Содержание

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc149321029)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 4](#_Toc149321030)

[1.1 Требования к проектируемому устройству 4](#_Toc149321031)

[1.2 Микроконтроллеры 4](#_Toc149321032)

[1.3 Датчики температуры воздуха 5](#_Toc149321033)

[1.4 Датчики влажности воздуха 5](#_Toc149321034)

[1.5 Датчики освещенности 6](#_Toc149321035)

[1.6 Датчики атмосферного давления 6](#_Toc149321036)

[1.7 Модули отображения информации 7](#_Toc149321037)

[3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ 8](#_Toc149321038)

[3.1 Постановка задачи 8](#_Toc149321039)

[3.2 Определение компонентов структуры устройства 8](#_Toc149321040)

[3.3 Взаимодействие компонентов устройства 9](#_Toc149321041)

[4 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ 10](#_Toc149321042)

[4.1 Датчик влажности 10](#_Toc149321043)

[4.2 Датчик температуры 10](#_Toc149321044)

[4.3 Датчик освещенности 11](#_Toc149321045)

[4.4 Датчик атмосферного давления 11](#_Toc149321046)

[4.5 Микроконтроллер 11](#_Toc149321047)

[4.6 Модуль вывода информации 12](#_Toc149321048)

[4.7 Модуль управления () 12](#_Toc149321049)

[6 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ 13](#_Toc149321050)

[7 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 14](#_Toc149321051)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 15](#_Toc149321052)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 16](#_Toc149321053)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Темой данного курсового проекта является разработка микропроцессорного устройства на базе микроконтроллера. Задачей является реализация устройства контроля параметров помещения. В качестве примера был выбран супермаркет.

По статистике, 90 % времени люди проводят в помещениях. Поэтому очень важно в зданиях обеспечить комфортные параметры микроклимата. После дома и работы наиболее популярным местом пребывания являются торгово‑развлекательные центры и супермаркеты. Именно мониторинг микроклимата в этих помещениях был выбран для курсового проекта.

Главная цель всех требований к микроклимату в помещении – обеспечение условий для комфортного пребывания людей. Важно, чтобы значения температуры, влажности, давления и освещенности позволяли посетителям находиться в здании продолжительное время без неприятных ощущений. Однако недоработки в проектировании систем микроклимата влекут за собой целый ряд негативных последствий. Например, пониженная влажность может испортить деревянную мебель, технику, продукты, вызвать статическое электричество. Страдает и имидж торгового зала: покупатели вряд ли захотят возвращаться ту­да, где слишком душно или жарко. Именно поэтому так важно отслеживать и при необходимости корректировать параметры микроклимата в помещениях.

Разработка курсового проекта будет происходить поэтапно. В первую очередь необходимо подобрать элементы устройства, учитывая их надежность, стоимость, функциональность и размеры. Затем необходимо собрать устройство и разработать программное обеспечение для корректной обработки информации и поддержания связи между элементами схемы. В конце устройство подлежит тестированию, чтобы проверить правильность сборки и исключить сбои при эксплуатации.

1. **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

## **Требования к проектируемому устройству**

Разрабатываемое микропроцессорное устройство выполняет функции контроля параметров микроклимата супермаркета: измеряет температуру воздуха, определяет влажность воздуха, измеряет атмосферное давление и определяет уровень освещенности. Также выводит полученную информацию на устройство отображения информации (дисплей), информирует пользователя о несоответствии параметров микроклимата помещения. Для решения этих задач в состав устройства должны входить:

- микроконтроллер;

- датчик температуры воздуха;

- датчик атмосферного давления;

- датчик влажности воздуха;

- датчик освещенности;

- устройство отображения информации (дисплей);

- светодиоды для индикации;

- органы управления.

## **Микроконтроллеры**

Существует огромное разнообразие микроконтроллеров. Все они отличаются размерами, количеством памяти, количеством и разнообразием входов/выходов и другими характеристиками. Для сравнения были выбраны микроконтроллеры ATmega328, ATmega32А и ARM Cortex-A7. Результаты их сравнения приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Сравнение микроконтроллеров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | ATmega328 | ATmega32А | ARM Cortex-A7 |
| Входное напряжение | 7 – 12 В | 4,5 – 5,5 В | 6 – 28 В |
| Флэш-память | 32 Кб | 32 Кб | порт для microCD |
| ОЗУ | 2 Кб | 2 Кб | 1024 Мб |
| Тактовая частота | 16 МГц | 16 МГц | 900 МГц |
| Разрядность | 8 бит | 8 бит | 32 бит |
| Количество входов/выходов | 28 шт | 40 шт | 26 шт |
| Выходное напряжение | 3.3В, 5 В | 3.3В, 5 В | 3.3В, 5 В |
| Рабочая температура | от -40 до +85 ºС | от -40 до +85 ºС | от -40 до +85 ºС |
| Размеры | 39.75 мм × 14.73 мм | 45,4 мм × 18,5 мм | 85.6 мм × 56.5 мм |

## **Датчики температуры воздуха**

На сегодняшний день можно найти большое количество различных датчиков температуры. Их основные отличия обусловлены областями применения. Для сравнения была выбрана линейка наиболее распространенных датчиков серии DHT. Результаты полученного сравнения приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 — Сравнение датчиков температуры воздуха

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | DHT11 | DHT22 | DHT21 |
| Диапазон измерения температуры воздуха | 0 – +50 ºС | -40 – +125 ºС | -40 – +80 ºС |
| Точность измерения температуры воздуха | ±2 ºС | ±0.5 ºС | ±0.5 ºС |
| Частота опроса | 1 раз в секунду | 1 раз в 2 секунды | 1 раз в 2 секунды |
| Выводы | VCC, GND, DATA | VCC, GND, DATA | VCC, GND, DATA |
| Входное напряжение | 3.3 – 5 В | 3.3 – 5 В | 3.3 – 5 В |
| Максимальный потребляемый ток | 2.5 мА | 2.5 мА | 2.5 мА |
| Интерфейсы связи | GPIO | GPIO | GPIO |
| Габариты | 15 x 12 x 5 мм | 15 x 25 x 5 | 60 x 27 x 13 мм |
| Выходной сигнал | цифровой | цифровой | цифровой |

## **Датчики влажности воздуха**

Датчики влажности воздуха представлены различными сенсорами. Для сравнения была выбрана довольна популярная серия датчиков DHT. Для сравнения были выбраны модели DHT11, DHT22 и DHT21. Результаты полученного сравнения приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 — Сравнение датчиков влажности воздуха

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | DHT11 | DHT22 | DHT21 |
| Диапазон измерения влажности воздуха | 20 – 80 % | 0 – 100 % | 0 – 100 % |
| Точность измерения влажности воздуха | ±5 % | ±2-5 % | ±3 % |
| Частота опроса | 1 раз в секунду | 1 раз в 2 секунды | 1 раз в 2 секунды |
| Выводы | VCC, GND, DATA | VCC, GND, DATA | VCC, GND, DATA |
| Входное напряжение | 3.3 – 5 В | 3.3 – 5 В | 3.3 – 5 В |

Продолжение таблицы 1.3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Максимальный потребляемый ток | 2.5 мА | 2.5 мА | 2.5 мА |
| Интерфейсы связи | GPIO | GPIO | GPIO |
| Выходной сигнал | цифровой | цифровой | цифровой |

## **Датчики освещенности**

Наиболее распространёнными моделями датчиков освещенности являются фоторезистивный датчик освещенности AMP-B004, датчик освещенности CJMCU-TEMT6000 и модуль освещения GY-302 на чипе BH1750FVI. В таблице 1.4 приведены их сравнительные характеристики.

Таблица 1.4 — Сравнение датчиков освещенности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | Модуль освещения GY-302 | Датчик освещенности CJMCU-TEMT6000 | Датчик освещенности AMP-B004 |
| Угол чувствительности | ±60º | ±60º | ±60º |
| Напряжение питания | 3.3 – 5 В | 3.3 – 5 В | 3.3 – 5 В |
| Рабочая температура | от 0 до +70 ºС | от -40 до +85 ºС | от -30 до +70 ºС |
| Поддерживаемые интерфейсы связи | I2C | ADC | ADC |
| Выводы | VCC, GND, SCL, SDA, ADDR | VCC, GND, OUT | VCC, GND, OUT |
| Максимальный потребляемый ток | 15 мА | 20 мА | 10 мА |
| Измеряемые значения | от 0 до 65535 лк | от 0 до 65535 лк | от 0 до 65535 лк |
| Выходной сигнал | аналоговый | аналоговый | аналоговый |

## **Датчики атмосферного давления**

Датчики атмосферного давления представлены широким спектром устройств, которые различаются сферой применения. Для сравнения были выбраны модели BMP180, BMP280 и BME280. Результаты полученного сравнения приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 — Сравнение датчиков атмосферного давления

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | BMP180 | BMP280 | BME280 |
| Диапазон измерения атмосферного давления | 30 – 110 КПа | 30 – 110 КПа | 30 – 110 КПа |

Продолжение таблицы 1.5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Точность измерения атмосферного давления | ±1 Па | ±10 Па | ±10 Па |
| Рабочее давление | 0 – 10 МПА | 0 – 10 МПа | 0 – 10 МПа |
| Выводы | GND, VIN, SDA, SDL | GND, VIN, SDA, SDL, CSB, SD0 | GND, VIN, SDA, SDL, CSB, SD0 |
| Поддерживаемые интерфейсы | I2C | I2C, GPIO | I2C, GPIO |
| Максимальный потребляемый ток | 5 мкА | 2.7 мкА | 6 мкА (340 мкА при измерении влажности) |
| Дополнительные датчики | Датчик температуры воздуха | Датчик температуры воздуха | Датчики температуры и влажности воздуха |
| Питание | 3.3 В, 5 В | 3.3 В, 5 В | 3.3 В, 5 В |
| Выходной сигнал | аналоговый | аналоговый/цифровой | аналоговый/цифровой |
| Габариты | 15 x 14 мм | 2 x 2.5 x 1 мм | 2.5 x 2.5 x 1 мм |

## **Модули отображения информации**

Для сравнения выберем символьные ЖК дисплеи LCD2004, LCD1602, LCD0802. Основные отличия дисплеев заключаются в количестве одновременно отображаемых символов. В таблице 1.6 приведены их сравнительные характеристики.

Таблица 1.6 — Сравнение модулей отображения информации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | LCD2004 | LCD1602 | LCD0802 |
| Количество символов | 20 x 4 | 16 x 2 | 8 x 2 |
| Угол обзора | 180º | 180º | 180º |
| Напряжение питания | 3.3 – 5 В | 3.3 – 5 В | 3.3 – 5 В |
| Максимальный потребляемый ток | 1.4 мА (120 мА с подсветкой) | 1 мА (100 мА с подсветкой) | 0.8 мА (50 мА с подсветкой) |
| Размер дисплея | 3.8 дюйма | 2.6 дюйма | 1.6 дюйма |
| Выводы | VCC, GND, SCL, SDA | VCC, GND, SCL, SDA | VCC, GND, SCL, SDA |
| Интерфейс связи | I2C | I2C | I2C |
| Тип выходного канала | аналоговый | аналоговый | аналоговый |

# **2 СРАВНЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ С АНАЛОГАМИ**

1. **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ**

## **3.1 Постановка задачи**

Для того, чтобы составить структурную схему разрабатываемого устройства, необходимо выделить функции, которые будет выполнять устройство, затем определить компоненты и связь между ними исходя из данных функций. Структурная схема устройства приведена в приложении А.

В рамках данного курсового проекта необходимо разработать устройство контроля параметров микроклимата помещения. Для реализации было выбрано устройство, осуществляющее оценку температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, освещенности и выводящее результат на дисплей. Исходя из этого, были выделены следующие функции, которые должно выполнять данное устройство:

- получение информации о температуре воздуха;

- получение информации о влажности воздуха;

- получение информации об атмосферном давлении;

- получение информации об освещенности;

- вывод информации на дисплей;

- управление отображаемой информацией;

- световая индикация о состоянии.

## **3.2 Определение компонентов структуры устройства**

Компоненты структуры устройства выбираются исходя из функций, определенных в постановке задачи. Проанализировав выделенные функции, были определены следующие компоненты, представленные ниже.

1) Микроконтроллер — ключевой компонент всей схемы. Выполняет функцию обработки поступающей информации и выдает управляющие сигналы.

2) Модуль питания — источник питания схемы.

3) Модуль вывода информации — символьный дисплей, на котором отображается полученная информация и светодиоды, отображающие режим работы. Данные поступают с микроконтроллера на модуль.

4) Датчик температуры — датчик, считывающий информацию о температуру воздуха. Данные передаются на вход микроконтроллера.

5) Датчик атмосферного давления — датчик, считывающий информацию об атмосферном давлении. Данные передаются на вход микроконтроллера.

6) Датчик влажности воздуха — датчик, считывающий информацию о влажности воздуха. Данные передаются на вход микроконтроллера.

7) Датчик освещенности – датчик, считывающий информацию об освещенности в помещении. Данные передаются на вход микроконтроллера.

## **3.3 Взаимодействие компонентов устройства**

Устройство последовательно считывает информацию со всех датчиков, затем эти данные передаются на контроллер, который их анализирует, после чего информация выводится на дисплей.

Контроллер получает значения с датчика температуры и влажности воздуха и выводит результаты на дисплей, аналогично с датчиками освещенности и атмосферного давления. При выходе полученных значений за установленные границы контроллер посылает сигнал на соответствующий светодиод.

Датчики считывают информацию с определенным интервалом. Контроллер при каждом считывании анализирует данные с датчика. В зависимости от режима работы устройства соответствующие данные выводятся на дисплей.

С помощью нажатия тактовой кнопки происходит смена режимов работы устройства, которая отображается на дисплее. Режим работы можно идентифицировать благодаря светодиодам, которые отображают три возможных режима.

Модуль питания взаимодействует со всеми элементами схемы напрямую или через контроллер, благодаря ему осуществляется питание всех необходимых элементов.

1. **РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ**

Схема электрическая функциональная представлена в приложении Б.

Ниже, в подразделах, приведены описания требований к компонентам. Требования основаны на Стандарте, связь компонентов основывается на структурной схеме из предыдущего раздела. Для функциональной схемы выбраны абстрактные очертания будущих компонентов, то есть описываются только основные контакты и связи.

## **4.1 Датчик влажности**

Учитывая требования Стандарта к влажности, предельное отклонение от значения относительной влажности воздуха должно составлять ±5%, диапазон измерений от 10% до 90% относительной влажности включительно. Диапазон рабочих температур примем за наиболее вероятный диапазон температур в помещении – от 0 °С до 40 °С. В таблице 1.3 обзора литературы приведены сравнения наиболее распространенных датчиков влажности воздуха. Датчик DHT11 имеет неполноценный диапазон измерения влажности воздуха, так как отсутствует возможность фиксации значений до 20 % и выше 80 %, а также он имеет наибольшую погрешность измерений. DHT21 предназначен для работы в условиях наличия внешних раздражителей, из-за чего находится в защитном корпусе и отличается наибольшими размерами среди рассмотренных датчиков. Входе работы было решено использовать DHT22, так как устройство удовлетворяет всем требованиям Стандарта.

Дописать обозначение на схеме

## **4.2 Датчик температуры**

Согласно Стандарту, отклонение температуры от рекомендуемой в супермаркете не должно превышать 0.5 °С, следовательно точность датчика должна составлять минимум аналогичное значение. Диапазон измерения согласно Стандарту от 0 °С до +50 °С. Из таблицы 1.2 обзора литературы видно, что датчик DHT11 имеет наибольшую погрешность измерений, что не подходит для данной работы по требованиям Стандарта. DHT21 предназначен для работы в условиях наличия внешних раздражителей, из-за чего находится в защитном корпусе и отличается наибольшими размерами среди рассмотренных датчиков. Было решено использовать DHT22, так как устройство удовлетворяет всем требованиям Стандарта.

Дописать обозначение на схеме

## **4.3 Датчик освещенности**

По требованиям Стандарта измеряемое значение освещенности находится в пределах от 100 до 500 лк. Диапазон рабочих температур примем за наиболее вероятный диапазон температур в помещении – от 0 °С до 40 °С. В таблице 1.4 обзора литературы приведены сравнения наиболее распространенных датчиков освещенности. Как видно из сравнения, все они имеют схожие характеристики и отличаются максимальным потребляемым током, а также рабочей температурой. Для работы устройства подойдут диапазоны рабочей температуры всех датчиков, так как устройство не проектируется для работы в экстремальных условиях, поэтому данный параметр при выборе датчиков можно упустить. Измеряемые значения также находятся в одинаковом диапазоне – от 0 до 65535 лк. Было решено использовать датчик GY-302, так как он имеет небольшой потребляемый ток, а значит это уменьшит затраты при подключении к общей схеме устройства.

Дописать обозначение на схеме

## **4.4 Датчик атмосферного давления**

После сравнения датчиков атмосферного давления (см. таблицу 1.5) можно сразу исключить датчик BME280, так как его точность измерения атмосферного давления совпадает с датчиком BMP280, а его главным отличием является наличие встроенного датчика влажности воздуха, из-за чего сильно возрастает максимальный потребляемый ток. Датчики BMP180 и BMP280 при сравнении имеют практически идентичные характеристики, различаются только в точности, потребляемом токе и размерах, из-за чего было решено выбрать датчик BMP180 из-за его распространенности и небольшой погрешности измерений.

Дописать обозначение на схеме

## **4.5 Микроконтроллер**

Для обработки данных с датчиков и управления внешними системами необходимо использовать микроконтроллер, у которого достаточное количество входов и выходов для подключения датчиков и систем управления. Входы должны иметь возможность обрабатывать аналоговый сигнал. В данном курсовом проекте в качестве микроконтроллера была выбрана микросхема Atmega32A, так как она имеет относительно большой объем памяти, что необходимо для подключения библиотек, и большое, по сравнению с другими микроконтроллерами, количество входов и выходов.

Дописать обозначение на схеме (?)

## **4.6 Модуль вывода информации**

Наиболее удобным решением для отображения информации с датчиков является дисплей. Дисплей должен иметь заднюю подсветку, для комфортного восприятия информации при условиях искусственного освещения.

В результате сравнения модулей вывода информации в таблице 1.6, а именно символьных ЖК дисплеев LCD0802, LCD1602 и LCD2004 можно отметить, что основные различия данных модулей заключаются в потребляемом токе и размерах дисплея. Так как нам необходимо считать из окружающей среды данные о температуре воздухе, влажности воздуха, атмосферном давлении и освещенности, что олицетворяет 2 режима работы устройства, то для вывода информации достаточно двух строк по шестнадцать символов. Этим требованиям соответствует дисплей LCD1602. Так же его потребление тока является средним, сравнивая с LCD0602 и LCD2004.

Дописать обозначение на схеме (?)

1. **РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ**
2. **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**