СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc117117505)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 4](#_Toc117117506)

[1.1 Состав устройства 4](#_Toc117117507)

[1.2 Микроконтроллеры 4](#_Toc117117508)

[1.3 Датчики температуры 5](#_Toc117117509)

[1.4 Датчики влажности 5](#_Toc117117510)

[1.5 Устройства управления внешней нагрузкой 6](#_Toc117117511)

[1.6 Модуль информирования пользователя 6](#_Toc117117512)

[2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА 7](#_Toc117117513)

[2.1 Постановка задачи 7](#_Toc117117514)

[2.2 Определение компонентов структуры устройства 7](#_Toc117117515)

[2.3 Взаимодействие компонентов устройства 7](#_Toc117117516)

[3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА 9](#_Toc117117517)

[3.1 Обоснование выбора микроконтроллеров 9](#_Toc117117518)

[3.2 Обоснование выбора датчика температуры 9](#_Toc117117519)

[3.3 Обоснование выбора датчика влажности и атмосферного давления 9](#_Toc117117520)

[3.4 Обоснование выбора светодиода 9](#_Toc117117521)

[3.5 Обоснование выбора устройства управления внешней нагрузкой 9](#_Toc117117522)

[3.6 Обоснование выбора модуля информирования пользователя 9](#_Toc117117523)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 10](#_Toc117117524)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 14](#_Toc117117525)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 15](#_Toc117117526)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 16](#_Toc117117527)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 17](#_Toc117117528)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 18](#_Toc117117529)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Е 19](#_Toc117117530)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Ж 20](#_Toc117117531)

# ВВЕДЕНИЕ

Темой данного курсового проекта является разработка микропроцессор­ного устройства на базе микроконтроллера. В качестве темы была выбрана си­стема контроля параметров тепличного комбината.

Главными параметрами, которые необходимо отслеживать на теплич­ном комбинате, являются температура и влажностьё. Для контроля параметров должно быть реализовано опо­вещение пользователя и возможность вывода информации на экран, также необходима возможность регулирования режимов и параметров.

В качестве основного вычислительного элемента устройства будет ис­пользована плата Arduino Nano на базе микроконтроллера Atmega328p. Раз­работка программного обеспечения будет происходить в интегрированной среде разработки для Windows Arduino IDE. В данной среде есть все необхо­димое для написания программного обеспечения с последующей загрузки на плату.

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.

# ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## Состав устройства

Проектируемое устройство должно решать поставленные задачи по мониторингу за параметрами окружающей среды в рамках тепличного комбината и при необходимости доводить эти параметров до состояния нормы. Данный мониторинг включает в себя отслеживание температуры и влажности, а также информирование пользователя об измеряемых параметрах и включение, при необходимости, внешней нагрузки. Для решения вышеперечисленных задач проектируемое устройство должно включать в себя:

- микроконтроллер

- датчики температуры

- датчик влажности

- светодиоды для индикации

- модуль управления внешней нагрузкой

- модуль информирования пользователя

## Микроконтроллеры

Существует огромное разнообразие плат с разными микроконтроллерами. Они могут различаться по исполнению, мощности, энергопотреблению, наличию периферии.

При выборе микроконтроллера для текущего проекты были рассмотрены отладочные платы на Arduino, ESP8266 и STM (см таблицу 1.2)

Таблица 1.2 — Сравнение микроконтроллеров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметры сравнения** | **Esp - 01** | **Arduino Nano** | **STM32F4DISCOVERY** |
| Микроконтроллер | Xtensa L106 | ATmega328p | STM32F407VGT6 |
| Входное напряжение питания | 3.3 В | 4–12 В | 3- 5 В |
| Флэш-память | 2048 Кб | 32 Кб | 1024 Кб |
| ОЗУ | 96 Кб | 2 Кб | 192 Кб |
| Тактовая частота | 80 МГц | 16 МГц | 168 МГц |
| Разрядность | 32 бит | 8 бит | 32 бит |
| Выходное напряжение | 3.3В | 5 В | 3.3В |
| Аппаратные интерфейсы коммуникации | SPI, UART, I2C, I2S, IR remort control | USART, SPI, I2C, WDT | USART, SPI, I2C, WDT, CAN, SDIO, USB 2.0 |
| Система команд | RISC | AVR (RISC) | ARM(RISC) |
| Количество портов ввода-вывода GPIO | 4 | 14 | 48 |
| Количество входов АЦП | 0 | 6 | 15 |
| Рабочая температура | от -40 до +125 ºС | от -25 до +85 ºС | от -40 до +85 ºС |
| Встроенный видеочип | нету | нету | нету |
| Размеры | 25 мм × 15 мм | 42 мм × 19 мм | 97 мм × 66 мм |

Для получения более подробной информации о рассмотренных микроконтроллерах использовались источники [1, 2, 3, 4, 5, 6].

## Датчики температуры

Датчик температуры используется для определения температуры окружающей среды (см. таблицу 1.3). К популярным можно отнести датчик DHT22, DHT11, ds18b20, передающие данные по цифровому интерфейсу 1-WIRE.

Таблица 1.3 – Сравнение датчиков температуры

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметр** | **DS18B20** | **DHT11** | **DHT22** |
| Напряжение питания | 3–5.5 В | 3-5 | 3-5 |
| Точность, % | 0,5 | 2 | 1 |
| Температурный диапазон | -55–+125 ºС | 0-50 ºС | -40–+80 ºС |
| Потребляемый ток, | 9 мА | <2.5 мА | <2.5 мА |
| Измерение влажности воздуха | нет | да | да |

Для получения характеристик о данных датчиках использовалась источники [7, 8].

## Датчики влажности

Наиболее распространенными датчиками такого типа являются модели BME280 и HTS22. При этом BME280 может измерять и атмосферное давление, и влажность одновременно, HTS221 – только влажность. Оба датчика измеряют температуру. Информация о них приведена в таблице 1.4

Таблица 1.4 — Сравнение датчиков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметры сравнения** | **BME280** | **HTS221** | **SHT20** |
| Напряжение питания | 3.3 В | 1.7– 3.6 В | 2.1 – 3.6 В |
| Потребляемый ток | до 2 мкА | до 1 мкА | до 1мкА |
| Рабочая температура | от -40 до +85 ºС | от -40 до +85 ºС | от -40 до +125ºС |
| Точность измерения | 0.01 гПа, 0.01 ºС, 3% | 1 °С, 0,1% | 0.1%, 3% |

Для получения точной информации о данных датчиках использовалась информация из источников [9, 10, 18] .

## Устройства управления внешней нагрузкой

Классическим способом управления мощной внешней нагрузкой является использование механических реле. Сравнение модулей реле приведено в таблице 1.5.

Таблица 1.5 — Сравнение модулей реле

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметры сравнения** | **Relay Shield v3.0** | **Relay MOD 250-10** | **Relay module 33-1CH** |
| Управляющее напряжение | 5 В | 5 В | 3.3 В |
| Коммутация переменного напряжения | Нет | Да | Да |
| Максимальный ток нагрузки | До 5А | До 10 А | До 10 А |
| Количество коммутируемых каналов | 4 | 2 | 1 |

Для получения информации о модулях реле использовались источники [11, 12, 17].

## Модуль информирования пользователя

Для информирования пользователя о состояниях датчиков были рассмотрены следующие модели экранов:

Результаты сравнения экранов приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 — Сравнение экранов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Характеристика** | **LCD 1602** | **LCD 2004** | **OLED 12864** | **LCD 12864** |
| Технология | Жидкокристаллический | Жидкокристаллический | OLED | Жидкокристаллический |
| Разрешение | 16 символов  2 стоки | 20 символов  4 строки | 128x64 | 128x64 |
| Питание | 3.3 – 5В | 3.3 – 5В | 3.3 - 5В | 5В |
| Интерфейс подключения | Параллельный | I2C, параллельный | I2C | Параллельный, SPI |
| Подсветка | Да / нет | Да / нет | Да | Да |
| Адресуемость отдельного пикселя | Нет | Да | Да | Да |
| Размер, мм | 69.5\*14.5 | 98 \* 60 | 28 \* 28 | 93 \* 70 |

Для получения информации о данных экранах использовались источники [13, 14, 15, 16].

# РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА

## 2.1 Постановка задачи

Перед тем как составить структуру разрабатываемого устройства, необходимо выделить функции, которые будет выполнять устройство.

Необходимо разработать микропроцессорное устройство контроля окружающей среды в рамках тепличного комбината. Функции, выполняемые данным устройством:

- контроль внешней температуры воздуха;

- контроль влажности воздуха в помещении;

- автоматическое управление подключенной нагрузкой в зависимости от текущих значений датчиков

-  информирование пользователя о текущем состоянии окружающей среды.

## 2.2 Определение компонентов структуры устройства

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

1)  Модуль взаимодействия с пользователем – экран, который отображает информацию об окружающей среде, а также поворотный энкодер, с помощью которого осуществляется взаимодействие с интерфейсом.

2) Модуль питания —источник питания схемы.

3) Датчик влажности – датчик, считывающий информацию о влажности воздуха.

4) Датчики температуры – датчики, получающие температуру окружающей среды

5) Модуль индикации — светодиоды, выполняющие функцию индикации состояния устройства и состояние работы внешней нагрузки.

6) Модуль управления нагрузкой – контроль включения внешней сетевой нагрузки.

7) Микроконтроллер – анализирует информацию и вырабатывает управляющие сигналы.

2.3 Взаимодействие компонентов устройства

Микроконтроллер производит периодические запрос на считывание данных с датчиков, проверяет полученные данные на выход за пределы допустимых значений параметров и сигнализирует о работе светодиодом.

Контроллер сравнивает допустимые значения и полученные значения с датчиков температуры, влажности. При обнаружении отклонений от нормы, микроконтроллер отдает сигнал модулю индикации для светового оповещения и, в зависимости от настроек, включает или отключает внешнюю нагрузку модуль управления нагрузкой (сигнализируя об этом соответствующими светодиодами).

Одновременно с этим микроконтроллер выводит собираемые данные на экран и получаем сигналы управления от энкодера, с которым взаимодействует пользователь.

# ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

## Обоснование выбора микроконтроллеров

Микроконтроллер является главным модулем разрабатываемого устройства, потому что берет на себя главные функции: управление всеми внешне подключёнными модулями, а также производить обработку получаемых с датчиков данных.

В таблице 1.2 были продемонстрированы ключевые параметры устройств. Микроконтроллеры STM32F407 и ESP8266 опережают Arduino Nano по многим параметрам, но было принято решение о достаточности параметров Arduino Nano для выполнения поставленных задач. Также данный микроконтроллер обладает большим количеством пользовательских библиотек для различных сценариев использования данного устройства.

## Обоснование выбора датчика температуры

В таблице 1.3 обзора литературы приведены сравнения наиболее распространенных датчиков температуры. Все они цифровые и работают по протоколу 1-Wire. Самым точным из них является ds18b20. Он также существует в выносном герметичном исполнении, что и обусловило выбор данного датчика.

## Обоснование выбора датчика влажности и атмосферного давления

После сравнения представленных датчиков видно, что BME280 из-за своих размеров и доступности идеально подходит для использования в устройстве. Также он достаточно точный и недорогой, что обусловило выбор в его пользу.

## Обоснование выбора светодиода

В качестве светодиодов, сигнализирующих о различных режимах работы устройства, было принято решение использовать обычные одноцветные светодиоды различных цветов, управляемые напрямую микроконтроллером.

## Обоснование выбора устройства управления внешней нагрузкой

В качестве устройства управления нагрузкой было выбран модуль недорогих механических реле, рассчитанных на коммутацию достаточно маломощной нагрузки. Был выбран вариант в исполнении, включающем 2 блока реле по 10А предельного тока каждый.

## Обоснование выбора модуля информирования пользователя

После анализа альтернатив, в качестве экрана для использования была выбрана именно модель LCD2004, т.к она способна отображать 4 символьных строки по 20 символов. Вместе с достаточно большими размерами и низкой ценой, данный экран становится идеальным выбором для применения в проекте

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над данным курсовым проектом было разработано

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. <https://radioprog.ru/shop/merch/10>
2. <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf>
3. <https://www.utmel.com/components/esp-01-wi-fi-module-esp-01-pinout-programming-and-esp-01-vs-esp8266-faq?id=990>
4. <https://www.theengineeringprojects.com/2019/05/introduction-to-esp-01.html>
5. <http://wiki.amperka.ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B:esp8266-wifi-module>
6. <https://microcontrollerslab.com/stm32f4-discovery-board-pinout-features-examples/>
7. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
8. <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/datchiki-temperatury-i-vlazhnosti-dht11-dht22/>
9. <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/datchik-bme280/>
10. <https://www.compel.ru/lib/73833>
11. <https://www.chipdip.by/product/relay-shield-v3.0>
12. <https://lastminuteengineers.com/two-channel-relay-module-arduino-tutorial/>
13. <https://arduino-diy.com/arduino-zhidkokristallicheskiy-displey-LCD-1602>
14. <https://arduino-diy.com/arduino-zhidkokristallicheskiy-displey-LCD-1602>
15. <https://robot-kit.ru/2144/>
16. <https://iarduino.ru/shop/displays/lcd-128x64-graficheskiy-siniy-cvet-podsvetki.html>
17. <https://www.banggood.com/BESTEP-1-Channel-3_3V-Low-Level-Trigger-Relay-Module-Optocoupler-Isolation-Terminal-p-1355736.html?imageAb=2&p=MA240439985285201910&akmClientCountry=BY&cur_warehouse=CN>
18. <https://sensirion.com/media/documents/CCDE1377/635000A2/Sensirion_Datasheet_Humidity_Sensor_SHT20.pdf>

[1]. Вычислительные машины, системы и сети: дипломное проектирование (методическое пособие) [Электронный ресурс] : Минск БГУИР 2019. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_136308.pdf>

[2]. Документация Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://docs.arduino.cc/>

[3]. Геддес, М. 25 крутых проектов с Arduino / М. Геддес ; [пер. с англ. М. А. Райтмана]. ­– Москва : Эксмо, 2019. – 272 c.

[4]. Arduino UNO [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno – Дата доступа: 11.09.2021

[5]. Raspberry PI 2 Model B — второе поколение Raspberry Pi [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://micro-pi.ru/raspberry-pi-2-model-b-rpi-bcm2836-bcm2837/ – Дата доступа: 12.09.2021

[6]. OLIMEXINO-STN32 development board [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://data.electronshik.ru/pdf/pdf/o/olimexino-stm32.pdf – Дата доступа: 12.09.2021

[7]. Статья – Датчики [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.electrolibrary.info/subscribe/sub_16_datchiki.htm> – Дата доступа: 18.09.2021

[8]. MQ-5 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-Gas\_Sensor-MQ5/res/MQ-5.pdf](https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-Gas_Sensor-MQ5/res/MQ-5.pdf%20) – Дата доступа: 22.09.2021

[9]. MQ-2 new [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.pololu.com/file/0J309/MQ2.pdf> – Дата доступа: 22.09.2021

[10]. Microsoft Word - MQ-9 New [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://files.amperka.ru/datasheets/MQ-9.pdf – Дата доступа: 22.09.2021

[11]. Подключение фоторезистора к ардуино и работа с датчиком освещенности [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/photorezistor-arduino-datchik-sveta/ – Дата доступа: 24.09.2021

[12]. TEMP6000 — аналоговый датчик освещенности [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://voltiq.ru/shop/temt6000-light-sensor/ – Дата доступа: 25.09.2021

[13]. GY-302 BH1750 модуль освещения, Light Sensor для Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.avrobot.ru/product\_info.php?products\_id=4033 – Дата доступа: 25.09.2021

[14]. Ultrasonic Sensor. HC-SR04 Datasheet [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://datasheetspdf.com/pdf/1380136/ETC/HC-SR04/1 – Дата доступа: 28.09.2021

[15]. Detection Sensor. DYP-ME007 Datasheet [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://datasheetspdf.com/pdf/1251016/ETC/DYP-ME007/1 – Дата доступа: 28.09.2021

[16]. Ультразвуковой датчик расстояния, температуры и освещенности [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://robot-kit.ru/3086/ – Дата доступа: 28.09.2021

[17]. NRF24L01 Datasheet (PDF) – List of Unclassified Manufacturers [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1243924/ETC1/NRF24L01.html> – Дата доступа: 01.10.2021

[18]. Беспроводной передатчик на 433 МГц [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://3d-diy.ru/product/besprovodnoj-peredatchik-na-433-mgc – Дата доступа: 01.10.2021

[19]. Беспроводной приемник на 433 МГц [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://3d-diy.ru/product/besprovodnoj-priemnik-na-433-mgc – Дата доступа: 01.10.2021

[20]. Драйвер двигателя L298N [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/drayver-dvigatelya-l298n/ – Дата доступа: 02.10.2021

[21]. Плата расширения L298P Motor Shield (для Arduino) [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://radioprog.ru/shop/merch/41 – Дата доступа: 02.10.2021

[22]. Обзор драйвера мотора MX1508 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://robotchip.ru/obzor-drayvera-motora-mx1508/ – Дата доступа: 02.10.2021

[23]. Мотор постоянного тока с редуктором 1:48 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://3d-diy.ru/wiki/arduino-mechanics/motor-postoyannogo-toka-reduktorom-1-48/ – Дата доступа: 03.10.2021

[24]. Пищалка – пьезодинамик Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://arduinomaster.ru/uroki-arduino/pishhalka-pezodinamik-arduino/ – Дата доступа: 03.10.2021

[25]. Microsoft Word – MP3 – TF – 16P V1.0 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://picaxe.com/docs/spe033.pdf – Дата доступа: 03.10.2021

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

**Схема структурная**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

**Схема функциональная**

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

**Схема принципиальная**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

**Схема программы**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

**Листинг кода**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

**Перечень элементов**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(обязательное)

**Ведомость документов**