

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	5
1.1. Требования к проектируемому устройству	5
1.2. Микроконтроллеры	5
1.3. Датчики температуры	6
1.4. Датчики освещённости	7
1.5. Датчики утечки жидкости	8
1.6. Дисплеи	9
1.7. Устройства воспроизведения звука	10
2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА	11
2.1. Перечень блоков	11
2.2. Взаимодействие блоков	11
2.3. Разработка структурной схемы устройства	11
3. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА	12
3.1. Микроконтроллер	12
3.2. Датчик температуры	13
3.3 Датчик освещённости	14
3.4. Датчик утечки жидкости	14
3.5. Дисплей	15
3.6. Устройство воспроизведения звука	15
3.7. Разработка системы питания	16
3.8. Разработка функциональной схемы устройства	17
4. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА	18
4.1. Расчёт нагрузки светодиодов	18
4.2. Подключение блоков к микроконтроллеру	18
4.3. Соответствие физических и логических номеров	19
4.4. Разработка принципиальной схемы устройства	19
5. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	20
5.1. Требования к программе	20
5.2. Схема программы	20
5.3. Текст программы	21

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	23
ЛИТЕРАТУРА	25
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	29
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	32

ВВЕДЕНИЕ

Супермаркеты играют важную роль в нашей современной жизни, предоставляя широкий выбор продуктов и товаров для нашего ежедневного потребления.

Для решения задачи контроля параметров микроклимата супермаркета может использоваться микропроцессорное устройство.

Проектируемое устройство позволяет поддерживать оптимальные показатели микроклимата супермаркета с помощью датчиков температуры, освещённости и протечек и фиксировать отклонения от нормальных значений.

Проектируемое устройство должно выполнять ряд задач:

- измерять температуру и выводить информацию на дисплей;
- измерять освещённость помещения и выводить информацию на дисплей;
- проверять объект на отсутствие утечек жидкости;
- сигнализировать о превышении допустимых значений измеряемых параметров посредством светодиодной и звуковой индикации;
- иметь органы управления для переключения отображаемой на дисплее информации.

В состав устройства входят датчики: температуры, влажности, утечки жидкости, микроконтроллер, светодиоды для индикации превышения допустимых пределов измеряемых параметров, ЖКИ-дисплей для отображения информации, органы управления.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Требования к проектируемому устройству

Проектируемое устройство должно выполнять ряд задач:

- измерять температуру и выводить информацию на дисплей;
- измерять освещённость помещения и выводить информацию на дисплей;
- проверять объект на отсутствие утечек жидкости;
- сигнализировать о превышении допустимых значений измеряемых параметров посредством светодиодной и звуковой индикации;
- иметь органы управления для переключения отображаемой на дисплее информации.

1.2. Микроконтроллеры

Микроконтроллер - это специальная микросхема, предназначенная для управления различными электронными устройствами.

Существует огромное разнообразие плат с разными микроконтроллерами. Все они отличаются размерами, параметрами, предустановленными интерфейсами и выполняемыми задачами.

Среди микроконтроллеров доступных на рынке были рассмотрены контроллеры ATmega328, ARM Cortex-M4 и RP2040.

ATmega328 - микроконтроллер, производимый компанией Microchip Technology. Он обладает большим набором функций, включая аналогово-цифровые преобразователи, таймеры и интерфейсы коммуникации. ATmega328 широко используется в различных электронных устройствах, таких как Arduino Uno, благодаря своей надежности и простоте в использовании.

ARM Cortex-M4 - микроконтроллер, разработанный компанией ARM Holdings. Он отличается высокой производительностью и энергоэффективностью, что делает его идеальным для применения в мобильных устройствах, автомобильной электронике и промышленных системах управления. ARM Cortex-M4 также обладает расширенными возможностями по обработке сигналов и цифровой обработке сигналов.

RP2040 - микроконтроллер, разработанный компанией Raspberry Pi Foundation. Он предлагает высокую производительность и низкое энергопотребление, что делает его отличным выбором для различных проектов интернета вещей, умных устройств и робототехники. RP2040 также имеет два ядра ARM Cortex-M0+ и обширные возможности взаимодействия с периферийными устройствами.

Сравнительные характеристики данных контроллеров представлены в таблице 1.1. Данные для сравнения были получены из источников [1 – 3]

Таблица 1.1 – сравнение микроконтроллеров

Параметр	ATmega328	ARM Cortex-M4	RP2040
Тактовая частота, МГц	16	84	133
ОЗУ, КБ	2	64	264
Flash-память, КБ	32	128	2048
Ток потребления, мА	40	128	140
Поддерживаемые интерфейсы	I2C, SPI, UART, ADC, PWM	I2C, SPI, UART, USB, Ethernet, CAN, ADC, DAC, PWM	I2C, SPI, UART, ADC, PWM
АЦП	6 каналов, 10 бит	16 каналов, 12 бит	3 канала, 12 бит
Система команд	AVR	ARM	ARM

1.3. Датчики температуры

Датчики температуры имеют встроенный термистор для измерения температуры. Они отправляют сигнал, содержащий данные о температуре окружающей среды, который может быть считан микроконтроллером или другим устройством.

Среди датчиков температуры, доступных на рынке были рассмотрены датчики торговых марок Maxim Integrated, Texas Instruments и Adafruit.

Датчик DS18B20 производится компанией Maxim Integrated и имеет следующие достоинства:

- высокая точность измерения температуры ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$);
- цифровой интерфейс, позволяющий подключать несколько датчиков к одному микроконтроллеру;
- широкий диапазон рабочих температур (-55°C до $+125^{\circ}\text{C}$);
- возможность питания от шины данных.

Датчик LM35DZ производится компанией Texas Instruments и имеет следующие достоинства:

- линейная зависимость выходного сигнала от температуры;
- простота подключения и использования;
- высокая точность измерения температуры ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$);
- широкий диапазон рабочих температур (-55°C до $+150^{\circ}\text{C}$).

Датчик DHT22 производится компанией Adafruit и имеет следующие достоинства:

- возможность измерения температуры и влажности воздуха;
- цифровой интерфейс, позволяющий подключать несколько датчиков к одному микроконтроллеру;
- высокая точность измерения температуры ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) и влажности ($\pm 2\%$);
- широкий диапазон рабочих температур (-40°C до $+80^{\circ}\text{C}$);
- возможность питания от шины данных.

Сравнение данных датчиков приведено в таблице 1.2. Данные для сравнения получены из источников [4], [7], [8]

Таблица 1.2 – сравнение датчиков температуры

Параметр	DS18B20	LM35DZ	DHT22
Диапазон измерения температуры, °C	-55...+125	-55...+150	-40...+80
Точность измерения температуры, °C	±1	±3	±0.5
Напряжение питания, В	3.3 — 5	4 — 30	3.3 — 5.5
Максимальный потребляемый ток, мА	2.5	10	2.5
Поддерживаемый интерфейс	I2C	аналоговый	I2C

1.4. Датчики освещённости

Датчики освещённости

Датчики освещенности, такие как фоторезисторы, фотодиоды или оптические датчики, работают на основе изменения своего электрического сопротивления в зависимости от уровня освещенности.

На сегодняшний день можно найти большое количество различных датчиков освещенности. Наиболее распространёнными и подходящими моделями датчиков освещенности являются LM393, GL5549 и ТЕМТ6000.

Датчик LM393 производится компанией Texas Instruments и имеет следующие достоинства:

- высокая чувствительность;
- возможность работы в широком диапазоне напряжений;
- низкое энергопотребление;
- простота подключения и использования;
- возможность использования в различных приложениях, например, в системах безопасности, автоматических дверях, робототехнике и т.д.

Датчик GL5549 производится компанией Vishay и имеет следующие достоинства:

- высокая чувствительность к свету;
- широкий диапазон рабочих температур (-30°C до +70°C);
- простота подключения и использования;
- возможность использования в различных приложениях, например, в системах освещения, автоматических дверях, робототехнике и т.д.

Датчик ТЕМТ6000 производится компанией Vishay и имеет следующие достоинства:

- высокая чувствительность к свету;
- возможность работы в широком диапазоне напряжений;
- низкое энергопотребление;

- простота подключения и использования;
- возможность использования в различных приложениях, например, в системах освещения, автоматических дверях, робототехнике и т.д.

Сравнение данных датчиков приведено в таблице 1.3. Данные для сравнения получены из источников [9], [10], [13]

Таблица 1.3 – сравнение датчиков освещённости

Параметр	LM393	GL5549	ТЕМТ6000
Угол чувствительности, °	±60	±60	±60
Напряжение питания, В	3.3 — 5	3.3 — 5.5	5
Максимальный потребляемый ток, мА	15	15	20
Диапазон измерений, лк	0 - 1000	1 - 2000	1 – 1500
Поддерживаемый интерфейс	аналоговый, I2C	аналоговый	аналоговый

1.5. Датчики утечки жидкости

Датчик утечки жидкости (дождя) позволяет определить появление капель влаги и вовремя отреагировать на это, например, включив оповещение. Когда на датчик попадает вода, сопротивление между его выводами изменяется. Микроконтроллер или другое устройство может измерить это изменение сопротивления и определить, есть ли утечка или нет. Датчики дождя могут использоваться в метеорологических станциях для сбора данных о количестве осадков.

Наиболее распространёнными и подходящими моделями датчиков утечки являются МН-RD, FC-37 и YL-83.

Датчик МН-RD имеет следующие достоинства:

- широкий диапазон рабочих температур (-40°C до +125°C),
- возможность работы в широком диапазоне напряжений,
- простота подключения и использования,

Датчик FC-37 имеет следующие достоинства:

- высокая чувствительность к воде,
- простота подключения и использования,
- низкая стоимость.

Некоторые достоинства датчика YL-83:

- большая площадь обнаружения осадков,
- высокая чувствительность,
- устойчивость к внешним воздействиям.

Сравнение датчиков утечки жидкости МН-RD, FC-37, YL-83 приведено в таблице 1.4. Данные для сравнения получены из источников [5], [14 – 16]

Таблица 1.4 – сравнение датчиков утечки жидкости

Параметр	MH-RD	FC-37	YL-83
Напряжение питания, В	3.3 — 5	3.3 — 5	3.3 — 5
Максимальный потребляемый ток, мА	15	15	20
Тип	сенсорный	сенсорный	сенсорный
Поддерживаемый интерфейс	I2C, аналоговый	I2C, аналоговый	I2C, аналоговый

1.6. Дисплеи

Для реализации вывода информации с датчиков используется жидкокристаллический дисплей. К преимуществам жидкокристаллических дисплеев можно отнести: малые размер и масса. У ЖК-мониторов нет видимого мерцания, дефектов фокусировки лучей, помех от магнитных полей, проблем с геометрией изображения и четкостью. Энергопотребление ЖК-мониторов в зависимости от модели, настроек и выводимого изображения может как совпадать с потреблением ЭЛТ и плазменных экранов сравнимых размеров, так и быть существенно — до пяти раз — ниже.

LCD1602 - это дисплей с 16 символами на 2 строки. Он имеет простой интерфейс и легко подключается к Arduino. Достоинства: доступность, низкая стоимость, простота использования.

LCD2004 - это дисплей с 20 символами на 4 строки. Он имеет большой экран и может отображать больше информации, чем LCD1602. Достоинства: большой экран, возможность отображения большого количества информации.

MT-16S2S - это дисплей с 16 символами на 2 строки. Он имеет более высокое разрешение, чем LCD1602, и может отображать более качественную графику. Достоинства: высокое разрешение, возможность отображения качественной графики.

В таблице 1.5 приведены сравнительные характеристики трёх таких дисплеев. Данные для сравнения получены из источников [6], [11], [12]

Таблица 1.5 – сравнение дисплеев

Параметр	LCD1602	LCD2004	MT-16S2S
Символов в строке	16	20	16
Количество строк	2	4	2
Напряжение питания, В	5	5	3; 5
Максимальный потребляемый ток, мА	120	180	100

1.7 Устройства воспроизведения звука

В качестве устройства воспроизведения, оповещающего о превышении скорости, удобно использовать пьезодинамик. Для сравнения были выбраны активный и пассивный пьезодинамики.

Пассивный пьезодинамик – это динамик, который не имеет встроенного усилителя. Он требует подключения к внешнему усилителю для работы. Активный пьезодинамик – это динамик, который имеет встроенный усилитель. Он может быть подключен непосредственно к источнику звука, такому как компьютер или мобильный телефон, без необходимости использования внешнего усилителя.

В таблице 1.6 приведены сравнительные характеристики данных датчиков. Информация получена из источника [18].

Таблица 1.6 – сравнение пьезодинамиков

Параметр	Активный пьезодинамик	Пассивный пьезодинамик
Напряжение питания, В	3.3 — 5	3.3 — 12
Максимальный потребляемый ток, мА	30	20
Частота, кГц	2,5	2
Тип интерфейса	цифровой	цифровой

2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА

2.1. Перечень блоков

В данном устройстве можно выделить 9 основных блоков:

- 1) блок датчика температуры;
- 2) блок датчика освещённости;
- 3) блок датчика утечки жидкости;
- 4) микроконтроллер;
- 5) органы индикации: светодиоды для индикации отклонения от допустимых параметров;
- 6) информационная панель для вывода информации с датчиков;
- 7) органы управления: кнопки для включения/выключения устройства, задания пределов измеряемых параметров;
- 8) блок питания;
- 9) исполнительное устройство – реле.

2.2. Взаимодействие блоков

Датчики температуры, освещённости и утечки жидкости снимают показания и передают эту информацию микроконтроллеру.

Микроконтроллер обрабатывает информацию, принятую от датчиков, и передаёт её блоку отображения информации. При регистрации отклонения значений, считанных датчиками, от нормы микроконтроллер посылает сигналы органам индикации.

Органы индикации, получая информацию от микроконтроллера, сигнализируют о нарушении допустимых границ путём включения светодиодов и звуковой индикации.

Блок управления указывает, информацию от каких датчиков микроконтроллеру следует передавать блоку отображения информации и с какими параметрами должен работать блок отображения информации. Блок представляет собой матричную клавиатуру 3x4.

Блок отображения информации отображает информацию с датчиков, обработанную микроконтроллером, для пользователя.

Исполнительное устройство – реле – замыкает цепь динамика, который сигнализирует о выходе измеряемых параметров за пределы допустимых значений

2.3 Разработка структурной схемы устройства

На основании пунктов 2.1 и 2.2 разработана структурная схема устройства. Схема приведена в приложении А.

3. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УЗЛОВ, ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

3.1. Микроконтроллер

Для реализации проекта была выбрана плата Arduino UNO на базе микроконтроллера «CH340G», являющаяся аналогом платы на базе микроконтроллера «ATmega 328», так как плата на базе микроконтроллера «ATmega 328» значительно превосходит плату на базе микроконтроллера «CH340G» по стоимости и менее доступна на рынке.

Arduino UNO имеет множество преимуществ перед другими платами, такими как Raspberry Pi. Во-первых, Arduino UNO более прост в использовании и настройке, что делает его идеальным выбором для начинающих разработчиков. Во-вторых, он обладает меньшим размером и потребляет меньше энергии, что делает его идеальным для создания небольших устройств, которые не требуют большой мощности. В-третьих, Arduino UNO имеет большое сообщество разработчиков, что обеспечивает доступность множества библиотек и документации для начинающих разработчиков. И, наконец, Arduino UNO является более доступным по цене в сравнении с Raspberry Pi, что делает его более привлекательным для тех, кто хочет создать небольшое устройство без больших затрат.

Характеристика платы Arduino UNO приведены в таблице 3.1. Данные получены из источника [1].

Таблица 3.1 – характеристики платы Arduino UNO

Микроконтроллер	CH340G
Тактовая частота, МГц	16
ОЗУ, КБ	2
Flash-память, КБ	32
Выходное напряжение, В	3,3; 5
Количество цифровых входов	14
Количество аналоговых входов	6
Ток потребления, мА	40
Поддерживаемые интерфейсы	I2C, SPI, UART, ADC, PWM
АЦП	6 каналов, 10 бит
Система команд	AVR
Среда программирования	Arduino IDE
Язык программирования	Arduino Language (основан на C/C++)
Размер, мм	69 x 53
Подключение к ПК	USB Type-B

Изображение платы Arduino UNO приведено на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – плата Arduino UNO

3.2. Датчик температуры

В качестве датчика температуры был выбран датчик DHT22. Этот датчик имеет высокую стоимость, однако обладает большим диапазоном измерения и большой точностью, а также широко представлен на рынке. Изображение датчика приведено на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – датчик DHT22

3.3. Датчик освещённости

В качестве датчика освещённости был выбран датчик LM393. Этот датчик обладает большой чувствительностью, прост в подключении и является самым доступным на рынке среди представленных в п.1.4. Изображение датчика приведено на рисунке 3.3.

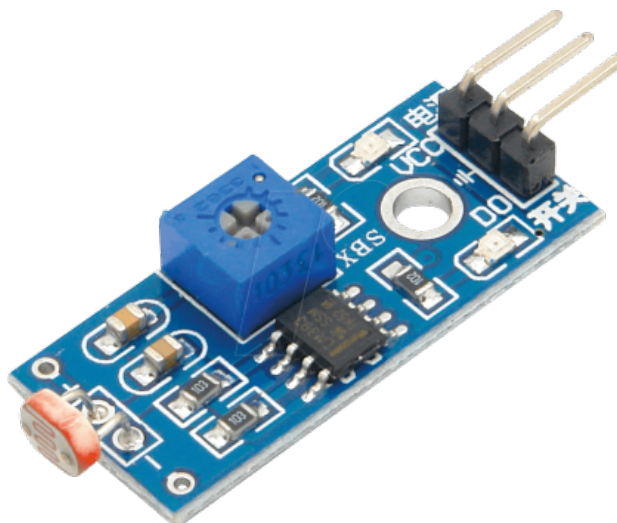


Рисунок 3.3 – датчик LM393

3.4. Датчик утечки жидкости

В качестве датчика утечки жидкости был выбран датчик MH-RD. Этот датчик прост в подключении и использовании и является самым доступным на рынке среди представленных в п.1.5. Изображение датчика приведено на рисунке 3.4.

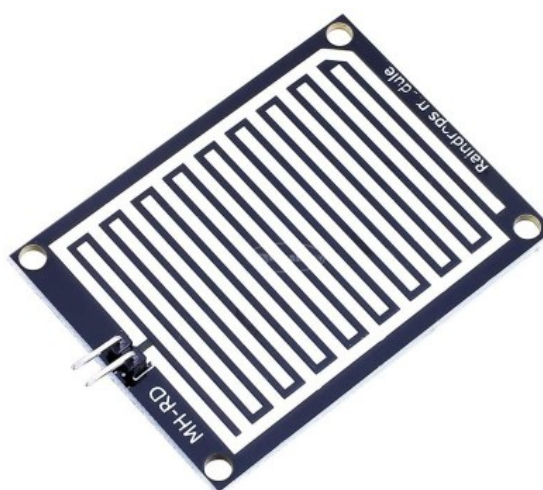


Рисунок 3.4 – датчик MH-RD

3.5. Дисплей

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 I2C (Inter–Integrated Circuit) — последовательной асимметричной шины для связи между интегральными схемами в электронных приборах. Изображение дисплея приведено на рисунке 3.5.

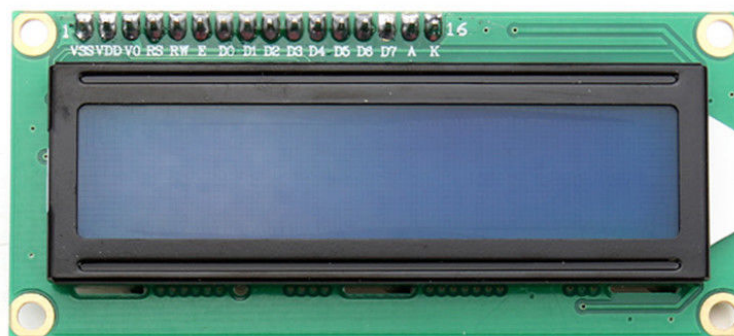


Рисунок 3.5 – дисплей LCD1602

3.6 Устройство воспроизведения звука

В качестве устройства воспроизведения звука был выбран активный пьезодинамик HCM1206X. Выбор активного пьезодинамика обусловлен необходимостью подключения напрямую к источнику питания через реле, без программного контроля.

Изображение пьезодинамика HCM1206X представлено на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 – пьезодинамик HSM1206X

3.7. Разработка системы питания

Для выбора напряжения и мощности источника питания требуется произвести анализ потребления электрической энергии отдельными модулями устройства. Для расчёта характеристик источника питания была составлена таблица 3.2.

Таблица 3.2 – параметры питания модулей устройства

Название модуля	Рабочее напряжение, В	Максимальный потребляемый ток, мА	Максимальная потребляемая мощность, мВт
Arduino Uno R3	9	40	360
MH-RD	5	15	75
LM393	5	15	75
LCD1602	5	120	600
DHT22	5	2,5	12,5
Светодиод (3 шт)	5	60	300
Пьезодинамик	5	30	150
Реле	5	10	50
Итого:			1622,5

В качестве источника питания выбрана батарейка напряжением 9 В. Анализ показывает, что требуется мощность 1622.5 мВт. Для обеспечения надёжности работы устройства увеличиваем полученную мощность на 20%. Получаем мощность 1947 мВт.

Требуется произвести расчёт максимального выходного тока для получения напряжения 5 В по формуле 3.1

$$I_{\max} = \frac{P}{U} \quad (3.1)$$

Получено значение: $I_{\max} = \frac{1947 \text{ мВт}}{9 \text{ В}} = 216.3 \text{ мА}$.

Для обеспечения надёжности работы устройства увеличиваем полученную силу тока на 20%. Получаем значение 259.6 мА.

3.8. Разработка функциональной схемы устройства

На основании пунктов 3.1 – 3.7 разработана функциональная схема устройства. Схема приведена в приложении Б.

4. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

4.1. Расчёт нагрузки светодиодов

В устройстве используется три светодиода различных цветов, подключенные к разъемам микроконтроллера. Для ограничения тока светодиода используется резистор номиналом, рассчитываемым по формуле 4.1:

$$R = \frac{(U_{\text{п}} - U_{\text{д}})}{I_{\text{пр}}} \quad (4.1)$$

В данной формуле:

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

В проекте использовались светодиоды трех цветов: белого, оранжевого и зелёного. Для оранжевого и зелёного светодиодов $I_{\text{пр}} = 20 \text{ мА}$, $U_{\text{д}} = 2.1 \text{ В}$. Для белого светодиода $I_{\text{пр}} = 20 \text{ мА}$, $U_{\text{д}} = 3.1 \text{ В}$. Подставляя значения в формулу 4.1, получим необходимые сопротивления:

$$R_{\text{св. з. о.}} = \frac{(5 \text{ В} - 2.1 \text{ В})}{20 \text{ мА}} = 145 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{св. б.}} = \frac{(5 \text{ В} - 3.1 \text{ В})}{20 \text{ мА}} = 95 \text{ Ом}$$

Ближайшее большее значение номинала сопротивления для всех светодиодов – 220 Ом. Соответственно светодиоды будут подключаться через резисторы с $R = 220 \text{ Ом}$

4.2. Подключение блоков к микроконтроллеру

Аналоговые входы платы Arduino UNO:

- На аналоговый вход A0 поступает сигнал с датчика освещённости LM393,
- На аналоговый вход A2 поступает сигнал с датчика утечки жидкости MH-RD,
- К аналоговым входам A4 – A5 подключается дисплей LCD1602.

Цифровые входы платы Arduino UNO:

- К цифровым входам D2 – D4 подключаются светодиоды,
- На цифровой вход D5 поступает сигнал с датчика температуры DHT22,
- К цифровому входу D6 подключается реле,
- К цифровым входам D7 – D13 подключается матричная клавиатура.

4.3 Соответствие физических и логических номеров

Соответствие физических номеров разъемов платы Arduino UNO и логических номеров в схеме описано в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – соответствие физических и логических номеров

Название разъёма	Физический номер	Логический номер
5V	100	Vcc2
5V	103	Vcc1
GND	104	-
GND	105	-
A0	200	15
A2	202	17
A4	204	19
A5	205	20
D2	402	03
D3	403	04
D4	404	05
D5	405	06
D6	406	07
D7	407	08
D8	408	09
D9	409	10
D10	410	11
D11	411	12
D12	412	13
D13	413	14

4.4 Разработка принципиальной схемы устройства

На основании пунктов 4.1 – 4.3 разработана принципиальная схема устройства. Схема приведена в приложении В.

5. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

5.1. Требования к программе

Программа, управляющая микропроцессорным устройством контроля параметров супермаркета, должна реализовывать следующий функционал:

- считывание с заданным периодом показаний с датчиков;
- вывод считанной информации на дисплей;
- включение светодиодной индикации при отклонении показаний от предельно допустимых;
- считывание состояния кнопок клавиатуры;
- изменение предельно допустимых значений;
- смена выводимой на дисплей информации.

Исполняемый файл программы не должен превышать объём флеш-памяти микроконтроллера, равной 16 КБ, и не должен использовать объём оперативной памяти больший, чем 2 КБ.

5.2. Схема программы

Схема программы приведена в приложении Г.

Описание блоков:

1. Начало выполнения программы.
2. Инициализировать переменные и константы: порты платы Arduino UNO.
3. Инициализировать входные и выходные значения: режим работы, допустимые значения, показания датчиков.
4. Считать показания с датчиков температуры, освещённости, утечки жидкости.
5. Условный оператор: если выбран режим вывода температуры: переход к блоку , иначе: переход к блоку .
6. Вывести значение температуры на дисплей;
7. Условный оператор: если выбран режим вывода освещённости: переход к блоку 8, иначе: переход к блоку 9.
8. Вывести значение освещённости на дисплей.
9. Условный оператор: если выбран режим вывода уровня утечки: переход к блоку 10, иначе: переход к блоку 11.
10. Вывести значение уровня утечки на дисплей.
11. Условный оператор: если все значения в пределах нормы: переход к блоку 13, иначе: переход к блоку 12.
12. Включить динамик.
13. Условный оператор: если значение температуры ниже допустимого значения: переход к блоку 14, иначе: переход к блоку 15.
14. Включить зелёный светодиод.

15. Условный оператор: если значение освещённости ниже допустимого значения: переход к блоку 16, иначе: переход к блоку 17.
16. Включить оранжевый светодиод.
17. Условный оператор: если значение уровня утечки выше допустимого значения: переход к блоку 18, иначе: переход к блоку 18.
18. Включить белый светодиод.
19. Выполнить задержку на 300 мс.
20. Выключить динамик и все светодиоды.
21. Считать показания с клавиатуры.
22. Условный оператор: если нажата кнопка ‘#’: переход к блоку 23, иначе: переход к блоку 24.
23. Переключить режим вывода.
24. Условный оператор: если нажата кнопка ‘*’: переход к блоку 25, иначе: переход к блоку 4.
25. Ввести новое допустимое значение для выбранного режима.

5.3. Текст программы

Текст программы приведен в приложении Д.

Строки 4 – 28 реализуют блоки 1 – 3 схемы программы.

Строки 4 – 7: подключение библиотек, необходимых для работы устройства.

Строки 9 – 11: присваивание имени разъёмам.

Строки 12 – 27: присваивание имени датчиков, клавиатуры, дисплея, переменных.

Строки 29 – 34: функция мигания светодиодом.

Строки 35 – 55: инициализация датчиков, клавиатуры, дисплея. переменных, индикация включения – реализуют блок 3 схемы программы.

Строки 56 – 60: инициализация циклов программы.

Строки 61 – 72: чтение показаний с датчиков – реализуют блок 4 схемы программы.

Строки 73 – 107: вывод значений с датчиков на экран – реализуют блоки 5 – 10 схемы программы.

Строки 108 – 113: проверка показаний с датчиков на превышение допустимых значений – реализуют блоки 11, 13, 15, 17 схемы программы.

Строки 114 – 133: включение светодиодов и динамика при превышении допустимых значений – реализуют блоки 12, 14, 16, 18 – 20 схемы программы.

Строки 135 – 155: чтение состояния клавиатуры – реализуют блок 21 схемы программы.

Строки 155 – 177: переключение режима работы при нажатии кнопки “#” – реализуют блоки 22, 23 схемы программы.

Строки 178 – 193: ввод числа с клавиатуры при нажатии кнопки “*” – реализуют блоки 24, 25 схемы программы.

Строки 194 – 215: изменение максимального допустимого значения температуры.

Строки 216 – 237: изменение максимального допустимого значения освещённости.

Строки 238 – 260: изменение максимального допустимого значения уровня утечки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над проектом было разработано микропроцессорное устройство контроля параметров супермаркета. Устройство отслеживает и анализирует текущее значение температуры, освещённости, уровня утечки. Информация выводится на дисплей. Светодиоды обеспечивают индикацию и оповещают о нарушениях норм. Кнопки управления изменяют отображаемую информацию и регулируют диапазон допустимых значений.

Разработанное устройство обладает рядом достоинств:

- 1) Относительная дешевизна устройства;
- 2) Простота реализации и сборки;
- 3) Большое количество измеряемых параметров.

В процессе разработки были получены практические навыки работы с различными модулями, светодиодами, тактовыми кнопками, а также навыки работы и программирования платы Arduino UNO и изучены теоретические знания о выше описанных устройствах. Разработка программы была выполнена в среде ArduinoIDE с использованием языка программирования C.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Arduino UNO [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno> – Дата доступа: 20.09.2023
- [2]. Контроллер Raspberry Pi Pico [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-pico/> – Дата доступа: 20.09.2023
- [3]. STM32F401CB [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f401cb.html> – Дата доступа: 20.09.2023
- [4]. Сравнение датчиков DHT11, DHT22 и DHT21 [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://voltiq.ru/dht11-dht22-and-dht21> – Дата доступа: 20.09.2023
- [5]. Датчик протечки и дождя ардуино [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://arduino-master.ru/datchiki-arduino/datchik-protechki-i-dozhdya-v-arduino-opisanie-shemy-sketchi/> – Дата доступа: 30.09.2023
- [6]. МТ-16S2Н [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: http://wiki.amperka.ru/_media/products:display-lcd-text-16x2:mt-16s2h-datasheet.pdf – Дата доступа: 20.09.2023
- [7]. DS18B20 – полное описание датчика и его возможностей [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://silines.ru/datchik-ds18b20-opisanie> – Дата доступа: 11.10.2023
- [8]. Датчик температуры LM35. Документация на русском языке. Характеристики, применение. [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://mypractic.ru/datchik-temperature-lm35-dokumentaciya-na-russkom-yazyke-xarakteristiki-primenenie.html> – Дата доступа: 20.09.2023
- [9]. GL5549, фоторезистор, 100-200 кОм [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://epstik.com/p645045834-gl5549-fotorezistor-100.html> – Дата доступа: 20.09.2023
- [10]. Датчик освещенности ТЕМТ6000 [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://arduino-lab.pw/index.php/2022/08/19/datchik-osveshennosti-temt6000/> – Дата доступа: 22.09.2023
- [11]. LCD1602 Module [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=LCD1602_Module – Дата доступа: 10.10.2023
- [12]. LCD2004 Module [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=LCD2004_Module – Дата доступа: 10.10.2023
- [13]. Электронный компонент «LM393» [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.chipfind.ru/datasheet/ti/lm393.htm> – Дата доступа: 20.09.2023

[14]. YL-83 Rain Detector [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: https://urolakostapk.files.wordpress.com/2016/10/yl-83-rain-detector-datasheet_low.pdf – Дата доступа: 22.09.2023

[15]. Rain Drop sensor [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.e-gizmo.net/oc/kits%20documents/Rain%20drops%20sensor/Rain%20Drop%20sensor.pdf> – Дата доступа: 22.09.2023

[16]. Guide for Rain Sensor FC-37 or YL-83 with Arduino [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://randomnerdtutorials.com/guide-for-rain-sensor-fc-37-or-yl-83-with-arduino/> – Дата доступа: 22.09.2023

[17]. Матричная клавиатура 4×3 кнопки: инструкция, подключение и примеры использования [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B:keypad-4x3> – Дата доступа: 30.10.2023

[18]. ПЬЕЗОДИНАМИКИ [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://m-elek.h1n.ru/elektronic/arduino/sound/arduino-buzzer.html> – Дата доступа: 12.11.2023

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Обязательное)
Структурная схема

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Обязательное)
Функциональная схема

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(Обязательное)
Принципиальная схема

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(Обязательное)
Блок-схема алгоритма

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(Обязательное)
Текст программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(Обязательное)
Перечень элементов

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(Обязательное)
Ведомость документов