датчики состоят из двух проводников, соединенных в точке, которая называется горячим спаем. При изменении температуры в горячем спае возникает термоэлектрический ток, который пропорционален разнице температур в горячем и холодном спае.

Дилатометрические датчики: эти датчики состоят из элемента, который деформируется при изменении температуры. Деформация элемента измеряется и используется для определения температуры.

Терморезисторы являются самыми дешевыми и простыми в установке, но они имеют относительно низкий диапазон измерений.

Термопары имеют более широкий диапазон измерений, чем терморезисторы, но они более дороги и требуют более тщательной калибровки.

Дилатометрические датчики имеют самый широкий диапазон измерений, но они также являются самыми дорогими и сложными в установке.

При выборе датчика температуры учитываются следующие факторы:

Точность: датчик должен иметь достаточную точность для измерений, которые необходимы в конкретной ситуации.

Диапазон измерений: датчик должен иметь достаточный диапазон измерений для измерений, которые необходимы в конкретной ситуации.

Чувствительность: датчик должен иметь достаточную чувствительность для измерений, которые необходимы в конкретной ситуации.

Скорость отклика: датчик должен быстро реагировать на изменения температуры.

Стойкость к внешним воздействиям: датчик должен быть достаточно стойким к внешним воздействиям, чтобы работать в конкретных условиях эксплуатации.

Сравнительная характеристика датчиков DS18B20[8], LM35DZ[9], TMP36[10] приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Сравнительная характеристика датчиков температуры

Наименование	DS18B20	LM35DZ	TMP36
Тип	Цифровой	Аналоговый	Аналоговый

Принцип работы	Терморезисторный	Терморезисторный	Терморезисторный
Диапазон измерений, °C	-55...+125	-55...+150	-40...+125
Точность, °C	0,5	1	1
Время отклика, мс	90 мс	75 мс	75 мс

2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СУПЕРМАРКЕТА

2.1 Проектирование микропроцессорного устройства контроля параметров супермаркета

Разрабатываемое устройство предназначено для контроля параметров помещения супермаркета. Для выполнения своих функций устройство должно контролировать ряд параметров: ИК-излучение (наличие пламени), температуру среды, наличие частиц угарного газа. Также должна быть предусмотрена возможность управления устройством с помощью органа управления.

Устройство должно иметь следующие блоки:

- микроконтроллер,
- блок датчиков (датчик пламени, датчик угарного газа, датчик температуры),
- орган управления,
- устройство индикации,
- устройство вывода информации.

2.2 Микроконтроллер

Микроконтроллер в разрабатываемом устройстве является управляющим элементом, организующим весь процесс функционирования устройства, при этом он должен выполнять ряд задач:

- получать сигналы от блока датчиков и органа управления,
- обрабатывать полученные сигналы,
- посылать информацию на устройство вывода информации,
- посылать сигнал исполнительным устройствам согласно заложенной в нем программе.

2.3 Датчик пламени

Датчик пламени должен фиксировать текущее значение излучения, передавая сигнал микроконтроллеру для дальнейшей обработки.

2.4 Датчик температуры

Датчик температуры должен измерять температуру в контролируемом помещении и посылать сигнал микроконтроллеру для дальнейшей обработки.

2.5 Датчик газа

Датчик газа контролирует параметр концентрации частиц в воздухе. И посылает сигнал микроконтроллеру для дальнейшей обработки.

2.6 Органы управления

Для управления, изменения программы микроконтроллера в разрабатываемом устройстве должен быть орган управления. Ими могут являться клавиатура или пульт.

2.7 Устройство индикации

Устройство индикации предназначено для проверки работоспособности устройства. Устройство индикации должно определенным способом показывать отсутствие неисправностей или их наличие.

2.7 Устройство вывода информации

Разрабатываемое устройство должно иметь устройство вывода информации для вывода необходимой информации о состоянии системы и для удобства пользования разрабатываемым устройством.

2.8 Структурная схема устройства

В соответствии с вышеприведенным требованиям построена структурная схема, изображенная в Приложении А, включающая в себя следующие блоки:

- микроконтроллер,
- блок датчиков,
- орган управления,
- устройство индикации,
- устройство отображения информации,
- исполнительное устройство.

3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СУПЕРМАРКЕТА

3.1 Состав устройства

Разрабатываемое устройство, предназначенное для контроля пожарной безопасности в помещении, должно контролировать: возникновение очагов пламени, концентрации углекислого газа, температуру помещения. Устройство включает следующие блоки:

- микроконтроллер,
- блок датчиков (датчик пламени, датчик углекислого газа, датчик температуры),
- орган управления,
- устройство индикации,
- дисплей для вывода информации.

3.2 Микроконтроллер

Для работы устройства требуется 8-разрядный микроконтроллер с низким уровнем потребления энергии и высокопроизводительностью. Проанализировав сравнительные характеристики микроконтроллеров компаний Microchip, Analog Devices, Atmel, представленных в таблице 1.1, можно сделать вывод, что оптимальным микроконтроллером является АТМЕГА328Р:

- тактовая частота 20 МГц,
- количество входов/выходов – 27,
- объем памяти – 32 КБ,
- наличие интерфейсов I2C, SPI, UART,
- напряжение – 1,8-5,5 В (характеристики PIC16F716 компании Microchip – 20 МГц, 13 вх/вых, 3,5 КБ, SPI, 2-5,5В соответственно и ADUC812BSZ компании Analog Devices – 16 МГц, 34 вх/вых, 8 КБ, I2C, SPI, UART, 2,7-5,5В).

Платы на основе АТМЕГА328Р выпускает Arduino. Преимущества Arduino заключаются в бесплатной среде разработки, универсальности и модульности, невысокой цене, большое количество информации и инструкций, большое количество периферии, обеспечивающие взаимодействие микроконтроллера с окружающим миром.

Платы Arduino на основе микроконтроллера АТМЕГА328: Uno, Nano, Mini, LilyPad. Их основные различия заключаются в габаритах и USB-разъеме.

Краткий обзор плат Arduino на основе микроконтроллера АТМЕГА328:

1. Arduino Uno

Arduino Uno является стандартной платой Arduino и возможно наиболее распространенной. Имеет 32 КБ флэш-памяти, 2 Кб SRAM и 1 Кбайт EEPROM памяти. На периферии имеет 14 дискретных (цифровых) каналов ввода/вывода

и 6 аналоговых каналов ввода/вывода, позволяющие перекрывать большинство задач в области микроконтроллерной техники.

2. Arduino Nano

Arduino Nano — это функциональный аналог Arduino Uno, но размещенный на миниатюрной плате. Отличие заключается в отсутствии собственного гнезда для внешнего питания, использованием чипа FTDI FT232RL для USB-Serial преобразования и применением mini-USB кабеля для взаимодействия вместо стандартного. Остальные характеристики совпадают с базовой моделью. Платформа имеет штырьковые контакты, что позволяет легко устанавливать её на макетную плату.

3. Arduino Mini

Та же Arduino Uno, но в другом форм-факторе. Компактная: всего 30×18 мм. Из-за форм-фактора нельзя без ухищрений устанавливать платы расширения Arduino. Предполагается соединение с дополнительными модулями проводами и/или через макетную плату. На плате нет USB-порта, поэтому прошивать нужно через отдельный USB-Serial адаптер.

4. Arduino LilyPad

Arduino LilyPad имеет не стандартную прямоугольную, а круглую форму. Не поддерживает механические соединения с шилдами. Оно предназначено для небольших автономных устройств. Круглая форма продиктовала то, что разъемы равномерно распределены по окружности, и его небольшой размер (2 дюйма в диаметре) делает его идеальным для переносных устройств. У LilyPad нет регулятора напряжения на борту, так что ему для питания будет необходимо обеспечить по крайней мере 2.7В, и не более 5.5В.

Сравнительная характеристика плат представлена в таблице 3.1

Таблица 3.1 - Сравнительная характеристика плат на основе микроконтроллера ATMEGA328P

Плата	Arduino Uno	Arduino Nano	Arduino Mini	Arduino LilyPad
Рабочая частота, МГц	16	16	16	8
Флэш-память, КБ	32	32	32	32
ОЗУ, КБ	2	2	2	2
Питание, В	5	5	5	3,3
Потребляемый ток, мА	60	20	20	10
Размеры, мм	68,6x53,3	43,1x18,5	33x18	30x30
EEPROM память, КБ	1	1	1	1
Цифровые входы/выходы, шт.	14	14	14	10
Аналоговые входы, шт.	6	6	6	6
Рабочее напряжение, В	5	5	5	3,3

3.3 Датчик пламени

Датчик L14G3 от Motorola/ON Semiconductor — это фототранзистор, который работает в диапазоне температур от -65 до +125 °C. Он имеет максимальное напряжение коллектор-эмиттер 45 В и мощность рассеивания 600 мВт.

Фототранзистор QSE113 от Fairchild/ON Semiconductor работает в диапазоне температур от -40 до +100 °C. Он имеет максимальное напряжение коллектор-эмиттер 30 В и мощность рассеивания 100 мВт.

PT334-6В от Everlight Electronics Co Ltd — это фототранзистор, который работает в диапазоне температур от -25 до +85 °C. Он имеет максимальное напряжение коллектор-эмиттер 30 В и мощность рассеивания 75 мВт.

Учитывая вышеуказанные характеристики, PT334-6В является лучшим выбором. Он обеспечивает быстрое время отклика, высокую фоточувствительность, кроме того, он имеет широкий диапазон рабочих температур.

Внешний вид модуля датчика пламени с компаратором LM393 изображен на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Внешний вид модуля датчика PT334-6В

Технические характеристики датчика PT334-6В:

- тип: Пассивный
- рабочий спектр: 760-1100 нм
- угол обнаружения: 0-60 градусов
- рабочее напряжение: 3,3-5,3 В
- рабочая температура: -25-85 градусов Цельсия

3.4 Датчик газа

MQ-2 от Everlight Electronics Co Ltd — это датчик газа, который использует принцип неспектрального инфракрасного излучения (NDIR) для обнаружения наличия CO₂ в воздухе. Он имеет хорошую селективность, не зависит от кислорода и имеет долгий срок службы. Встроенная температурная компенсация, а также имеет UART-выход и PWM-выход.

CCS811 — это цифровой датчик газа с ультранизким энергопотреблением, который интегрирует металлоксидный (MOX) датчик

газа для обнаружения широкого спектра летучих органических соединений (VOC) для мониторинга качества воздуха в помещениях с микроконтроллером (MCU), который включает аналого-цифровой преобразователь (ADC) и интерфейс I2C.

MH-Z19B — это датчик газа, который использует принцип неспектрального инфракрасного излучения (NDIR) для обнаружения наличия CO₂ в воздухе. Он имеет хорошую селективность, не зависит от кислорода и имеет долгий срок службы.

Учитывая вышеуказанные характеристики, MQ-2 является наилучшим решением. Он обеспечивает быстрое время отклика, быстрое время восстановления, а также имеет широкий диапазон рабочих температур.

Внешний вид модуля датчика газа изображен на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Внешний вид модуля датчика газа MQ-2

Технические характеристики датчика MQ2:

- тип: Полупроводниковый
- чувствительность: LPG: 300-1000 ppm
- чувствительность: Метан: 100-500 ppm
- чувствительность: Бутан: 50-250 ppm
- чувствительность: Пропан: 25-125 ppm
- рабочий диапазон: 0-1000 ppm
- рабочее напряжение: 3,3-5,5 В
- рабочая температура: 0-50 градусов Цельсия

3.5 Датчик температуры

DS18B20 от Everlight Electronics Co Ltd — это цифровой термометр, который обеспечивает измерения температуры в градусах Цельсия с разрешением от 9 до 12 бит. Он имеет функцию тревоги с неизменяемыми пользователем верхними и нижними пределами. DS18B20 общается по шине 1-Wire, которая по определению требует только одной линии данных (и земли) для связи с центральным микропроцессором.

LM35DZ от Texas Instruments — это датчик температуры, который обеспечивает выходное напряжение, пропорциональное температуре в градусах Цельсия. Он не требует внешней калибровки или корректировки для

обеспечения типичной точности $\pm 1^{\circ}\text{C}$ при комнатной температуре и $\pm 2^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$.

TMP36 от Analog Devices — это датчик температуры, который обеспечивает выходное напряжение, пропорциональное температуре в градусах Цельсия. Он не требует внешней калибровки или корректировки для обеспечения типичной точности $\pm 1^{\circ}\text{C}$ при комнатной температуре и $\pm 2^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$.

Широкий диапазон температур, малое количество соединений и простоту использования DS18B20 является лучшим выбором для данного проекта.

Внешний вид модуля датчика температуры DS18B20 представлен на рисунке 3.4



Рисунок 3.4 - модуль датчика температуры DS18B20

Технические характеристики датчика DS18B20:

Датчик температуры DS18B20 является цифровым датчиком температуры с однопроводным интерфейсом 1-Wire. Он имеет следующие основные технические характеристики:

- тип: Цифровой
- диапазон измеряемых температур: $-55...+125^{\circ}\text{C}$
- точность: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (в пределах $-10...+85^{\circ}\text{C}$)
- разрешение: 9/10/11/12 бит
- время получения данных: 750 мс при 12-битном разрешении
- напряжение питания: 3–5,5 В
- размер: 6 мм

3.6 Органы управления

В качестве органа управления выбран пульт и инфракрасный приемник VS1838B. Датчик VS1838B является пассивным инфракрасным приемником, который реагирует на инфракрасное излучение, которое генерируется ИК-пультами дистанционного управления. Рабочая частота датчика составляет 38 кГц, что соответствует стандарту инфракрасного дистанционного управления. Угол обнаружения датчика составляет 90 градусов, что означает, что он может принимать сигналы от ИК-пультов, расположенных в пределах этого угла. Датчик работает от источника питания напряжением 2,7-5,5 В и имеет

рабочую температуру от -25 до 85 градусов Цельсия. Потребляемый ток датчика составляет 0,5 мА.

Внешний вид ИК-приемника VS1838B и пульта представлен на рисунке 3.5:



Рисунок 3.5 - Внешний вид пульта и ИК-приемника VS1838B

3.7 Устройство индикации

В качестве устройства индикации будет использован RGB светодиод KY-016 (Рисунок 3.6).

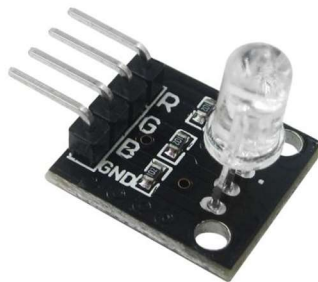


Рисунок 3.6 – Внешний вид светодиода KY-016

RGB светодиод позволяет получить практически любой цвет. В качестве индикации работоспособности прибора будет использоваться зеленый цвет.

Основные характеристики:

- номинальный ток: 20 мА,
- максимальный импульсный ток: 50 мА,
- прямое номинальное напряжение (красный): 2 В,
- прямое номинальное напряжение (зеленый): 3,4 В,
- прямое номинальное напряжение (синий): 3,4 В,
- максимальное обратное напряжение: 5 В.

3.7 Устройство отображения информации

В качестве устройство отображения информации

LCD1602 – это жидкокристаллический знакосинтезирующий индикатор, который представляет собой двухстрочный 16-символьный дисплей. Он используется для вывода текстовой информации. LCD1602 имеет следующие основные характеристики:

- тип: ЖК-дисплей
- количество строк: 2
- количество символов в строке: 16
- размер символа: 5x8 точек
- рабочее напряжение: 5 В
- рабочая частота: 50 Гц
- угол обзора: 60 градусов
- контрастность: регулируется

LCD1602 имеет простой интерфейс, который позволяет легко управлять им с помощью микроконтроллера или другого электронного устройства. Для подключения дисплея к микроконтроллеру требуется 4 цифровых вывода, является хорошим выбором для устройств, где требуется недорогой и простой в использовании дисплей для вывода текстовой информации.

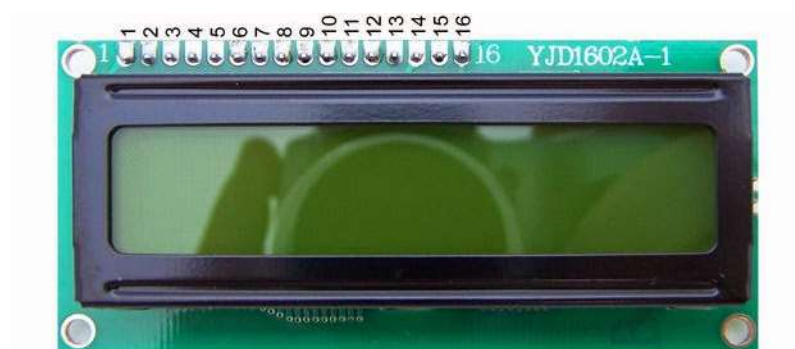


Рисунок 3.7 – Внешний вид дисплея LCD 1602

3.8 Расчет системы питания

Разрабатываемое устройство в своем составе имеет ряд модулей (таблица 3.3). Для расчета суммарной мощности необходимо суммировать напряжение, потребляемый ток каждого модуля.

Таблица 3.3 – Характеристика модулей устройства

Наименование модуля	Напряжение питания, В	Максимальный потребляемый ток, А	Потребляемая мощность, Вт
Плата Arduino Uno	5	0,5	2,5
Модуль Датчика РТ334-6В	5	0,02	0,1
Модуль датчика MQ2	5,5	0,15	0,825
Модуль датчика DS18B20	5	0,001	0.005

KY-016	5	0,02	0,1
LCD 1602	5	0,15	0,75
VS1838B	5	0,0015	0,0075

Суммарная мощность устройства получается 4,3 Вт.

С целью обеспечения надежности работы устройства добавим 20 процентов к полученной мощности, в результате мощность источника питания составляет 5,2 Вт. Минимальный выходной ток источника питания составляет 0,85 А.

3.9 Функциональная схема устройства

В соответствии с вышеприведенным требованиям построена функциональная схема, изображенная в Приложении Б, включающая в себя следующие блоки:

- микроконтроллер ATMEGA328PB,
- модуль датчика пламени PT334-6B,
- модуль датчика газа MQ2,
- модуль датчика температуры DS18B20,
- датчик освещенности KY-016,
- ИК-приемник VS1838B,
- дисплей LCD1602,
- исполнительное устройство.

4 РАЗРАБОТКА ПРИНИЦИПАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СУПЕРМАРКЕТА

4.1 Состав устройства

Разрабатываемое устройство, предназначенное для контроля пожарной безопасности в помещении, и должно контролировать: температуру, концентрацию частиц в воздухе, наличие источников инфракрасного излучения (наличие очагов пламени). Предоставлять возможность гибкой настройки и отображении информации.

Устройство включает следующие блоки:

- микроконтроллер,
- блок датчиков (датчик пламени, датчик газа, датчик температуры),
- орган управления,
- устройство индикации,
- устройство вывода информации,
- модуль реле.

4.2 Микроконтроллер

Arduino Uno является стандартной платой Arduino. На периферии имеет 14 дискретных (цифровых) каналов ввода / вывода и 6 аналоговых каналов ввода / вывода. На рисунке 4.1 изображена плата Arduino Uno с обозначением разъемов [N].

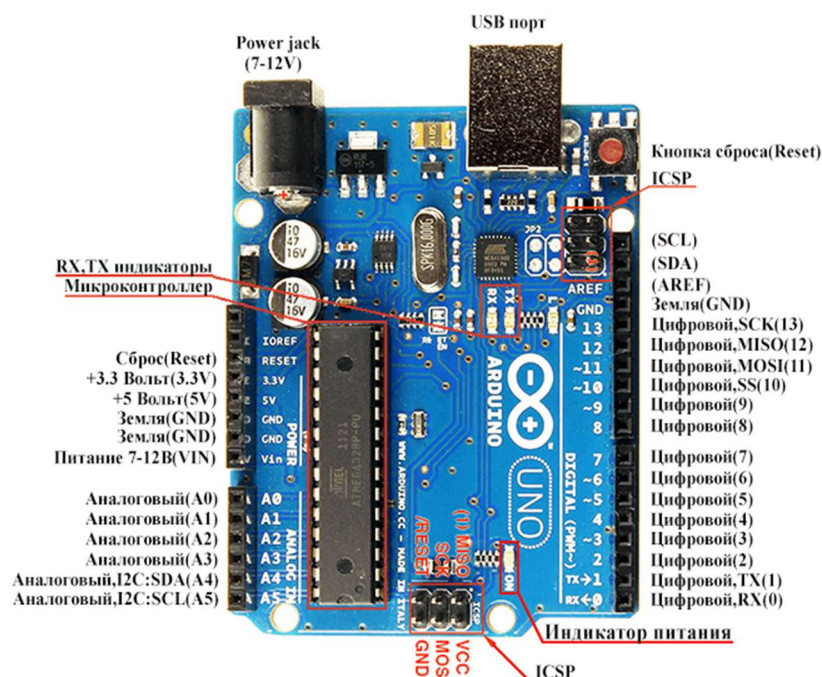


Рисунок 4.1 – Изображение платы Arduino Uno с обозначением разъемов

Описание разъемов платы Arduino Uno, изображенных на рисунке 4.1 представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Обозначение разъемов платы Arduino Uno

Разъем	Назначение
Цифровой 0	разъем UART (RX)
Цифровой 1	разъем UART (TX)
Цифровой 2	Вход для прерываний
Цифровой 3	Вход для прерываний, ШИМ
Цифровой 4	
Цифровой 5	ШИМ
Цифровой 6	ШИМ
Цифровой 7	
Цифровой 8	
Цифровой 9	ШИМ
Цифровой 10	SPI (SS), ШИМ
Цифровой 11	SPI (MOSI), ШИМ
Цифровой 12	SPI (MISO)
Цифровой 13	SPI (SCK). К выходу подсоединен встроенный светодиод
Аналоговый A0	
Аналоговый A1	
Аналоговый A2	
Аналоговый A3	
Аналоговый A4	I2C (SDA)
Аналоговый A5	I2C (SCL)
VIN	Питание от внешнего источника питания на 7-12 В
USB	Подключение USB-кабеля
5V	Источник напряжения для питания внешних устройств
3.3V	Источник напряжение 3,3 В для питания внешних устройств, формируемое от внутреннего стабилизатора платы (используется для подключения внешних источников, требующих именно 3,3 В)
GND	Земля
AREF	Опорное напряжение для аналоговых входов
IOREF	Рабочее напряжение
Reset	Сброс микроконтроллера

Подача внешнего напряжения 5 В на контакт 5V недопустимо, так как питание Arduino Uno обходит стороной стабилизатор, что может привести к поломке. Все цифровые порты на плате выдают стабилизированное напряжение в 5 В. Аналоговые контакты считывают сигналы с аналоговых датчиков и преобразуют его в цифровой сигнал. Цифровые контакты используются для цифрового ввода и вывода.

Использование разъемов платы Arduino Uno и их наименование на принципиальной схеме представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Обозначение используемых разъемов платы Arduino Uno на принципиальной схеме

Разъем	Модуль, использующий разъем	Наименование на схеме
Цифровой 1	реле SR0039-1L	
Цифровой 2	LCD 1602	D2
Цифровой 3	LCD 1602	D3
Цифровой 4	LCD 1602	D4
Цифровой 5	LCD 1602	D5
Цифровой 6	LCD 1602	D6
Цифровой 7	LCD 1602	D7
Цифровой 8	датчик температуры DS18B20	D8
Цифровой 9	ИК-приемник VS1838B	D9
Цифровой 10	RGB-светодиод Ку-016	D10
Цифровой 11	RGB-светодиод Ку-016	D11
Цифровой 12	RGB-светодиод Ку-016	D12
Аналоговый A0	Датчик пламени РТ334-6В	A0
Аналоговый A1	Датчик газа MQ2	A1
5V		5V
GND		GND

4.3 Датчик пламени

Flame Sensor Module с 4 выходами представляет собой модуль датчика пламени, который может использоваться для обнаружения пламени в различных приложениях. Модуль основан на датчике РТ334-6В, которая является пассивным инфракрасным датчиком пламени. Инфракрасное излучение, генерируемое пламенем, попадает на фотоприемник датчика. Фотоприемник преобразует инфракрасное излучение в электрический сигнал, который усиливается и обрабатывается датчиком РТ334-6В.

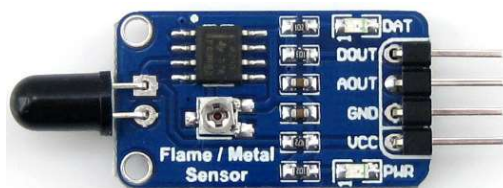


Рисунок 4.2 – Изображение и назначение разъемов Flame Sensor Module

Назначение выводов:

- VCC – положительное напряжение постоянного тока(3,3-5В),
- GND – заземление,
- DOUT – цифровой выход,
- AOUT – аналоговый выход.

Цифровой выход представляет собой только два выходных состояния HIGH и LOW соответствующих наличию и отсутствию пламени,

соответственно изначальной чувствительности датчика.

Аналоговый вход представляет условную оценку интенсивности излучения позволяя более гибкую работу устройства, на принципиальной схеме именно этому типу выхода отдано предпочтение.

Использование разъемов модуля датчика пламени и их наименование на принципиальной схеме представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Обозначение используемых разъемов датчика HC-SR501 на принципиальной схеме

Разъем	Разъем подключения на плате Arduino Uno	Наименование на схеме
VCC	5V	Vcc
AOUT	A0	8
GND	GND	GND

4.4 Датчик газа

Датчик MQ-2 работает по принципу изменения сопротивления полупроводникового элемента в зависимости от концентрации горючих газов в воздухе. Чувствительный элемент датчика представляет собой полупроводниковый газочувствительный слой, нанесенный на подложку из керамики или металла.

При отсутствии горючих газов в воздухе сопротивление чувствительного элемента датчика составляет несколько килоом. При появлении горючих газов в воздухе сопротивление чувствительного элемента датчика уменьшается.



Рисунок 4.3 – Изображение и назначение разъемов MQ2

Назначение контактов:

- GND – заземление,
- VCC – напряжение питания (5В),
- DOUT – цифровой выход,
- AOUT – аналоговый выход.

Работа выходного сигнала аналогична Flame Sensor Module, как и в предыдущем случае предпочтение отдано аналоговому выходу.

Датчик MQ-2 имеет дополнительные возможности в виде регулировки чувствительности, которую можно регулировать с помощью потенциометра,

расположенного на плате датчика, а также Автоматической калибровки, позволяющую выполнять калибровку с помощью встроенной функции.

Использование разъемов и их наименование на принципиальной схеме представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Обозначение используемых разъемов модуля датчика газа MQ2 на принципиальной схеме

Разъем	Разъем подключения на плате Arduino Uno	Наименование на схеме
VCC	5V	Vcc
AOUT	A1	9
GND	GND	GND

4.5 Модуль датчика температуры

Модуль датчика температуры DS18B20 основан на микросхеме DS18B20, которая является цифровым датчиком температуры с паразитным питанием. Датчик работает по принципу измерения сопротивления полупроводникового элемента, которое изменяется в зависимости от температуры. Модуль датчика температуры DS18B20 использует однопроводный интерфейс 1-Wire, который позволяет подключать несколько датчиков к одному и тому же проводу.

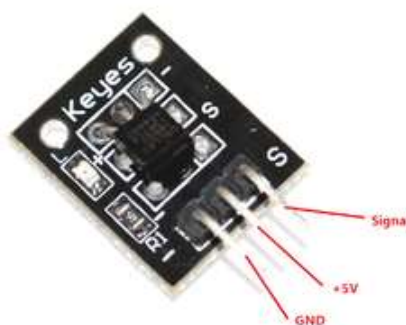


Рисунок 4.5 – Выводы модуля датчика DS18B20

Назначение контактов:

- VCC – питание 5 В,
- GND – заземление,
- S – контакт интерфейса 1-Wire

Модуль датчика температуры DS18B20 использует однопроводный интерфейс 1-Wire, который позволяет подключать несколько датчиков к одному и тому же проводу.

Использование разъемов и их наименование на принципиальной схеме представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Обозначение используемых разъемов датчика DS18B20 на принципиальной схеме

Разъем	Разъем подключения на плате Arduino Uno	Наименование на схеме
VCC	5V	Vcc
GND	GND	GND
S	D8	7

4.6 Органы управления

В качестве органа управления выбран пульт и ИК-приемник VS1838B, считывающий ИК-коды, отправляемые пультом, которые можно обработать программно. Схема подключения приемника представлена на рисунке 4.6.

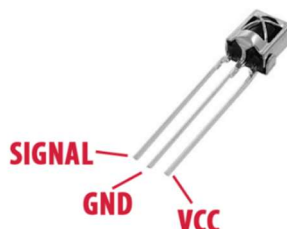


Рисунок 4.6 – ИК-приемник пульта VS1838B

Использование разъемов и их наименование на принципиальной схеме представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Обозначение используемых разъемов клавиатуры на принципиальной схеме

Разъем	Разъем подключения на плате Arduino Uno	Наименование на схеме
VCC	5V	Vcc
GND	GND	GND
S	D10	5

4.7 Устройство индикации

Цифровые разъемы Arduino способны выдавать ток до 40 мА, светодиод имеет значение предельно допустимого тока в 20 мА. Следовательно, подключив светодиод напрямую к цифровому разъему платы, он быстро выйдет из строя. Светодиод характеризуется падением напряжения при прохождении тока в прямом направлении. Падение напряжения существенно выше чем у обычных диодов и составляет 2-3 вольта. Это означает, что светодиод не будет светиться если поданное на него напряжение меньше этого значения. Но если на светодиод подать напряжение больше этого порога, то через него потечет максимально возможный ток, и светодиод выйдет из строя.

Что бы этого не произошло светодиод необходимо подключать через токоограничивающий резистор.

Расчет сопротивления токоограничивающего резистора производится по следующей формуле:

$$R_{CB}=(V_{УПР} - V_{CB})/I_{CB}, \tag{4.1}$$

где $V_{УПР}$ – напряжение управления (напряжение вывода микроконтроллера – 5В), V_{CB} – падение напряжения на светодиоде, I_{CB} – сила тока светодиода (10-20 мА).

Для обычных светодиодов падение напряжения составляет 2 В и рекомендуемый ток свечения 15 мА. При подключении к выводу, запитанному от 5 В:

$$R_{CB} = (5-1)/0,015 = 200 \text{ Ом}.$$

С учетом допуска можно использовать резистор номиналом 220 Ом.

Использование разъемов и их наименование на принципиальной схеме представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Обозначение используемых разъемов светодиода на принципиальной схеме

Разъем	Разъем подключения на плате Arduino Uno	Наименование на схеме
анод	D13	-
катод	GND	-

Резистор 220 Ом подключается к катоду и GND.z

4.8 Устройство отображения информации

ЖК дисплей LCD 1602 имеет 16 разъемов подключения (рисунок 4.7).

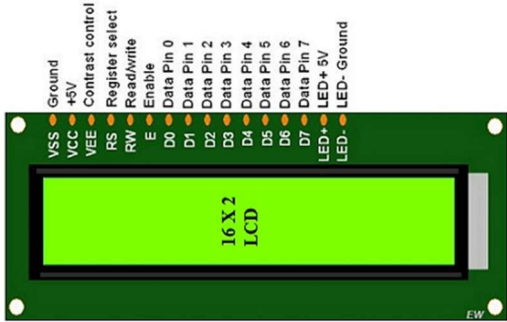


Рисунок 4.7 – Внешний вид дисплея LCD 1602

В таблице 4.8 приведено назначение контактов дисплея LCD 1602.

Таблица 4.8 – Назначение контактов дисплея LCD 1602

Разъем	Назначение
VSS	GND (земля)
VCC	питание 5 В
VEE	установка контрастности дисплея
RS	Командный режим и режим данных
RW	Записывание и чтение данных
E	Контакт включения/управления
D0-D7	Линии данных
LED+	Контакт питания подсветки дисплея
LED-	Вывод катода светодиода подсветки дисплея

К плате Arduino дисплей подключается через потенциометр, который регулирует контрастность дисплея.

Использование разъемов и их наименование на принципиальной схеме представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Обозначение используемых разъемов LCD 1602 на принципиальной схеме

Разъем	Разъем подключения на плате Arduino Uno	Наименование на схеме
VSS	GND	GND
VCC	5V	VCC
VEE	RP1	GND
RS	D7	8
RW	GND	GND
E	D6	9
D4	D5	10
D5	D4	11
D6	D3	12
D7	D2	13
LED+	5V	VCC
LED-	GND	GND

4.9 Подключение исполнительного устройства

Исполнительное устройство подключается с помощью реле SR0039-1L. Контакты реле рассчитаны на силу тока до 10 А при напряжении до 240 В переменного напряжения и до 30 В постоянного напряжения. Для быстрого подключения модуля реле, предусмотрены две группы контактов, первая группа «слаботочная» шаг 2,54 мм, вторая группа силовая.

Назначение контактов видно из рисунка 4.8.

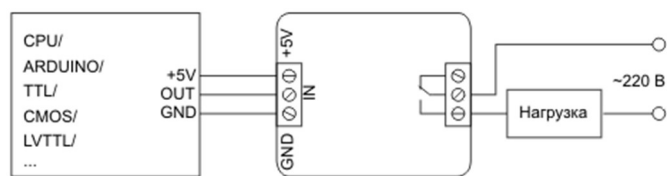


Рисунок 4.8 – Реле SR0039-1L

Использование разъемов и их наименование на принципиальной схеме представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Обозначение используемых разъемов реле SRD-05VDC на принципиальной схеме

Разъем	Разъем подключения на плате Arduino Uno	Наименование на схеме
Сигнал	D1	14
GND	GND	GND
5V	5V	VCC
Нормально открытый		
Общий		
Нормально замкнутый		

4.10 Принципиальная схема устройства

В соответствии с вышеприведенным требованиям построена принципиальная схема, изображенная в Приложении В, включающая в себя следующие блоки:

- плата Arduino Uno,
- модуль датчика пламени PT334-6B,
- модуль датчика газа MQ2,
- модуль датчика температуры DS18B20,
- пульт с ИК-приемником VS1838B,
- дисплей LCD 1602,
- блок питания,
- реле SR0039-1L.

5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

5.1 Алгоритм работы устройства

5.2 Схема программы

5.3 Исходный текст программы

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Схема структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Схема функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Схема принципиальная

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
Схема программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)
Исходный текст программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)
Перечень элементов