/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 01 125 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°С.

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](#_bookmark0)

[ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 4](#_bookmark1)

[РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ 5](#_bookmark2)

[РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ 6](#_bookmark3)

[РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ 13](#_bookmark4)

[РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 14](#_bookmark5)

[ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА 16](#_bookmark6)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 17](#_bookmark7)

[СПИСОК ИСТОЧНИКОВ 18](#_bookmark8)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 20](#_bookmark9)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 21](#_bookmark10)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 22](#_bookmark11)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 23](#_bookmark12)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 23](#_bookmark12)

# 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.

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.

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

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

**1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Цель курсового проекта, как было отмечено в введении, – разработка микропроцессорного устройства технического зрения. В возможности которого входит распознавание лица человека, отдельных личностей, определение расстояния до объектов.

**1.1 Обзор аналогов**

Задачей данного курсового проекта является разработка устройства контроля параметров цеха термообработки изделий помещения при помощи датчиков температуры и влажности. В данном направлении существует большое количество различных ресурсов: книги, видеоролики, статьи и др. Приведем краткое описание тех, что были использованы при разработке данного курсового проекта.

Так как в проекте используются датчик температуры и влажности, а также дисплей для непосредственно мониторинга параметров, нам нужно знать технические характеристики этих устройств.

Технические характеристики датчика представлены в спецификации [1]. Технические характеристики дисплея представлены в спецификации [3]. Технические характеристики пьезодинамика представлены в спецификации [16]. Технические характеристики потенциометра и мотора-редуктора представлены соответственно в спецификации [17] и [21]. Технические характеристики красного, синего и желтого светодиодов представленны соответственно в спецификациях [18], [19], [20]. В них представлены их характеристики, диапазоны работы, примеры схем включения и обозначение их функциональных пинов (выводов).

В источнике [7] описывается пример работы с датчиком температуры и влажности.

В источнике [12] продемонстрировано подключение и пример программной реализации простого проекта на базе I2C LCD дисплея 16х2 (в проекте использовался дисплей 20х4, однако принцип работы в программной части остался тем же).

Важным элементом проекта является плата Arduino UNO на базе микроконтроллера Atmel ATmega328P. Спецификация данного микроконтроллера [4] содержит в себе все технические характеристики данного микроконтроллера, рассмотрены все пины микроконтроллера, его аналого-цифровой преобразователь.

Источник [11] — ресурс для быстрого проектирования устройств на базе различных электронных компонентов (в том числе и на базе Arduino).

Источник [9] — форум, посвященный радиоэлектронике. На

данном ресурсе можно найти большое количество схем, статей, программ для радиоэлектроники.

При создании программного обеспечения для устройства было использовано Arduino IDE [13]. Также при создании программного обеспечения потребовалось изучение дополнительных библиотек [14..15], которые упрощают работу с блоками устройства.

Курсовой проект должен быть оформлен согласно специальным требования и ГОСТу. Информация по оформлению курсового проекта представлена в источнике [8].

**1.2 Обзор микроконтроллеров**

Микроконтроллер выбирался среди основных моделей производителя Arduino.

Таблица 1.1 – Сравнение микроконтроллеров

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр / Микроконтроллер | Arduino  UNO | Arduino  Leonardo | Arduino  Nano | Arduino  Mega | Arduino  Due |
| Цифровые входы/выходы | 14 | 20 | 14 | 54 | 54 |
| Аналоговые входы/выходы | 6 | 12 | 8 | 16 | 12 |
| Максимальный ток с пина (мА) | 40 | 40 | 40 | 40 | 800 |
| Флэш-память (КБ) | 32 | 32 | 32 | 256 | 512 |
| Рабочее напряжение | 5 | 5 | 5 | 5 | 3,3 |
| ОЗУ (КБ) | 2 | 2,5 | 2 | 8 | 96 |

Вспомогательным ресурсом при выборе микроконтроллера Arduino являлся источник [2].

Для погружения в работу, изучения основ программирования и сборки схем на базе микроконтроллера Arduino использовались ресурсы [3] и [4]. Для более подробной и точной информации об особенностях и характеристиках микроконтроллера использовался официальный сайт Arduino [5].

Таблица 1.2 – Описание микроконтроллера ESP32-CAM

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр / Микроконтроллер | ESP32-CAM |
| Процессор | 32-х битный, частота 160-240 МГц |
| Объем RAM (КБ) | 520 |
| Поддержка Wi-Fi | Да |
| Флэш-память (КБ) | 448 |
| Внешняя флэш-память (МБ) | 4 |
| Рабочее напряжение (В) | 5 |
| Поддержка Bluetooth | Да |
| Поддержка SD-карты | Да |
| Камера | OV2640 |
| GPIO («порты общего назначения») | 9 |

**1.3 Обзор датчиков**

Датчик — элемент измерительного устройства, воспринимающий измеряемый параметр (температуру, давление, мощность, расход, перемещение, влажность, скорость и др.) и вырабатывающий соответствующий сигнал, удобный для регистрации, передачи, хранения и воздействия на управляемые процессы.

Основным датчиком в курсовом проекте является камера. Выбор происходил между двумя камерами: OV2640 и OV7670. Характеристики и параметры данных камер представлены в таблице 1.3. Информация получена из источников [6] и [7].

Таблица 1.3 – Сравнение камер

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр / Камера | OV2640 | OV7670 |
| Разрешение | 1600x1200 (UXGA) | 640х480 (VGA) |
| Размер матрицы | 1/4'' | 1/6'' |
| Напряжение питания (В) | 3,3 | 3,3 |
| Ток потребления (мА) | 100 | 20 |
| Количество кадров в секунду (FPS) | 15-60 | 30 |

Датчик расстояния служит для измерения дистанции до объектов. При разработке проекта, выбор был между датчиками, приведенными в таблице 1.4. Параметры датчиков взяты из источников [8], [9], [10].

Таблица 1.4 – Сравнение датчиков расстояния

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр / Датчик расстояния | HC-SR04 | Sharp A02YK0 | VL53L0X (Laser) |
| Диапазон расстояний (см) | 2-450 | 20-150 | 0-200 |
| Напряжение питания (В) | 5 | 4,5-5,5 | 3,3-5,5 |
| Ток потребления (мА) | 15 | 30 | 10 |

**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) Датчик 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, 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.

# РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

В данном разделе подробно описываются датчики (датчик температуры влажности), дисплей, светодиод, пьезодинамик, мотор-редуктор, I2C модуль для дисплея и микроконтроллер, используемые при разработке проекта.

Функциональная схема представлена в приложении Б.

# ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

Основной принцип работы температурных датчиков в системах автоматического управления – преобразование температуры в электрическое значение. Принцип действия устройства основан на термоэлектрическом эффекте: если в замкнутом контуре из двух полупроводников или проводников места спаев (контактов) имеют разную температуру, то в нем возникает электрический ток. Чем больше температура измеряемой среды отличается от температуры воздуха, тем больший электрический ток возникает.

В ходе изучения темы стало понятно, что одними из самых популярных датчиков измерения температуры и влажности при разработке подобного вида устройств являются датчики серии DHT. В семействе DHT выделяют три самых распространенных датчика: DHT11, DHT22 и DHT21. Если речь идёт о несложном проекте, который не требует высокой точности измерения, то эта серия датчиков является одной из самых доступных.

В качестве датчика температуры и влажности был взят цифровой датчик влажности и температуры DHT11. Это довольно дешёвый и в то же время точный прибор для измерения вышеупомянутых параметров микроклимата. Стоит упомянуть, что данный датчик полностью взаимозаменяем со своей старшей моделью. Это является несомненным плюсом при возникновении каких-либо неполадок с уже установленным датчиком.

Он состоит из термистора и емкостного датчика влажности. Цифровой сигнал, исходящий от чипа, находящегося внутри датчика, позволяет считывать температуру и влажность воздуха

Для преобразования сигнала в цифровой, датчик содержит в себе АЦП для преобразования аналоговых значений влажности и температуры для дальнейшей работы с ними.

Таблица 3.1 — Технические характеристики датчика DHT11

|  |  |
| --- | --- |
| Рабочее напряжение | От 3 до 5 В |
| Диапазон измерения влажности | 20-80% / 5% |
| Погрешность измерения влажности | ~5% |
| Диапазон измерения температуры | 0-50ºC |
| Погрешность измерения температуры | ± 2ºC |
| Частота | 1 Гц (чтение каждую секунду) |

Температура в датчике измеряется с помощью NTC термистора, который меняет свое сопротивление в зависимости от температуры. «NTC» (Negative Temperature Coefficient) означает то, что с ростом температуры сопротивление уменьшается.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.1 — Температурная характеристика термистора |

Влажность в датчике измеряется с помощью емкостного датчика влажности. Емкостные датчики влажности характеризуются низким температурным коэффициентом, возможностью работы на высоких температурах (вплоть до 200°С), возможностью полного восстановления от попадания конденсата и умеренной стойкостью к химическим испарениям. Время отклика датчиков составляет от 30 до 60 с для шага изменения влажности в 63%.

Применяемый АЦП — SOIC14. Эта микросхема измеряет и обрабатывает аналоговый сигнал с сохраненными калибровочными коэффициентами, выполняет аналого-цифровое преобразование и выдает цифровой сигнал о температуре и влажности.

Типичная схема подключения датчика представлена на рис. 3.2.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.2 — Схема подключения датчика DHT11 |

# I2C LCD-ДИСПЛЕЙ 2004

Для удобного контроля статистических данных необходим удобный пользователю интерфейс. Это может быть сигнальный диод, дисплей или же программный интерфейс для ПК. Ввиду того, что разрабатываемое устройство претендует на работу вне конкретного помещения, в качестве удобного способа контроля параметров среды я выбрал дисплей с разрешением 20x4.

На дисплее имеется ряд контактов, с помощью которых можно взаимодействовать с ним. Можно взаимодействовать как напрямую, так и с использованием внешнего I2C контроллера. Для удобства в разработке было принято решение использовать именно его.

I2C (Inter-Integrated Circuit) — последовательная асимметричная шина для связи между интегральными схемами в электронных приборах.

I²C 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. В используемой в курсовом проекте схеме используется напряжение +5 В с платы Arduino UNO.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.3 — Пример схемы подключения I2C устройств |

Передача данных по шине I2C состоит из Стартовой посылки, битов и стоповой посылки. 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 master или slave выставляют бит на SDA после чего SCL отпускается и master/slave считывают бит.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.4 — Диаграмма тактирования I2C |

Также в таблице 3.2 представлено обозначение пинов на контроллере I2C. Таблица 3.2 — Функции контроллера контактного интерфейса I2C

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер пина | Обозначение | Функция пина |
| 1 | VSS | Земля |
| 2 | VDD | Питание |
| 3 | VO | Регулятор контрастности |
| 4 | RS | Сигнал выбора данных/инструкции |
| 5 | R/W | Сигнал чтения/записи |
| 6 | E | Сигнал включения |
| 7~14 | DB0~DB7 | Шина данных |
| 15 | A | Подсветка + |
| 16 | K | Подсветка - |

# ATmega328P

Данные, полученные в ходе измерения датчиками, следует проанализировать на правильность и в дальнейшем вывести на дисплей. Для этого было решено использовать микроконтроллер, т.к. это относительно дешевый и простой вариант для обработки данных.

Для курсового проекта было принято решение использовать плату Arduino UNO, основанную на микроконтроллере ATmega328P.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.5 — Условное графическое обозначение МК ATmega328P |

Основное преимущество ATmega328P — наличие встроенного аналого- цифрового преобразователя, что позволило упростить схему. На базе ATmega328P существует плата Arduino UNO, которая и была использована в проекте.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.6 — Схема подключения датчика и I2C дисплея к Arduino UNO на макетной плате . |

# Потенциометр (подстроечный резисотр)

Потенциометр в данном курсовом проекте необходим для управления включением/выключением светошумовой индикации посредством поворота вала вокруг его оси.

|  |
| --- |
| Подключение потенциометра Ардуино на конкретных примерах |
| Рисунок 3.7 — Вариант подключения потенциометра (подстроечного резистора) к Arduino |

# Пьезодинамик (пищалка) PIEZO-PKM22EPPH4001-BO

Пьезодинамик в данном курсовом проекте необходим для светошумовой индикации (сигнализации) путем подачи звукового сигнала заданного частотным шаблоном (в коде).

В данном курсовом проекте используется два одинаковых пьезодинамика для имитации звука сирены (например звук с машины оперативного назначения).

|  |
| --- |
| Пищалка Ардуино - как подключить к Arduino активный и пассивный модуль |
| Рисунок 3.8 — Схема подключения пьезодинамика (пищалки) к Arduino |

# LED светодиод

Светодиоды в данном курсовом проекте необходимы для светошумовой индикации (сигнализации) путем мигания своим цветом (желтым, синим, красным) с определенным уровнем ШИМа (уровень яркости) заданным в коде.

В данном курсовом проекте используется 4 сетодиода (2 синих, 1 красный, и 1 желтый) для мигания и световой индикации привязанной к определенной температуре с датчика DHT.

|  |
| --- |
| Затухающий светодиод с использованием ШИМ выхода Arduino||Arduino-diy.com |
| Рисунок 3.9 — Схема подключения светодиода к Arduino |

# РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Принципиальная схема — схема, служащая для передачи с помощью условных графических знаков связей между элементами

электрического устройства.

Принципиальная схема представлена в приложении В.

# 4.1 Микроконтроллер

На рисунке 4.1 представлена принципиальная схема микроконтроллера ATmega328P.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4.1 — Принципиальная схема микроконтроллера ATmega328P. |

Информация о характеристиках микроконтроллера представлена в спецификации [4].

На цифровой вход PD2 поступает информация о температуре и

влажности. Эта информация обрабатывается и посылается на выходы PC4 и PC5, которые соединены с дисплеем.

На входы VCC подается напряжение 5В — напряжение источника питания.

Соответствующие выходы с дисплея и датчика подключаются на землю — GND.

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Для работы устройства необходимо разработать программное обеспечение, которое будет управлять элементами устройства и

обрабатывать их данные в соответствии с поставленной задачей. В ходе изучения принципов разработки программного обеспечения для подобных устройств, стало понятно, что без сторонних библиотек не обойтись. Для

взаимодействия с датчиком было принято решение использовать библиотеку DHT. Для взаимодействия с I2C дисплеем было принято решение использовать библиотеку LiquidCrystal I2C. Эти библиотеки позволили просто и удобно работать с устройствами.

Детальное разъяснение программного кода представлено ниже.

Сначала необходимо подключить вышеупомянутые библиотеки.

#include "DHT.h"

#include "Wire.h"

#include "LiquidCrystal\_I2C.h"

Устанавливаем соответствующие макросы для пинов.

#define DHTPIN 2

#define LED 9

#define MOTOR 6

#define PEZO 13

#define PIN\_POT A0

#define HIGH\_HUM\_LED 3

#define SEC\_LED 5

#define PEZO2 10

#define CONDITION(x,part) (x>=1024/part)

Далее инициализируем переменные для работы с датчиком и дисплеем.

DHT dht(DHTPIN, DHT11);

LiquidCrystal\_I2C lcd(0x27,16,2);

В Arduino точка входа программы — функция setup(). Поэтому инициализируем в ней считывание данных с датчика и дисплей.

void setup() {

pinMode(LED, OUTPUT); //Настраиваем PIN LED как выход

pinMode(MOTOR,OUTPUT);

pinMode(FLAME, INPUT);

pinMode(PIN\_POT, INPUT);

dht.begin(); //Включаем датчик температуры и влажности

Serial.begin(9600);

lcd.init(); //Включаем LCD дисплей

lcd.backlight();

}

В ходе работы программы постоянно вызывается функция loop(), где происходит непосредственно считывание и вывод данных на дисплей.

void loop() {

//int f = analogRead(FOTO); //Считываем значение с датчика освещенности

//LD=light(f);

int flame = analogRead(FLAME);

Serial.println(flame);

if(flame>600){

/\*tone(PEZO, 50, 500);

delay(4);

buzzOFF();\*/

}

delay(100);

int rotat = analogRead(PIN\_POT);

analogWrite(LED, LD); //Устанавливаем значение ШИМ

float h=dht.readHumidity(); //Считываем значение влажности

float t=dht.readTemperature(); //Считываем значение температуры

if(h>=70.00){

analogWrite(HIGH\_HUM\_LED, 255);

}

else{

digitalWrite(HIGH\_HUM\_LED, LOW);

}

if(t>=24.0){

if(CONDITION(rotat,4)){

fanON();

buzzON();

}

else{

fanOFF(); //выключаем вентилятор

buzzOFF();//выключаем сирену

}

}

else{

buzzOFF();

fanOFF();

}

lcd.setCursor(0,0); //Устанавливаем курсор в нулевую позицию верхней строки

lcd.print("Temp: "); //Отображаем значение температуры

lcd.print(t);

lcd.print((char)223);

lcd.print("C");

lcd.setCursor(0,1); //Помещаем курсор в нулевую позицию нижней строки

lcd.print("Humidity: "); //Отображаем значение влажности

lcd.print(h);

lcd.print("%");

}

Полный код программы с комментариями представлен в приложении Г.

# ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

В данном курсовом проекте было разработано устройство контроля параметров цеха термообработки изделий. Система использует влажность и температуру в качестве измеряемых параметров.

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 светошумовая-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 светошумовая-индикация (сигнализация) будет активна – попеременное мигание синим и красным светодиодами, звук сирены на обоих пьезодинамиках, а также включение охлаждающего устройства (вентилятора), в протовном 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%

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данного курсового проекты 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-](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf)

[Automotive-Microcontrollers-ATmega328P\_Datasheet.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf)

1. Спецификация контроллера шины I2C. [Электронный ресурс]ю — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/PCF8584.pdf>
2. Спецификация Arduino UNO. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>
3. 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-](https://create.arduino.cc/projecthub/pibots555/how-to-connect-dht11-sensor-with-arduino-uno-f4d239) [dht11-sensor-with-arduino-uno-f4d239](https://create.arduino.cc/projecthub/pibots555/how-to-connect-dht11-sensor-with-arduino-uno-f4d239)
4. 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.

1. Сайт Паяльник [Электронный ресурс]. — Электронные данные. —

Режим доступа: [http://cxem.net](http://cxem.net/)

1. Онлайн-магазин “EasyCraft.by”. [Электронный ресурс]. —

Электронные данные. — Режим доступа: <https://easycraft.by/>

1. Онлайн-приложение для генерации электронных схем. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.circuito.io/>
2. Пример работы с I2C LCD дисплеем 16х2 на базе Arduino UNO. https://[www.instructables.com/How-to-Connect-I2C-Lcd-Display-to-](http://www.instructables.com/How-to-Connect-I2C-Lcd-Display-to-)

Arduino-Uno/

1. 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>

1. Документация библиотеки Wire для работы с I2C устройствами. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/reference/wire>
2. Документация библиотеки LiquidCrystal I2C для работы с I2C дисплеем. [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: https://[www.arduino.cc/reference/en/libraries/liquidcrystal-i2c/](http://www.arduino.cc/reference/en/libraries/liquidcrystal-i2c/)
3. Спецификация пьезодинамика PIEZO-PKM22EPPH4001-BO [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/PIEZO-PKM22EPPH4001-BO.pdf>
4. Спецификация потенциометра ACP-MCA-14073 [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/ACP_potentiometers.pdf>
5. 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>
6. Спецификация синего светодиода LEDB-L-53MBDL [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LEDB-L-53MBDL.pdf>
7. Спецификация желтого светодиода LEDY-L-7113YT [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LEDY-L-7113YT.pdf>
8. Спецификация мотора-редуктора DCmotor6\_9V [Электронный ресурс]. — Электронные данные. — Режим доступа: <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

#include "DHT.h" //Подключаем библиотеку для работы с датчиком DHT11

#include "Wire.h" //Подключаем библиотеку для работы с I2C

#include "LiquidCrystal\_I2C.h" //Подключаем библиотеки для работы с LCD дисплеем

#define DHTPIN 2 //Задаем PIN для подключения датчика DHT11

#define LED 9 //Задаем PIN который выдает ШИМ-сигнал

#define MOTOR 6 //Задаем PIN для подключения мотора-редуктора

#define PEZO 13 //Задаем PIN для подключения 1-го динамика (пищалки)

#define PIN\_POT A0 //Задаем аналоговый PIN для подключения потенциометра

#define HIGH\_HUM\_LED 3 //Задаем PIN для подключения светодиода сингнализирующего о высоком уровне влажности

#define SEC\_LED 5 //Задаем PIN для подключения доп светодиода синего цвета

#define PEZO2 10 //Задаем PIN для подключения второго пьезодинамика

#define CONDITION(x,part) (x>=1024/part) //специальная макрос-функция для опеределения % поворота вала потенциометра

DHT dht(DHTPIN, DHT11); //Инициализируем датчик DHT11

LiquidCrystal\_I2C lcd(0x27, 16, 2); //Инициализируем LCD дисплей

void setup() {

pinMode(LED, OUTPUT) //Настраиваем PIN LED как выход

pinMode(MOTOR, OUTPUT); //Настраиваем PIN MOTOR как выход

pinMode(PIN\_POT, INPUT); //Пин с переменным резистором является входом

dht.begin(); //Включаем датчик температуры и влажности

Serial.begin(9600); //устанавливаем скорость для Serial-monitor для дебага по ком-порту

lcd.init(); //Включаем LCD дисплей

lcd.backlight(); //устанавливаем фон

}

/\*установка на второй светодиод уровня ШИМ 255\*/

void secLedOn() {

analogWrite(SEC\_LED, 255);

}

void secLedOff() {

digitalWrite(SEC\_LED, LOW);

}

void buzzON() {

//повышение звука сирены

secLedOn();

for (int hz = 440; hz < 1000; hz++) {

/\*Проверка на включенность сигнализации\*/

if (!CONDITION(analogRead(PIN\_POT), 4))

{

buzzOFF();

return;

}

tone(PEZO, hz, 50);//частота динамика hz, 50мс

analogWrite(PEZO2, 50);

tone(PEZO2, 1440 - hz, 50);

/\*меняем состояние светодиодов\*/

if (hz == 1440 / 2) {

secLedOff();

ledOn();

}

delay(2);

}

noTone(PEZO);

noTone(PEZO2);

ledOff();

secLedOn();

//понижение звука сирены

for (int hz = 1000; hz > 440; hz--) {

/\*Проверка на включенность сигнализации\*/

if (!CONDITION(analogRead(PIN\_POT), 4))

{

buzzOFF();

return;

}

/\*меняем состояние светодиодов\*/

if (hz == 1440 / 2) {

secLedOff();

ledOn();

}

tone(PEZO, hz, 50);

tone(PEZO2, 1440 - hz, 50);

delay(2);

}

noTone(PEZO);

noTone(PEZO2);

ledOff();

}

/\*Выключение сигнализации\*/

void buzzOFF() {

secLedOff();

ledOff();

noTone(PEZO);

noTone(PEZO2);

}

void ledOn() {

digitalWrite(LED, HIGH);

}

void ledOff() {

digitalWrite(LED, LOW);

}

void fanON() {

digitalWrite(MOTOR, HIGH);

}

void fanOFF() {

digitalWrite(MOTOR, LOW);

}

void loop() {

delay(100);

int rotat = analogRead(PIN\_POT);//считываем показание с потенциометра(угол поворота)

analogWrite(LED, 255); //Устанавливаем значение ШИМ 255 на синем светодиоде

float h = dht.readHumidity(); //Считываем значение влажности

float t = dht.readTemperature(); //Считываем значение температуры

/\*При высоком уровне влажности включаем желтый светодиод\*/

if (h >= 70.00) {

analogWrite(HIGH\_HUM\_LED, 255);

}

/\*иначе\*/

else {

digitalWrite(HIGH\_HUM\_LED, LOW);//выключаем светодиод

}

/\*При высокой температуре и включенной сигнализации\*/

if (t >= 24.0 && CONDITION(rotat, 4)) {

fanON();//включаем вентилятор

buzzON();//включаем сигнализацию

}

/\*иначе\*/

else {

buzzOFF();

fanOFF();

}

lcd.setCursor(0, 0); //Устанавливаем курсор в нулевую позицию верхней строки

lcd.print("Temp: ");

/\*Отображаем значение температуры\*/

lcd.print(t);

lcd.print((char)223);//знак градуса °

lcd.print("C");

lcd.setCursor(0, 1); //Помещаем курсор в нулевую позицию нижней строки

lcd.print("Humidity: "); //Отображаем значение влажности

lcd.print(h);

lcd.print("%");

}

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

**(не обязательное)**

Блок-схема алгоритма