**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc121307429)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 5](#_Toc121307430)

[1.1 Состав устройства 5](#_Toc121307431)

[1.2 Микроконтроллеры 5](#_Toc121307432)

[1.3 Датчики освещённости 6](#_Toc121307433)

[1.4 Датчики температуры воздуха 7](#_Toc121307434)

[1.5 Датчики влажности воздуха 7](#_Toc121307435)

[1.6 Дисплей 7](#_Toc121307436)

[2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА 9](#_Toc121307437)

[2.1 Постановка задачи 9](#_Toc121307438)

[2.2 Определение компонентов структуры устройства 9](#_Toc121307439)

[2.3 Взаимодействие компонентов устройства 10](#_Toc121307440)

[3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА 11](#_Toc121307441)

[3.1 Обоснование выбора микроконтроллера 11](#_Toc121307442)

[3.2 Обоснование выбора датчика освещённости 11](#_Toc121307443)

[3.3 Обоснование выбора датчика температуры и влажности 11](#_Toc121307444)

[3.4 Обоснование выбора дисплея 12](#_Toc121307445)

[4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА 13](#_Toc121307446)

[4.1 Микроконтроллер 13](#_Toc121307447)

[4.2 Датчик влажности и температуры 13](#_Toc121307448)

[4.3 Датчик освещённости 13](#_Toc121307449)

[4.3 ЖКИ дисплей 13](#_Toc121307450)

[4.4 Светодиоды 13](#_Toc121307451)

[4.5 Расчёт мощности элементов схемы 13](#_Toc121307452)

[4.6 Расчёт нагрузки светодиода 14](#_Toc121307453)

[5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 16](#_Toc121307454)

[5.1 Требования к разработке программного обеспечения 16](#_Toc121307455)

[5.2 Блок-схема программы 16](#_Toc121307456)

[5.3 Исходный код программы 16](#_Toc121307457)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 18](#_Toc121307458)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 19](#_Toc121307459)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Темой курсового проекта является разработка микропроцессорного устройства контроля параметров животноводческого комплекса.

Под устройством понимается малогабаритное устройство, осуществляющее считывание данных окружающей среды, такие как температура и влажность воздуха и степень освещённости.

Для получения данных окружающей среду будут использованы соответствующие датчики. Для оповещения пользователя будет предусмотрена световая индикация, а также вывод информации на дисплей.

1. **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**
   1. **Состав устройства**

Как сказано ранее, разрабатываемое микропроцессорное устройство выполняет функции определения состояния окружающей среды, измеряя температуру воздуха, влажность воздуха, а также степень освещённости в помещении, а также информирует пользователя о всех измеряемых параметрах.

В устройстве будет предусмотрен дисплей для отображения данных о температуре и влажности.

Также в устройстве будет предусмотрена световая индикация для отображения состояния поступаемого света, а также уровня температуры и влажности в помещении.

Для решения этих задач в состав устройства должны входить:

- микроконтроллер

- датчик температуры воздуха

- датчик влажности воздуха

- датчик освещённости

- светодиоды для индикации

* 1. **Микроконтроллеры**

Существует огромное разнообразие плат с разными микроконтроллерами. Все они отличаются размерами, параметрами, предустановленными интерфейсами и выполняемыми задачами. Результаты сравнения приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнение параметров микроконтроллеров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | Arduino UNO | MH-Tiny ATtiny88 | OLIMEXINO-STM32 |
| Микроконтроллер | ATmega328 | ATtiny88 | stm32f103rbt6 |
| Потребление тока | 24 мА | 24 мА | 24 мА |
| Входное напряжение | 6 – 20 В | 7 -12 В | 9 – 30 В |
| Потребляемый ток | Min=5 мА  Max=50 мА | Min=5 мА  Max=24 мА | Min=5 мА  Max=50 мА |
| Флэш-память | 32 Кб | 8 Кб | 128 Кб |
| ОЗУ | 2 Кб | 512 Б | 20 Кб |
| Тактовая частота | 16 МГц | 16 МГц | 72 МГц |
| Разрядность | 8 бит | 8 бит | 12 бит |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Цифровые входы/выходы | 14 шт. | 14 шт. | 15 шт. |
| Аналоговые  входы/выходы | 6 шт. | 8 шт. | 6 шт. |
| Выходное напряжение | 3.3В, 5 В | 3.3В, 5 В | 3.3В, 5 В |
| Рабочая температура | от -25 до +85 ºС | От -25 до +85 ºС | от -25 до +85 ºС |
| Интерфейсы | SPI, I2C | SPI, I2C | SPI, GPIO |
| Периферия | 1) 2x 8-разрядный таймер/счетчик  2) 1x 16- разрядный таймер/счетчик  3) 1x USART  4) 1x SPI  5) 1x I2C  6) 1x AC  7) Сторожевой таймер  8) 6х PWM каналов | 1) Micro USB  2) Кнопка сброса  3) 1x SPI  5) 1x I2C | 1) USB  2) Разъём дисплея  3) Аудиовыход  4) Локальная сеть  5) Слот для карт памяти  6)JTAG  7) Видеовыход  8) Разъём GPIO |

Для получения информации об Arduino UNO были использованы источник[2] и источник[9], данные о контроллере MH-Tiny - источник[7] и источник[11], OLIMEXINO-STM32 - источник[10].

* 1. **Датчики освещённости**

Наиболее распространёнными моделями датчиков освещенности являются фоторезистивный датчик освещенности на чипе LM393, датчик освещенности CJMCU-TEMT6000 и модуль освещения GY-30 на чипе BH1750. В таблице 1.2 приведены их сравнительные характеристики.

Таблица 1.2 – Сравнение датчиков освещенности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | Фоторезистивный датчик  освещенности | Датчик освещенности CJMCU-TEMT6000 | Модуль освещения GY-30 |
| Угол чувствительности | ±60º | ±60º | ±60º |
| Напряжение питания | 3.3 – 5 В | 3.3 – 5 В | 2.4 – 5 В |
| Рабочая температура | от 0 до +70 ºС | от -40 до +85 ºС | от -25 до +85 ºС |
| Потребляемый ток | до 15 мА | до 20 мА | до 120 мкА |
| Измеряемые значения | от 0 до 65535 лк | от 0 до 65535 лк | от 0 до 65535 лк |
| Тип выходного канала | аналоговый и  цифровой | аналоговый | цифровой |

Продолжение таблицы 1.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Интерфейсы | I2C | I2C | I2C/TWI |

Для получения информации о CJMCU-TEMT6000 был использован источник[12], данные о модуле GY-30 - источник[8].

* 1. **Датчики температуры воздуха**

Из доступных датчиков температуры воздуха, для сравнения были взяты модуль датчика температуры RCK205503, модуль датчика температуры DHT11 [4] и **датчик температуры Arduino DS18B20 [6]. В таблице 1.3 приведены их сравнительные характеристики.**

Таблица 1.3 – Сравнение датчиков температуры воздуха

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | Модуль датчик температуры RCK205503 | **Датчик температуры DHT11** | **Датчик температуры Arduino DS18B20** |
| Напряжение питания | 3.5 – 5.5 В | 3.5 – 5.5 В | 3.3 -5 В |
| Потребляемый ток | 10 мА | 10 мА | 10 мА |
| Рабочая температура | 0°С - +70°С | 0°С - +70°С | -55°С - +125°С |
| Масса | 2.5 гр. | 2.5 гр. | * 1. гр. |
| Интерфейсы | SWP | SWP | 1-Wire |

## **1.5 Датчики влажности воздуха**

Из доступных датчиков влажности воздуха, для сравнения были взяты модуль датчика температуры и влажности DHT11 [4] и DHT22 [5]**. В таблице 1.4 приведены их сравнительные характеристики.**

Таблица 1.4 ­– Сравнение датчиков влажности воздуха

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры сравнения | Датчик температуры и влажности DHT11 | Датчик температуры и влажности DHT22 |
| Напряжение питания | 3.3 – 6 В | 3.3 – 6 В |
| Потребляемый ток | 10 мА | 10 мА |
| Рабочий диапазон измерения влажности | 0 – 100% | 0 – 100% |
| Масса | 2.5 гр. | 2.5 гр. |
| Интерфейсы | SWP | SWP |

**1.6 Дисплей**

Основные отличия дисплеев заключаются в максимальном количестве выводимых пикселей и их цвете. Сравнение моделей LCD1602B [13], LCD1602 [14] и MT-12864A [15] приведено в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Сравнение дисплеев

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | LCD1602A | LCD1602B | MT-12864A |
| Напряжение рабочее | 5 В | 5 В | 5 В |
| Тип дисплея | 2 строки по  16 символов | 2 строки по  16 символов | 128 точек в строке,  64 строки |
| Подсветка | Синий | Синий | Синий |
| Символы | Белый | Белый | Белый |
| Размер дисплея | 80x36 мм | 122x44 мм | 128x64 мм |
| Линии ввода/вывода данных | 8 бит | 8 бит | 8 бит |

**2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА**

## **2.1 Постановка задачи**

Для создания структуры разрабатываемого устройства, необходимо выделить функции, которые будет выполнять устройство, затем определить компоненты и связь между ними исходя из данных функций. Структурная схема представлена в Приложении А.

В рамках данного курсового проекта необходимо разработать устройство контроля параметров животноводческого комплекса. Для реализации было выбрано устройство, которое будет статично установлено в помещении животноводческого комплекса. Исходя из этого, были выделены следующие функции, которые должно выполнять данное устройство:

- получение информации о температуре воздуха в помещении

- получение информации о влажности воздуха в помещении

- получение информации о степени освещённости в помещении

- вывод полученной информации на дисплей

- оповещение об отклонении от нормы посредством мерцания светодиода и воспроизведения звукового сигнала.

- световая индикация о состоянии

## **2.2 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 – стабилизатор напряжения и источник питания схемы.

3) Модуль индикации – светодиоды, которые выполняют функцию индикации состояния устройства.

4) Датчик освещенности – датчик, считывающий информацию о степени освещенности рабочего пространства устройства.

5) Датчик температуры воздуха – датчик, считывающий информацию о температуре воздуха в помещении.

6) Датчик влажности воздуха – датчик, считывающий информацию о влажности воздуха в помещении.

7) Модуль отображения данных – дисплей, отвечающий за вывод собранной информации.

8) Модуль управления – две кнопки для управления устройством(кнопка для включения и выключения устройства и кнопка для отключения световой и звуковой сигнализации)

**2.3 Взаимодействие компонентов устройства**

Устройство последовательно считывает информацию со всех датчиков, затем эти данные передаются на контроллер, который их анализирует.

Контроллер сравнивает допустимые значения и полученные значения с датчика температуры воздуха, влажности воздуха и, при отклонении от нормы, подает сигнал на модуль оповещения, который включает световой сигнал.

Затем контроллер анализирует данные с датчика освещенности. При недостаточном освещении подается сигнал на модуль индикации.

После сбора данных, информация выводится на дисплей.

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

**3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА**

Важным параметром для разрабатываемого устройства является компактность и удобство в эксплуатации, что будет являться важным параметром в выборе основных элементов схемы. Функциональная схема устройства представлена в Приложении Б

**3.1 Обоснование выбора микроконтроллера**

Для данного курсового проекта может быть использован любой из представленных в таблице 1.1 микроконтроллер, так как устройство не требует больших затрат в памяти и мощности для корректной работы.

В данном проекте будет использована плата MH-Tiny ATtiny88 так как она полностью подходит под поставленные задачи. Данный контроллер был выбран также по причине доступности и его низкой стоимости.

**3.2 Обоснование выбора датчика освещённости**

В таблице 1.2 обзора литературы приведены сравнения наиболее распространенных датчиков освещенности. Как видно из сравнения, все они имеют схожие характеристики и отличаются типом выходного сигнала и потребляемым током, а также рабочей температурой. Для работы устройства подойдут диапазоны рабочей температуры всех датчиков так как само устройство не проектируется для работы в экстремальных условиях, поэтому данный параметр при выборе датчиков можно упустить. В данном проекте используется модуль GY-30 в основе которого лежит микросхема BH1750FVI, так как он имеет чувствительность близкую к видимому спектру, а также измеряет освещённость в диапазоне от 1 до 65535 люкс. Также данная модель датчика была выбрана по причине потребления меньшего тока, что значительно уменьшит затраты при подключении к общей схеме устройства.

**3.3 Обоснование выбора датчика температуры и влажности**

В таблице 1.3 обзора литературы приведены сравнения наиболее распространенных датчиков температуры, а в таблице 1.4 приведены сравнения также распространённых датчиков влажности. Как видно из сравнения, в датчиках DHT11 и DHT22 совмещены функции измерения температуры и влажности, следовательно выбор стоит делать из этих двух датчиков. Для работы устройства подойдут диапазоны рабочей температуры всех датчиков так как для соблюдения безопасности недопустимо превышение данных порогов температур. В связи с этим был выбран датчик DHT22 в связи с тем, что в нём объединены функции как измерения температуры воздуха, так и измерения влажности воздуха, что сэкономит денежные затраты на покупку, а также занимаемую площадь устройства.

**3.4 Обоснование выбора дисплея**

После анализа дисплеев, представленных в таблице 1.5 видно, что все они имеют схожие характеристики, но отличаются размерами. Из более доступных дисплеев рассмотрим для выбора дисплеи LCD1602 и LCD1602B. Для курсового проекта был выбран дисплей LCD1602, так как в отличии от размера LCD1602B равного 122x44 мм, LCD1602 имеет размер 80x36 мм.

# **4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА**

## **4.1 Микроконтроллер**

Как было сказано выше, в данном курсовом проекте будет использован микроконтроллер MH-Tiny ATtiny88.

Он соединён со всеми элементами устройства через аналоговые и цифровые входы и выходы.

Микроконтроллер питается от напряжения в 12 В. К его цифровому выходу D14 подключен датчик влажности и температуры DHT22. К аналоговым выходам A4 – A5 подключены ЖК дисплей LCD1602A, а также датчик освещённости GY-30.

## **4.2 Датчик влажности и температуры**

Выбранный ранее датчик влажности и температуры DHT22 подключен к цифровому выходу микроконтроллера D6 для передачи ему данных.

## **4.3 Датчик освещённости**

Выбранный ранее датчик освещённости GY-30 подключён к аналоговым выходам A4-A5 для передачи ему данных.

## **4.3 ЖКИ дисплей**

ЖКИ дисплей предназначен для отображения данных, полученных с датчиков. Был выбран ЖКИ дисплей LCD1602A. Подключается к аналоговым выходам A4-A5.

## **4.4 Светодиоды**

Светодиоды нужны для отображения состояния устройства(включение, загрузка) и для отображения информации. Ранее были выбраны RGB светодиоды. Подключаются к цифровым выходам D4-D12.

## **4.5 Расчёт мощности элементов схемы**

Потребляемая мощность устройства равна сумме потребляемых мощностей активных элементов устройства. Потребляемые мощности элементов и расчёт суммарной мощности представлен в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Расчёт мощности элементов схемы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название элемента | U, В | I, мА | Кол-во | P, Вт |
| Микроконтроллер ATtiny88 | 12 | 24 | 1 | 288\*10­-3 |
| Датчик температуры и влажности DHT22 | 5,5 | 0,3 | 1 | 1,65\*10-3 |
| Датчик освещённости GY-30 | 5 | 0,12 | 1 | 0,6\*10-3 |
| ЖКИ дисплей LCD1602A | 5 | 2 | 1 | 10\*10-3 |
| Светодиод | 5 | 20 | 3 | 100\*10-3 |
| Суммарная мощность, мВт | | | | 600,25 |

В реализованной схеме используются микроконтроллер MH-Tiny ATtiny88, датчик температуры и влажности DHT22, датчик освещённости GY-30, ЖКИ дисплей LCD1602A

Таким образом, суммарная мощность:

Pmax = P1+ P2+ P3+ P4+ P5 = (288+1,65 + 0,6 + 10 + 100\*3) = 600,25 мВт.

Рассчитаем потребляемый ток:

**4.6 Расчёт нагрузки светодиода**

В данном курсовом проекте используется три светодиода, подключенные к 4-12 цифровым выходам микроконтроллера (см.рисунок 4.1).

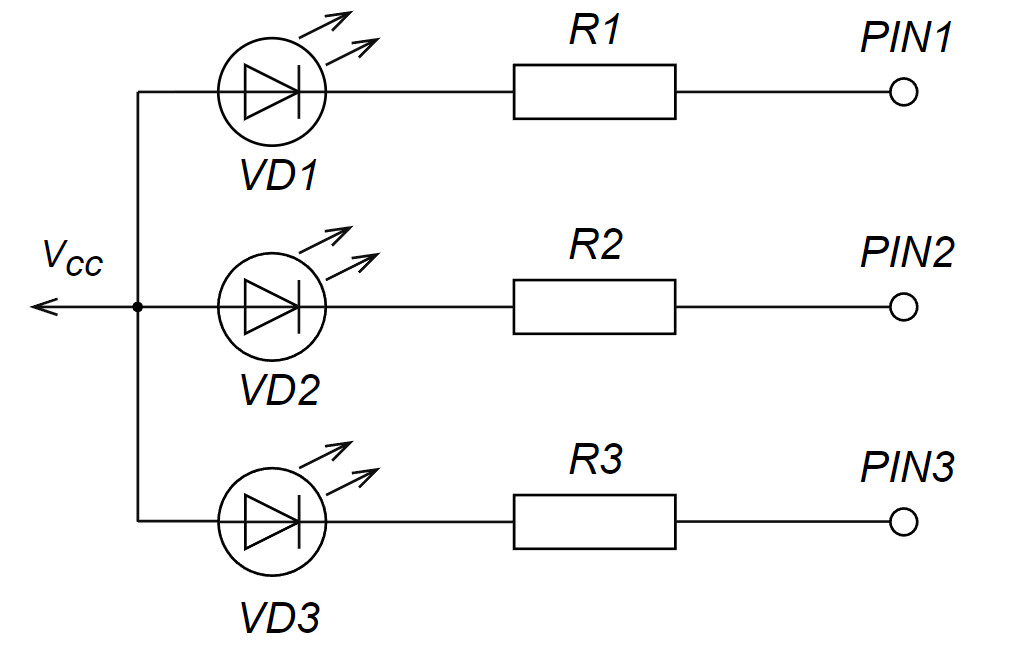


Рисунок 4.1 – Схема подключения светодиодов

Для ограничения тока светодиода используется резистор номиналом 220Ом, рассчитываемым по следующей формуле:

где *U*П – напряжения питания, *U*Д – напряжение, падающее на светодиоде, *I*ПР – прямой ток светодиода.

В проекте используются светодиоды белого, желтого и зеленого цветов, со следующими параметрами: *I*ПР = 20 мА. *U*Д = 1 В.

Получаем:



Следовательно, для того, чтобы светодиод не перегорел он должен быть подключён через резистор с сопротивлением не менее 200 Ом, однако если взять слишком большое сопротивление, то светодиод будет гореть очень слабо, поэтому в данном проекте светодиоды подключаются через резисторы сопротивлением 220 Ом.

# **5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

## **5.1 Требования к разработке программного обеспечения**

Разработанное микропроцессорное устройство собирает информацию о трех параметрах: температура воздуха, влажность воздуха и уровень освещенности.

Устройство работает следующим образом. При подключении устройства в сеть на нем загорается светодиод, который сигнализирует о том, что питание подключено. В течение всего времени устройство анализирует показания с датчиков и выводит полученные данные на дисплей.

При получении информации о высокой температуре (больше 30 °C) светодиод меняет цвет на красный. При получении информации о низкой температуре (меньше 22 °C) светодиод меняет цвет на синий. При показании температуры в пределах от 22 °C до 30 °C светодиод горит зелёным цветом.

При получении информации о малом освещении (меньше 150 люкс) светодиод меняет цвет на красный. При достаточном освещении (больше 150 люкс) светодиод горит зелёным цветом.

## **5.2 Блок-схема программы**

Блок-схема — это схематичное представление процесса, системы или компьютерного алгоритма. Блок-схемы часто применяются в разных сферах деятельности, чтобы документировать, изучать, планировать, совершенствовать и объяснять сложные процессы с помощью простых логичных диаграмм.

Рассмотрим блок-схему алгоритма программного обеспечения данного курсового проекта, представленную в приложении Г.

Блоки 2 – 3 представляют собой подготовку программы для дальнейшей работы (инициализация переменных и определение модулей, подключенных к микроконтроллеру). Ключевыми являются блоки 5 – 22, которые реализуют саму логику программы в бесконечном цикле. В блоках 5 – 9 обрабатывается информация о нажатии кнопки и, при необходимости выключаются или выключаются светодиоды и дисплей. В блоках 10, 11, 18 происходит получение данных с датчиков температуры воздуха, влажности воздуха и степени освещённости. В блоках 12 – 17, 19 – 22 данная информация анализируется и, при необходимости, включается соответствующая индикация.

## **5.3 Исходный код программы**

Функция void setup() необходима для начальной настройки контроллера, здесь задаются входные и выходные пины, а так же другие настройки. В данном случае LCD.init() производит инициализацию дисплея. lightMeter.begin() и dht.begin() производят инициализацию датчиков степени освещения и температуры и влажности. Благодаря функции pinMode() задаются пины, к которым подключаются светодиоды и кнопка.

Функция void loop() является главной циклической функцией и работает на протяжении всей работы микроконтроллера. Здесь задается основная логика работы микроконтроллера.

На начальном этапе функцией digitalRead(15) проверяется нажата ли кнопка, и в случае чего отключаются все светодиоды и дисплей.

Далее снимаются показания с датчика температуры и влажности функциями dht.readHumidity() и dht.readTemperature(), выводятся на дисплей, и в зависимости от показаний температуры меняется цвет светодиода, для чего используется функция digitalWrite().

Получение информации о степени освещённости производится функцией lightMeter.getLightIntensity(). Данные обрабатываются и в зависимости от степени освещённости меняется цвет светодиода.

После получения и обработки данных с датчиков они выводятся на дисплей с помощью функции LCD.print().

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате работы над курсовым проектом было разработано работоспособное микропроцессорное устройство контроля параметров животноводческого комплекса со своим программным обеспечением. Устройство отслеживает показания температуры и влажности воздуха, а также степени освещения. Помимо этого, осуществляется анализ полученных значений и соответствующая индикация показателей. Данный проект был спроектирован в соответствии с поставленными задачами, весь функционал был реализован в полном объеме.

Разработанное микропроцессорное устройство обладает следующими достоинствами: относительно низкая стоимость, простота реализации и сборки. Однако существенным недостатком является необходимость в написании собственного программного обеспечения для взаимодействия со всеми подключенными датчиками и анализа полученных данных.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

[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] LCD1602 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=LCD1602_Module>

[4] DHT11[Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>

[5] DHT22 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>

[6] DS18B20 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа:<http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=DS18B20_Temperature_Sensor>

[7] Документация MH-Tiny ATtiny88 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://alexgyver.ru/lessons/tiny88/>

[8] GY-30 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://easycraft.by/sensor-osveschennosti-gy-30--bh1750fvi->

[9] Arduino UNO [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>

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

[11] MH-Tiny ATtiny88 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/atmel-9157-automotive-microcontrollers-attiny88_datasheet.pdf>

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

[13] LCD1602B – ЖКИ дисплей 16х2 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://datasheetspdf.com/pdf/519151/ETC/LCD1602B/1>

[14] LCD1602A – ЖКИ дисплей 16х2 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.openhacks.com/uploadsproductos/eone-1602a1.pdf>

[15] MT12864A – ЖК модуль [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://datasheetspdf.com/datasheet/MT12864A.html>

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

(обязательное)

**Схема структурная**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

(обязательное)

**Схема функциональная**

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

(обязательное)

**Схема принципиальная**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

(обязательное)

**Блок-схема программы**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

(обязательное)

**Листинг кода**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

(обязательное)

**Перечень устройств**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**

(обязательное)

**Ведомость документов**