

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей  
Кафедра электронных вычислительных машин  
Дисциплина: Схемотехника

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту  
на тему

Микропроцессорное устройство контроля параметров цеха  
термообработки изделий

БГУИР КП 1-40 02 01 124 ПЗ

Студент: группы 950501,  
Сыромолотов М. Д.

Руководитель: доцент каф. ЭВМ  
Селезнев И. Л.

Минск 2021

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ЭВМ  
\_\_\_\_\_ Б.В. Никульшин  
(подпись)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

ЗАДАНИЕ  
по курсовому проектированию

Студенту Сыромолотову Максиму Дмитриевичу

1. Тема проекта Микропроцессорное устройство контроля параметров цеха термообработки изделий

2. Срок сдачи студентом законченного проекта с 06.12.2001 по 09.12.2021 г.

3. Исходные данные к проекту:

1. Источник питания – напряжение 5 В, максимальный выходной ток не менее 0,5 А.

2. Измерение температуры с точностью не хуже 0.5°C.

3. Измерение влажности устройства с точностью не хуже 0.1%.

4. Максимальный уровень ШИМ на светодиодах не менее 255.

5. Свето-шумовая сигнализация при определённых значениях температуры на датчике.

6. Частота обновления показаний на дисплее не ниже 10 кадров в секунду.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень вопросов, которые подлежат разработке):

Введение

1. Обзор литературы.

2. Разработка структуры устройства.

3. Обоснование выбора узлов, элементов функциональной схемы устройства.

4. Разработка принципиальной электрической схемы устройства.

5. Разработка программного обеспечения.

Заключение.

Список использованных источников.

5. Перечень графического материала (с точным обозначением обязательных чертежей и графиков)

1. Структурная схема устройства (формат А3).
2. Функциональная электрическая схема заданного блока системы (формат А3).
3. Принципиальная электрическая схема устройства (формат А2).
6. Консультант по проекту И. Л. Селезнев.
7. Дата выдачи задания 10.09.2021 г.
8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с обозначением сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов):  
разделы 1,2 к 24.09. – 20 %;  
раздел 3 к 15.10. – 20 %;  
раздел 4 к 05.11. – 25 %;  
раздел 5 к 19.11. – 20 %  
оформление пояснительной записки и графического материала к 03.12 – 15 %  
Защита курсового проекта с 07.12 по 14.12.

РУКОВОДИТЕЛЬ \_\_\_\_\_ доцент каф. ЭВМ Селезнёв И.Л.  
(подпись)

Задание принял к исполнению 10.09.2021 \_\_\_\_\_ М.Д. Сыромолотов  
(дата и подпись студента)

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	4
1.1 Обзор датчиков температуры и влажности .....	4
1.1.1 DHT11и DHT22 .....	5
1.2 Обзор микроконтроллеров .....	6
1.2.1 Arduino UNO .....	7
1.2.2 Arduino Mega .....	7
2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА.....	8
2.1 Постановка задачи.....	9
2.2 Определение компонентов структуры устройства .....	9
2.3 Взаимодействие компонентов устройства.....	9
3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА .....	10
3.1 Устройство вывода .....	10
3.2 Управляющее устройство .....	11
3.3. Датчик влажности и температуры .....	11
3.4. Светодиоды .....	12
3.5. Пьезодинамик .....	12
4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА .....	14
4.1 Расчет источника питания .....	14
4.2. Микроконтроллер .....	14
4.3 Расчет нагрузки светодиодов.....	16
4.4 Дисплей .....	17
5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	18
5.1. Требования к программе .....	18
5.2. Блок-схема алгоритма .....	18
5.3. Программа управления устройством .....	19
6 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА .....	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	21
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	24

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж .....	33

## ВВЕДЕНИЕ

Высокие темпы роста влияния компьютеров на жизнь человека привели к тому, что сегодня персональные компьютеры являются неотъемлемой частью различных технических комплексов. Сюда входят системы управления, сбора и анализа данных, контрольно-измерительного оборудования и прочие комплексы обработки информации.

Целью данного курсового проекта является построение устройства контроля параметров цеха термообработки изделий, что включает в себя такие величины, как температура, влажность и др.

Измерительные преобразователи осуществляют преобразование тех или иных физических величин в электрические сигналы. Эти сигналы попадают в соответствующие схемы, где преобразуются в цифровую форму и передаются в последующее звено цепи обработки данных. Основное назначение так называемых систем мониторинга, состоящих в первую очередь из измерительных преобразователей, следующее:

- мониторинг и регистрация параметров среды в помещении (например, для соблюдения санитарных норм, или поддержания постоянного уровня температуры/влажности в помещении);
- сигнализация о тех или иных отклонениях от определенных норм;
- ретроспективный анализ с целью последующей оптимизации условий в помещении;
- управление климатическими параметрами помещения (например, с помощью вентилятора, вытяжки, кондиционера, увлажнителя воздуха, обогревательного элемента).

Таким образом, система мониторинга позволяет получить объективные заключения о том, обеспечены ли необходимые условия, что позволяет следовать установленным нормам.

При разработке подобной системы необходимо решить ряд задач: выбор необходимых схемотехнических элементов системы, разработка программного обеспечения.

## 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Задачей данного курсового проекта является построение микроконтроллерного устройства для контроля параметров в цехе термообработки.

В проекте датчик температуры и влажности, а также дисплей для отображения параметров.

### 1.1. Обзор датчиков температуры и влажности

Определение состояния окружающей среды важно не только для анализа параметров помещения, но и для определения режима работы самого устройства, в частности.

Для получения информации о температуре и влажности разработан широкий спектр датчиков. Самые распространённые и доступные модели представлены ниже.

#### 1.1.1. DHT11 и DHT22

Датчик состоит из двух частей – емкостного датчика температуры и гигрометра. Первый используется для измерения температуры, второй – для влажности воздуха. Находящийся внутри чип может выполнять аналого-цифровые преобразования и выдавать цифровой сигнал, который считывается посредством микроконтроллера.

Изображение и технические характеристики DHT11 приведены на рисунке 1.4. и таблице 1.4. соответственно.

Изображение и технические характеристики DHT22 приведены на рисунке 1.5. и таблице 1.5. соответственно.

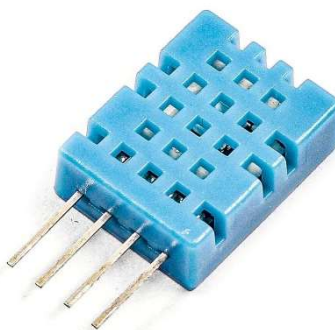


Рис. 1.4. датчик DHT11

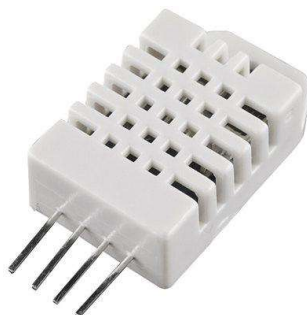


Рис. 1.5. датчик DHT22

Таблица 1.4 технические характеристики датчика DHT11

Напряжение питания	3-5 В
Ток потребления	2,5 мА
Выход	Аналоговый
Размеры	15×10×5 мм
Рабочая температура	-20 – 50 °С
Измеряемая температура	0 40 °С

Таблица 1.5 технические характеристики датчика DHT22

Напряжение питания	3-5 В
Ток потребления	2,5 мА
Выход	Аналоговый
Размеры	15×10×5 мм
Рабочая температура	-50 – 135 °С
Измеряемая температура	-40 125 °С

## 1.2. Обзор микроконтроллеров

В качестве управляющего устройства в данном проекте выступает микроконтроллер. Выбор микроконтроллеров на рынке очень широк. Наиболее распространённым выбором для начинающих проектов являются платы Arduino на основе микроконтроллеров ATmega. Как следствие в свободном доступе можно найти различные библиотеки для управления теми или иными модулями. Использование данных плат выгодно в силу низких трудозатрат на проектирование устройства и большого количества прикладной литературы.

### 1.2.1 Arduino UNO

Arduino Uno контроллер построен на ATmega328. Платформа имеет 14 цифровых входов/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать



питание при помощи адаптера AC/DC или батареи.

Изображение Arduino UNO представлено на рисунке 1.8. Технические характеристики сведены в таблицу 1.8.

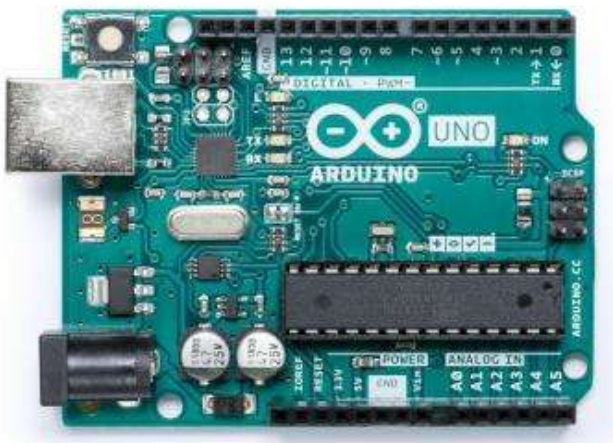


Рис. 1.8. – Arduino UNO

Таблица 1.8 технические характеристики Arduino UNO

Напряжение питания	6-12 В
Ток потребления	19 мА
ОЗУ	1 Кб
EEPROM	512 байт
Количество прерывания	1

### 1.2.2 Arduino Mega

Arduino Mega построена на микроконтроллере ATmega1280 (техническое описание). Платформа содержит 54 цифровых входа/выходов (14 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 16 аналоговых входов, 4 последовательных порта UART, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB или подать питание при помощи адаптера AC/DC, или аккумуляторной батареей.

Изображение Arduino UNO представлено на рисунке 1.9. Технические характеристики сведены в таблицу 1.9.



Рис. 1.9. – Arduino MEGA

Таблица 1.9 технические характеристики Arduino MEGA

Напряжение питания	6-12 В
Ток потребления	19 мА
ОЗУ	8 Кб
EEPROM	4 Кб
Количество прерывания	4

## **2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ**

Для разработки структуры устройства необходимо определить выполняемые разрабатываемым устройством функции.

### **2.1 Постановка задачи**

Главной задачей курсового проекта является создание микропроцессорного устройства на базе микроконтроллера, уведомляющего пользователя об изменениях климатических условий окружающей среды с помощью показаний с датчика температуры и влажности вычислительной мощности микроконтроллера. Основные функции устройства:

- мониторинг климатических показателей внутри помещения;
- уведомление пользователя о критических значениях данных с помощью световой и шумовой индикации;
- получение информации о температуре и влажности в помещении;
- вывод показаний с датчика на экран дисплея;
- индикация состояния устройства.
- управление климатическими показателями (в данном устройстве есть вентилятор)

### **2.2 Определение компонентов структуры устройства**

Для выполнения описанных в постановке задачи функций необходимы следующие компоненты:

- 1) Датчик влажности, отвечающий за предоставление показаний о уровне влажности в помещении.
- 2) Блок потенциометра, выполняющий функцию активации/деактивации свето-шумовой сигнализации.
- 3) Модуль свето-шумовой индикации, необходим непосредственно для оповещения пользователя данного устройства о критических показаниях температуры/влажности.
- 4) Модуль дисплея, который служит для отображения данных о текущих параметрах окружающей устройства среды.
- 5) Модуль вентилятора, необходимый для охлаждения окружающего пространства (управление климатом).
- 6) Модуль датчика температуры, информирующий о температуре, окружающей устройство среды.
- 7) Микропроцессор. Является самым главным и ключевым компонентом разрабатываемого устройства. В нем сосредоточена вся вычислительная

мощность, благодаря которой могут выполняться все выше перечисленные функции.

### **2.3 Взаимодействие компонентов устройства**

При включении устройства запускается цикл снятия показаний с датчиков температуры и влажности.

Если температура выше нормы для данного помещения (задано прошивкой устройства), то об этом сообщается с помощью свето-шумовой индикации (сигнализации) и происходит охлаждение воздуха вентилятором. Если влажность выше нормы, то подается световая индикация желтым светодиодом. В противном случае, операция снятия показаний возобновляется.

Данная полученная информация поступает на микроконтроллер и отображается на дисплее.

### 3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ В ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЕ УСТРОЙСТВА

В данном разделе подробно описываются дисплей и микроконтроллер, используемые при разработке проекта. Стоит отметить, что главным критерием выбора модулей и платы микроконтроллера является их наличие у выполняющего проект студента на момент выдачи темы курсового проекта а также опытом работы с нижеперечисленным оборудованием.

Функциональная схема представлена в приложении Б.

#### 3.1 Устройство вывода

В качестве устройства вывода выбран дисплей LCD1602. Он лёгок в управлении и весьма гибок в плане отображения данных, так как имеет достаточное разрешение и площадь для отрисовки двух строк текста друг под другом с легко читаемым размером шрифта и 16 символами в строке. Связь с управляющим устройством осуществляется посредством I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit) — последовательной асимметричной шины для связи между интегральными схемами в электронных приборах.

I<sup>2</sup>C использует две двунаправленные линии, подтянутые к напряжению питания и управляемые через открытый коллектор или открытый сток — последовательная линия данных (SDA) и последовательная линия тактирования (SCL). Стандартные напряжения +5 В или +3,3 В, однако допускаются и другие.

Передача данных по шине I<sup>2</sup>C состоит из стартового бита, битов чётности и данных и стоповых битов. Порядок изменения уровня на шинах задает тип посылки. После старта передача одного бита данных идет по тактовому импульсу. То есть когда линия SCL в нуле отправитель выставляет бит на SDA после чего SCL отпускается, и получатель считывает бит.

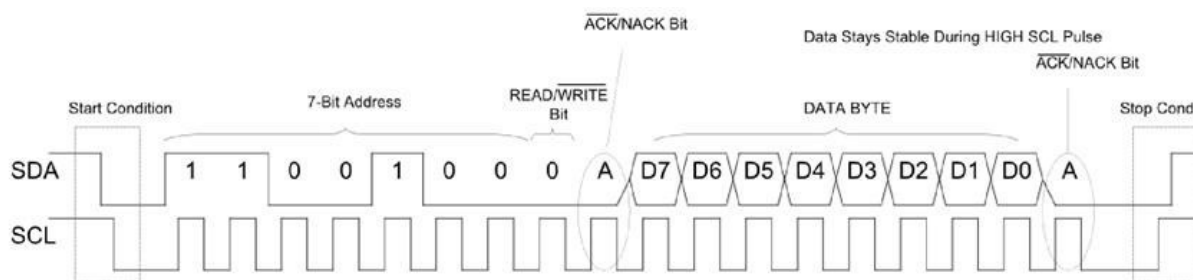


Рис. 3.1. Диаграмма тактирования I<sup>2</sup>C

### 3.2 Управляющее устройство

Для обработки информации, поступающей с датчиков, и устройств ввода, управления устройством включения вентилятора и устройством вывода использована плата Arduino UNO на базе микроконтроллера «ATMega 328P».

Выбор основан на стоимости данного микроконтроллера и использования именно столько компонентов сколько этого требует данный курсовой проект.

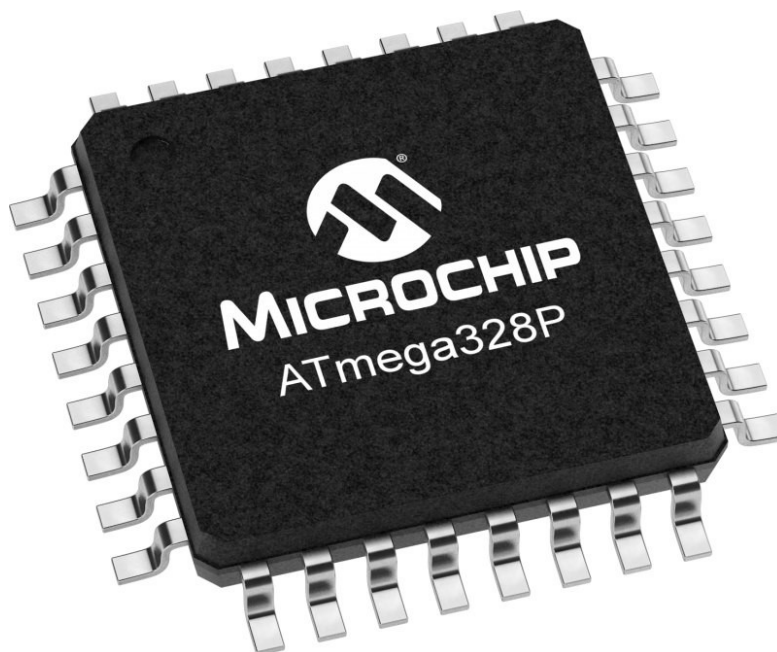


Рисунок 3.2 — внешний вид МК Atmel ATmega328P

Данный микроконтроллер обладает встроенной аппаратной реализацией serial интерфейса, что крайне удобно ввиду использования I2C интерфейса для вывода информации на дисплей. Также стоит отметить количество портов прерываний и встроенный АЦП/ЦАП, что позволяет напрямую подключать аналоговые датчики к плате.

### 3.3. Датчик влажности и температуры

При использовании датчика влажности и температуры важным параметром является точность. Из таблицы 1.4 следует, что лучшими параметрами обладает датчик DHT22, а именно точностью и диапазоном измеряемых температур и влажности.

Однако для использования в разрабатываемом устройстве был выбран датчик DHT11 в виду значительно более низкой цены.

Для обмена данными между микроконтроллером и датчиком влажности и температуры используется цифровая шина Aosong 1 wire bus. Эта шина была разработана компанией Aosong Electronics специально для датчиков влажности и температуры. Отличительной особенностью данного протокола от аналогичного, разработанного компаниями Maxim/Dallas, является то, что микроконтроллер за один запрос получает сразу 40 бит данных: 16 бит данных влажности, 16 бит данных температуры, 8 бит контрольной суммы.

### **3.4. Светодиоды**

Для управления яркостью свечения светодиодов, используемых для световых индикации используются сигналы с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

### **3.5. Пьезодинамик**

Для решения задачи о звуковой индикации было принято решение использовать активный пьезодинамик. Совместимыми с Arduino Uno являются TMB12A05 и модуль пьезодинамика на YL-44, сравнительная характеристика которых приведена в таблице 1.6. Для использования в курсовом проекте был выбран активный пьезодинамик TMB12A05 из-за малых размеров и дешевизны элемента.

Команда на включение звукового сигнала подается на пьезодинамик в виде уровня логической единицы по цифровой линии, совместимой со стандартом ТТЛ.

## 4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

### 4.1 Расчет источника питания

Схема электрическая принципиальная представлена в приложении В. Перед выбором источника питания был проведен расчет потребляемой мощности каждого модуля. Результаты расчета представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расчет мощности

Наименование устройства	Напряжение питания, В	Максимальный ток потребления, мА	Мощность, мВт
Arduino Uno R3	9	19	171
LCD1602	5	20	100
DHT11	3,3	0,6	1,98
ULN2003	5	30	150
LEDR-L-7113ID	5	60	300
LEDY-L-7113YT	5	60	300
LEDB-L-53MBDL	5	60	300
LEDB-L-53MBDL	5	60	300
Итоговая мощность, мВт			1622,98

Исходя из параметров компонентов, приведенных в таблице 4.1, выбрано общее напряжение питания 9 В. Требования к минимальному выходному току источника питания следующие.

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1622,98 + 20\%}{9В} = 1947,576 \text{ мА}$$

### 4.2. Микроконтроллер

Arduino Uno контроллер построен на ATmega328P. Платформа имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи. ATmega328 поддерживает интерфейсы I2C (TWI) и SPI. В Arduino включена библиотека Wire для удобства использования шины I2C. Основные характеристики представлены в таблице 4.2.



Таблица 4.2 – Основные характеристики Arduino Uno

Характеристика	Значение
Рабочее напряжение, В	5
Входное напряжение (рекомендуемое), В	7-12
Входное напряжение (предельное), В	6-20
Постоянный ток через вход/выход, мА	40
Постоянный ток для вывода 3,3 В, мА	50
Тактовая частота, МГц	16

Внешний вид и назначение контактов разъемов представлено на рисунке 4.1.

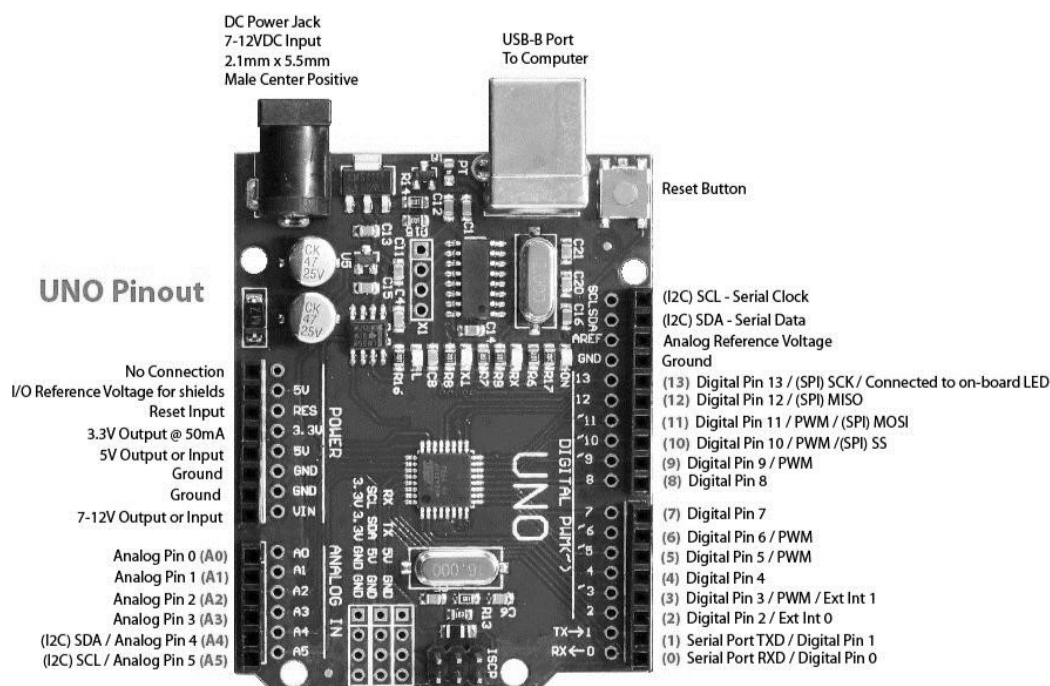


Рисунок 4.1 – Внешний вид и назначение контактов разъемов Arduino Uno R3

### 4.3 Расчет нагрузки светодиодов

В данном курсовом проекте используется четыре светодиода различных цветов, подключенные к соответствующим ножкам микроконтроллера (см. рисунок 4.2).

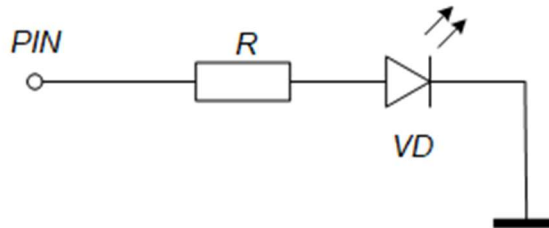


Рисунок 4.2 – Схема подключения светодиода

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

$$R = \frac{U_{\Pi} - U_{\text{д}}}{I_{\text{пр}}},$$

где  $U_{\Pi}$  – напряжения питания,  $U_{\text{д}}$  – напряжение, падающее на светодиоде,  $I_{\text{пр}}$  – прямой ток светодиода.

В курсовом проекте используются светодиоды серии LEDR-L-7113ID четырех цветов: красного, зеленого, желтого, синего.  $I_{\text{пр}} = 30$  мА.  $U_{\text{д}} = 1$  В.

Получаем:

$$R = \frac{5 - 1}{30 \cdot 10^{-3}} = 133, (3) \text{ Ом}$$

Ближайшее большее значение номинала сопротивления – 200 Ом. Соответственно,  $R1 = R2 = R3 = R4 = 200$  Ом

#### 4.4 Дисплей

LCD 1602A представляет собой электронный модуль, основанный на драйвере HD44780 от Hitachi. На лицевой части модуля располагается LCD дисплей, состоящий из двух строк по 16 символов, и группа контактов. На задней части модуля расположено два чипа в «капельном» исполнении (ST7066U и ST7065S) и электрическая обвязка.

Внешний вид и габаритные размеры дисплея отображены на рисунке 4.2.

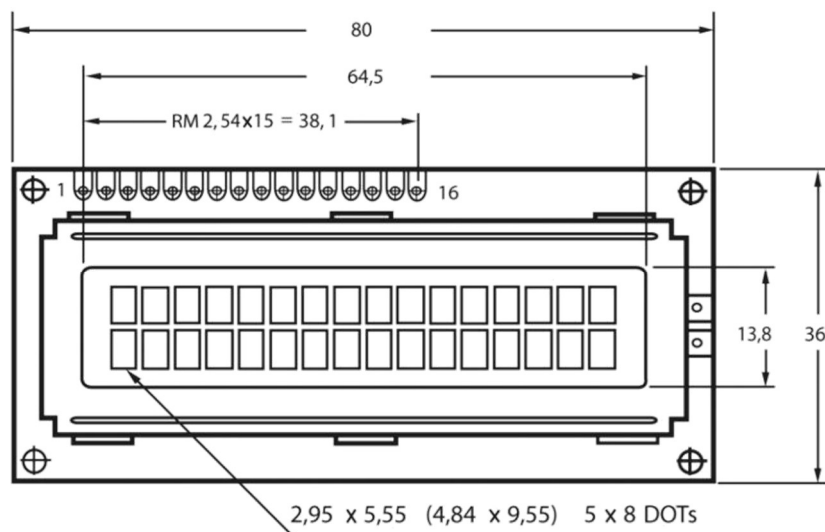


Рисунок. 4.2 – Габаритные размеры LCD1602

## **5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

### **5.1. Требования к программе**

Согласно указанным ранее требованиям к разрабатываемому микропроцессорному устройству, необходимо реализовать следующие режимы работы: отображение на дисплее температуры, влажности. Также программа должна периодически опрашивать датчик влажности и температуры и информировать пользователя о критических показаниях при помощи свето-шумовой индикации (2 динамика раздают звук сирен, а 3 светодиода зрительно дают понять какая ситуация конкретно происходит в данный момент времени, включение желтого светодиода означает высокую влажность, мигание красным и синим светодиодами и включение вентиляторной системы охлаждения означают высокую температуру внутри цеха термообработки), а также выводить показания на экран. Также следует обеспечить возможность принудительного выключения сигнализации и охлаждения при помощи потенциометра (в зависимости от угла поворота – включать/выключать сигнализацию и охлаждение).

### **5.2. Блок-схема алгоритма**

Схема программы представлена в приложении Д.

Вначале алгоритма происходит инициализация всех компонентов устройства (блок 2-4). На этом этапе алгоритма происходит выделение памяти для переменных, инициализация экземпляров классов, каждому компоненту выделяются уникальные порты микроконтроллера, посредством которых будет происходить обмен данными.

В блоке 5 проверяется, проверяется подключение источника питания. Если питание подано, то переходим к блоку 6. Иначе переходим к блоку 17. В блоке 6 выполняется очередное снятие показаний с датчика температуры и влажности. В блоке 7 выполняется проверка уровня влажности и если он выше 70%, то переходим к блоку 9 (включение желтого светодиода), иначе к блоку 8 (выключаем желтый светодиод) .

В блоке 10 проверяется состояние температуры в цеху, и если она выше нормы, (в данном курсовом проекте для демонстрации была выбрана критическая температура 24 градусов Цельсия) и уровень угла поворота потенциометра равен 25%, то переходим к блоку 11 (включение вентилятора) и включению свето-шумовой сигнализации – блок 12, в противном случае к выключению – блок 13 и 14 для выполнения обратных операций блоков 11 и 12 (выключения всего). Далее переходим к блоку 15 , где производим вывод снятых показаний на LCD 1602 дисплей. Далее переходим к блоку 16 для выполнения задержки между повтором цикла и переходим к блоку номер 5, цикл замыкается.

### 5.3. Программа управления устройством

Листинг кода программы представлен в приложении Г.

Код предназначен для работы устройства и содержит две основные функции. Внутри листинга кода (Приложение Г) имеется подробное построчное описание в виде комментариев к коду, но всё же стоит выделить такие важные функции как `void loop()` и `void setup()`, соответственно вечный цикл для работы устройства и инициализация(предустановка) данных описывающих некоторые порты/устройства. В функции `void setup()` (строки 22-31) производится инициализация портов ввода-вывода. В строках 18-19 вызывается функция, которая инициализирует параметры для работы с LCD дисплеем. В строках 47-49 вызывается функция, которая инициализирует параметры для работы с датчиком температуры и влажности. В строках 141-151 выполняется вывод снятых показаний на дисплей. В строке 53 вызывается функция, которая воспроизводит звуковой сигнал. В строке 113 производится задержка на 100 миллисекунд. В строке 139 вызывается функция очищения LCD дисплея.

## 6 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

### 6.1 Описание работы устройства

Для измерения параметров микроклимата в проекте используется цифровой датчик температуры и влажности — DHT11. Сигналы с датчиков поступают на Arduino UNO, основанную на микроконтроллере ATmega328P.

Микроконтроллер анализирует пришедший на вход PD2 сигнал, производит необходимое форматирование и отправляет сигналы на информационные входы PC4 и PC5. В соответствии с пришедшей информацией, будет производиться световая-индикация при помощи пьезо-динамиков и светодиодов разных цветов (в зависимости от степени поворота вала потенциометра вокруг оси, если повернут на 25% и больше вправо, то световая-индикация (сигнализация) будет активна – попеременное мигание синим и красным светодиодами, звук сирены на обоих пьезодинамиках, а также включение охлаждающего устройства (вентилятора), в противном случае будет отключена) при этом на дисплее будет в реальном времени обновляться и отображаться температура и влажность (вне зависимости от активности сигнализации) в следующем формате:

Temperature: X°C

Humidity: Y%

Полный код программы с комментариями представлен в приложении Г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данного курсового проекта было разработано устройство измерения температуры и влажности с возможностью мониторинга значений через дисплей а также возможностью подачи определенного набора свето-шумовых сигналов в зависимости от снятых с датчика показаний.

Недостатки устройства:

1. Использование датчика DHT11 с относительно большой погрешностью (однако есть возможность использования более точного и в то же время дорогого варианта датчика — DHT22).

Достоинства устройства:

1. Доступность элементной базы
2. Простота и дешевизна проекта.
3. Возможность дальнейшего расширения функционала устройства.

В дальнейшем возможно модифицировать программную часть и использовать устройство в качестве постоянной системы сбора и хранения статистических данных о параметрах среды помещения. Также есть возможность расширения функционала устройства посредством подключения дополнительных модулей и последующей модификации программного обеспечения.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Спецификация датчика DHT11 [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <http://robocraft.ru/files/datasheet/DHT11.pdf>
- [2] Онлайн-магазин “Чип Дип”. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.chipdip.by/>
- [3] Спецификация дисплея LCD 2004. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/983151/ELECHOUSE/LCD2004/1>
- [4] Спецификация микроконтроллера ATmega328P. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: [http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P\\_Datasheet.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf)
- [5] Спецификация контроллера шины I2C. [Электронный ресурс]ю — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/PCF8584.pdf>
- [6] Спецификация Arduino UNO. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>
- [7] Пример подключения и работы с датчиком температуры и влажности DHT11. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://create.arduino.cc/projecthub/pibots555/how-to-connect-dht11-sensor-with-arduino-uno-f4d239>
- [8] Глецевич, И. И. Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети» всех форм обучения. / И. И. Глецевич, В. А. Прытков, А. В. Отвагин. — Минск: БГУИР, 2009.
- [9] Сайт Паяльник [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <http://cxem.net>
- [10] Онлайн-магазин “EasyCraft.by”. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://easycraft.by/>
- [11] Онлайн-приложение для генерации электронных схем. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.circuito.io/>
- [12] Пример работы с I2C LCD дисплеем 16x2 на базе Arduino UNO. <https://www.instructables.com/How-to-Connect-I2C-Lcd-Display-to-Arduino-Uno/>
- [13] Arduino IDE — интегрированная среда разработки для Windows, MacOS и Linux, разработанная на Си и C ++, предназначенная для создания и загрузки программ на Arduino-совместимые платы, а также на платы других производителей [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/software>



- [14] Документация библиотеки Wire для работы с I2C устройствами. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/reference/wire>
- [15] Документация библиотеки LiquidCrystal I2C для работы с I2C дисплеем. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/liquidcrystal-i2c/>
- [16] Спецификация пьезодинамика PIEZO-PKM22EPPH4001-BO [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/PIEZO-PKM22EPPH4001-BO.pdf>
- [17] Спецификация потенциометра ACP-MCA-14073 [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: [https://www.arduino.cc/documents/datasheets/ACP\\_potentiometers.pdf](https://www.arduino.cc/documents/datasheets/ACP_potentiometers.pdf)
- [18] Спецификация красного светодиода LEDR-L-7113ID [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LEDR-L-7113ID-12V%28Ver1287713938.7%29.pdf>
- [19] Спецификация синего светодиода LEDB-L-53MBDL [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LEDB-L-53MBDL.pdf>
- [20] Спецификация желтого светодиода LEDY-L-7113YT [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LEDY-L-7113YT.pdf>
- [21] Спецификация мотора-редуктора DCmotor6\_9V [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: [https://www.arduino.cc/documents/datasheets/DCmotor6\\_9V.pdf](https://www.arduino.cc/documents/datasheets/DCmotor6_9V.pdf)

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(обязательное)**  
Структурная схема

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**(обязательное)**  
Функциональная схема

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**(обязательное)**  
Принципиальная схема

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(не обязательное)

### Программный код

```
1  #include "DHT.h" //Подключаем библиотеку для работы с датчиком DHT11
2  #include "Wire.h" //Подключаем библиотеку для работы с I2C
3  #include "LiquidCrystal_I2C.h" //Подключаем библиотеки для работы с LCD
4  дисплеем
5
6  #define DHTPIN 2 //Задаем PIN для подключения датчика DHT11
7  #define LED 9 //Задаем PIN который выдает ШИМ-сигнал
8  #define MOTOR 6 //Задаем PIN для подключения мотора-редуктора
9  #define PEZO 13 //Задаем PIN для подключения 1-го динамика (пищалки)
10 #define PIN_POT A0 //Задаем аналоговый PIN для подключения потенциометра
11 #define HIGH_HUM_LED 3 //Задаем PIN для подключения светодиода
12 сигнализирующего о высоком уровне влажности
13 #define SEC_LED 5 //Задаем PIN для подключения доп светодиода синего цвета
14 #define PEZO2 10 //Задаем PIN для подключения второго пьезодинамика
15 #define CONDITION(x,part) (x>=1024/part) //специальная макрос-функция
16 для определения % поворота вала потенциометра
17
18 DHT dht(DHTPIN, DHT11); //Инициализируем датчик DHT11
19 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //Инициализируем LCD дисплей
20
21
22 void setup() {
23     pinMode(LED, OUTPUT) //Настраиваем PIN LED как выход
24     pinMode(MOTOR, OUTPUT); //Настраиваем PIN MOTOR как выход
25     pinMode(PIN_POT, INPUT); //Пин с переменным резистором является
26     входом
27     dht.begin(); //Включаем датчик температуры и влажности
28     Serial.begin(9600); //устанавливаем скорость для Serial-monitor
29     для дебага по ком-порту
30     lcd.init(); //Включаем LCD дисплей
31     lcd.backlight(); //устанавливаем фон
32 }
33 /*установка на второй светодиод уровня ШИМ 255*/
34 void secLedOn() {
35     analogWrite(SEC_LED, 255);
36 }
37
38 void secLedOff() {
39     digitalWrite(SEC_LED, LOW);
40 }
41
42
43 void buzzON() {
44     //повышение звука сирены
45     secLedOn();
```

```

46     for (int hz = 440; hz < 1000; hz++) {
47         /*Проверка на включенность сигнализации*/
48         if (!CONDITION(analogRead(PIN_POT), 4))
49         {
50             buzzOFF();
51             return;
52         }
53         tone(PEZO, hz, 50); //частота динамика hz, 50мс
54         analogWrite(PEZO2, 50);
55         tone(PEZO2, 1440 - hz, 50);
56         /*меняем состояние светодиодов*/
57         if (hz == 1440 / 2) {
58             secLedOff();
59             ledOn();
60         }
61         delay(2);
62     }
63     noTone(PEZO);
64     noTone(PEZO2);
65     ledOff();
66     secLedOn();
67     //понижение звука сирены
68     for (int hz = 1000; hz > 440; hz--) {
69         /*Проверка на включенность сигнализации*/
70         if (!CONDITION(analogRead(PIN_POT), 4))
71         {
72             buzzOFF();
73             return;
74         }
75         /*меняем состояние светодиодов*/
76         if (hz == 1440 / 2) {
77             secLedOff();
78             ledOn();
79         }
80         tone(PEZO, hz, 50);
81         tone(PEZO2, 1440 - hz, 50);
82         delay(2);
83     }
84     noTone(PEZO);
85     noTone(PEZO2);
86     ledOff();
87 }
88
89 /*Выключение сигнализации*/
90 void buzzOFF() {
91     secLedOff();
92     ledOff();
93     noTone(PEZO);
94     noTone(PEZO2);
95 }
96
97 void ledOn() {

```

```

98         digitalWrite(LED, HIGH);
99     }
100
101     void ledOff() {
102         digitalWrite(LED, LOW);
103     }
104
105     void fanON() {
106         digitalWrite(MOTOR, HIGH);
107     }
108
109     void fanOFF() {
110         digitalWrite(MOTOR, LOW);
111     }
112
113     void loop() {
114         delay(100);
115         int rotat = analogRead(PIN_POT); //считываем показание с
116         потенциометра (угол поворота)
117         analogWrite(LED, 255); //Устанавливаем значение ШИМ 255 на синем
118         светодиоде
119         float h = dht.readHumidity(); //Считываем значение влажности
120         float t = dht.readTemperature(); //Считываем значение температуры
121         /*При высоком уровне влажности включаем желтый светодиод*/
122         if (h >= 70.00) {
123             analogWrite(HIGH_HUM_LED, 255);
124         }
125         /*иначе*/
126         else {
127             digitalWrite(HIGH_HUM_LED, LOW); //выключаем светодиод
128         }
129
130         /*При высокой температуре и включенной сигнализации*/
131         if (t >= 24.0 && CONDITION(rotat, 4)) {
132             fanON(); //включаем вентилятор
133             buzzON(); //включаем сигнализацию
134         }
135         /*иначе*/
136         else {
137             buzzOFF();
138             fanOFF();
139         }
140         lcd.setCursor(0, 0); //Устанавливаем курсор в нулевую позицию верхней
141         строки
142         lcd.print("Temp: ");
143         /*Отображаем значение температуры*/
144         lcd.print(t);
145         lcd.print((char)223); //знак градуса °
146         lcd.print("C");
147
148         lcd.setCursor(0, 1); //Помещаем курсор в нулевую позицию нижней

```

```
149      строки
150      lcd.print("Humidity: "); //Отображаем значение влажности
151      lcd.print(h);
152      lcd.print("%");
153
154 }
```



**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
**(не обязательное)**

Блок-схема алгоритма

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
**(обязательное)**  
Ведомость документов

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**  
**(обязательное)**  
Перечень элементов