

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

Факультет компьютерных систем и сетей
Кафедра электронных вычислительных машин
Дисциплина: Структурная и функциональная организация вычислительных
машин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту
на тему

УСТРОЙСТВО МОНИТОРИНГА КОМНАТЫ РЕБЕНКА

БГУИР КП 1-40 02 01 312 ПЗ

Студент:

Коледа А.В.

Руководитель:

Стракович А.И.

Минск 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО УСТРОЙСТВУ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА.....	4
1.1 Состав проектируемого устройства	4
1.2 Микроконтроллеры.....	4
1.3 Датчики температуры	5
1.4 Датчики освещенности	6
1.5 Датчики звука	7
1.6 Дисплеи	8
1.7 Датчики влажности	9
2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА.....	10
2.1 Требования к проектируемому устройству	12
2.2 Определение компонентов структуры устройства	12
2.3 Взаимодействие компонентов устройства.....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ А	36
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	37
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	39
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	40
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	41
ПРИЛОЖЕНИЕ З	43
ПРИЛОЖЕНИЕ И	44
ПРИЛОЖЕНИЕ К.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ Л.....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ М.....	47

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью данного курсового проектирования является разработка устройства для мониторинга параметров окружающей среды в детской комнате с функционалом радионяни. Этот проект нацелен на создание системы, которая сможет контролировать ключевые показатели окружающей среды, способные негативно повлиять на здоровье ребёнка, а также ухудшить общее качество жизни в семье. К таким важным параметрам относятся температура, влажность воздуха, уровень шума и освещённости в комнате.

Температура и влажность играют важную роль в комфорте и здоровье малыша, так как слишком высокая или низкая температура, как и чрезмерная влажность или её недостаток, могут стать причиной ухудшения самочувствия и повышенного риска заболеваний. Уровень шума также имеет значение, так как он позволит определить плач ребёнка, что важно для своевременного реагирования родителей. Освещённость в комнате оказывает воздействие на зрение ребёнка и его восприятие окружающего пространства. Излишняя яркость или наоборот недостаток света могут негативно сказаться на здоровье глаз и общем самочувствии малыша.

Устройство также будет иметь функционал радионяни. Оно позволяет родителям удалённо прослушивать звуки в комнате ребёнка. В перспективе возможна интеграция видеопотока.

Дополнительно система будет включать возможности управления светом через мобильное приложение, а также функционал умной лампы для автоматической адаптации освещения.

Для того чтобы устройство могло эффективно контролировать микроклимат в детской комнате, оно будет обладать следующими функциональными возможностями:

- измерение температуры;
- измерение влажности;
- отслеживание уровня шума;
- измерение уровня освещённости;
- функция ночника в темное время суток;
- передача аудио.

Для реализации всех поставленных задач проектируемое устройство должно включать следующие основные элементы:

- микроконтроллер;
- датчик температуры;
- датчик влажности;
- датчик уровня шума (микрофон);
- датчик освещённости;
- дисплей.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО УСТРОЙСТВУ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

1.1 Состав проектируемого устройства

Разрабатываемое микропроцессорное устройство предназначено для выполнения ряда важных функций: оно должно контролировать температуру и влажность в комнате ребёнка, измерять и изменять уровень освещённости, фиксировать шумовые показатели, а также передавать данные обо всех этих параметрах пользователю по беспроводному соединению через мобильное приложение. Для реализации этих задач устройство должно включать в себя следующие компоненты:

- микроконтроллер;
- дисплей;
- датчик температуры;
- датчик влажности;
- датчик освещённости;
- микрофон.

Эти элементы должны будут обеспечивать постоянный мониторинг условий в помещении, создавая комфортную и безопасную среду для ребёнка.

1.1.1 Микроконтроллеры

В рамках разработки микропроцессорного устройства для мониторинга параметров окружающей среды важно правильно выбрать микроконтроллер, который станет основой системы. От его характеристик зависит эффективность работы устройства, его скорость обработки данных, энергопотребление и возможность подключения необходимых датчиков. В данном разделе будет проведено сравнение нескольких популярных микроконтроллеров с учётом таких критериев, как производительность, количество входов/выходов, поддерживаемые интерфейсы, энергопотребление.

Для получения характеристик микроконтроллеров были использованы технические описания компонентов от производителей [1, 2, 3].

Результаты сравнения микроконтроллеров приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Список параметров микроконтроллеров

Параметр	ESP8266mod	ATmega328	ESP-32
Входное напряжение	9–24 В	6 – 20 В	8–30 В
Энергонезависимая память	4 Мб	32 Кб	4 Мб
Память RAM	160 кб	2 кб	520 кб

Продолжение таблицы 1.1

Тактовая частота	80–160 МГц	16 МГц	80–240 МГц
Разрядность	32 бит	8 бит	32 бит
Цифровые входы/выходы	11 шт	14 шт	14 шт
Аналоговые входы/выходы	1 шт	6 шт	6 шт
Выходное напряжение	3,3 В	3,3 В/5 В	3,3 В
Максимальный ток нагрузки преобразователя напряжения 3.3 В	0,5 А	0,15 А	1 А
Беспроводной интерфейс Wi-Fi	Есть	Нет	Есть
Поддерживаемые интерфейсы	UART, SPI, I2C, PWM, GPIO, ADC, I2S	UART, SPI, I2C, GPIO, USART, I2S	UART, SPI, I2C, PWM, GPIO, ADC, I2S, CAN, SDIO, DAC
Таймеры	1 x 16-битный таймер	2 x 16-битных таймера	2 x 8-битных, 1 x 16-битный

ESP8266E [1] обладает высокой частотой работы и поддержкой Wi-Fi, что делает его подходящим для проектов и устройств с беспроводной связью.

ATmega328 [2] более простой и надежный микроконтроллер, однако с отсутствием беспроводной связи. Он чаще используется в базовых проектах, где важна простота и низкое энергопотребление.

ESP-WROOM-32 [3] выделяется на фоне остальных за счёт высокой производительности и широкого набора интерфейсов, включая Wi-Fi, Bluetooth и CAN. Большой объём оперативной памяти и расширенная поддержка периферийных устройств делают его оптимальным выбором для сложных проектов, требующих мощных вычислений и широких возможностей подключения, однако у него высокое энергопотребление и для устройств, питающихся от аккумулятора, он является не лучшим вариантом.

1.1.2 Датчики температуры

При разработке устройства для мониторинга условий в комнате ребёнка важно правильно выбрать датчики температуры и влажности, так как эти датчики обеспечивают самую важную и необходимую информацию о микроклимате, позволяя вовремя принимать меры по его корректировке. В данном разделе будет проведено сравнение наиболее популярных моделей датчиков, таких как DHT11, DHT22 и АНТ10. Информация для анализа и

сравнения получена из источников [4, 5, 6]. Результаты сравнения приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Список параметров датчиков температуры

Параметр	DHT11	BME280	АНТ10
Тип сенсора	Цифровой	Цифровой	Цифровой
Напряжение питания	от 3,3 до 5,5 В	от 1,8 до 3,6 В	от 3,3 до 5,5 В
Потребляемый ток	до 20 мА	до 3,6 мА	до 0,0005 мА
Измеряемая температура	от +0 до +50 °С	от 40 до +80 °С	от -40 до +85 °С
Точность температуры	до 2 °С	до 1 °С	до 0.3 °С
Интерфейс подключения	1-wire	1-wire	I2C
Время отклика	1 с	1 с	<1 с

DHT11 [4] является простым датчиком с ограниченным диапазоном измерения температуры и относительно низкой точностью, что делает его подходящим для базовых проектов, где высокая точность не критична.

BME280 [5] превосходит DHT11 благодаря более широкому диапазону измеряемых температур и большей точности, однако он также потребляет большое количество энергии.

АНТ10 [6] предлагает наиболее высокую точность и широкий диапазон измерения. Он также имеет очень низкое энергопотребление, что делает его отличным решением для проектов с минимальными требованиями к питанию и высокой точностью измерений.

1.1.3 Датчики освещенности

В данном подразделе будет проведено сравнение различных моделей датчиков освещённости, таких как BH1750, TSL2561 и LM393. Информация для анализа получена из источников [7, 8, 9]. Результаты проведенного сравнения приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Список параметров датчиков освещенности

Параметр	LM393	BH1750	TSL2561
Тип сенсора	Аналоговый компаратор	Цифровой	Цифровой
Напряжение питания	от 3 до 18 В	от 3 до 5 В	от 2,7 до 3,6 В

Продолжение таблицы 1.3

Рабочая температура	от -40 до +85 °С	от -40 до +85 °С	от -25 до +85 °С
Потребляемый ток	до 2000 мкА	до 120 мкА	до 600 мкА
Диапазон измерений	от 0 до 1000 лк	от 1 до 65535 лк	от 0,1 до 40000 лк
Интерфейс подключения	Аналоговый выход	I2C	I2C

LM393 [7] является аналоговым компаратором, используемым для измерения уровня освещённости. Он прост в использовании благодаря аналоговому выходу, но имеет ограниченный диапазон измерения.

BH1750 [8] превосходит LM393 по точности и диапазону измерения освещённости. Благодаря цифровому интерфейсу I2C, он легко интегрируется в сложные системы и потребляет меньше энергии, что делает его отличным выбором для энергоэффективных приложений.

TSL2561 [9] предлагает широкий диапазон измерений и высокую точность при низком энергопотреблении. Как и BH1750, он использует I2C-интерфейс, но отличается более узким диапазоном питающих напряжений и потребляет больше энергии.

1.1.4 Датчики звука

В данном разделе будет проведено сравнение моделей датчиков звука, таких как KY-037, INMP441 и SPH0645LM4H-B. Информация для анализа будет собрана из технических характеристик производителей и источников. Для получения информации о данных датчиках использовались источники [10, 11, 12].

Таблица 1.4 – Список параметров датчиков звука

Параметр	KY-037	INMP441	SPH0645LM4H-B
Тип сенсора и интерфейса	Микрофон	Микрофон	Цифровой микрофон
Напряжение питания	3,3–5 В	1,8–3,3 В	1,6–3,6 В
Потребляемый ток	до 1000 мкА	до 1400 мкА	до 1 мкА
Диапазон звука	50–110 дБ	61–120 дБ	50–120 дБ
Максимальная погрешность	3 дБ	1 дБ	1 дБ
Возможность регулирования порога	Да	Нет	Нет
Интерфейс подключения	Аналоговый и цифровой, I2C	Цифровой, I2S	Цифровой

KY-037 [10] представляет собой универсальный датчик с возможностью регулирования порога срабатывания, что делает его удобным для проектов, требующих отслеживания уровня звука.

INMP441 [11] отличается меньшей погрешностью. Хотя у него отсутствует возможность регулирования порога, он более чувствителен и предназначен для применения в проектах, требующих высокого качества аудиосигнала, однако потребляет большое количество энергии.

SPH0645LM4H-B [12] является цифровым микрофоном с самой низкой погрешностью и широким диапазоном звука, однако не позволяет регулировать порог срабатывания.

1.1.5 Дисплей

Выбор дисплея играет значительную роль, так как он напрямую влияет на удобство восприятия данных. В данном разделе будет проведено сравнение наиболее популярных моделей дисплеев, таких как OLED и LCD. Информация для анализа будет собрана из технических характеристик производителей и источников. Для получения информации о данных датчиках использовались источники [13, 14, 15].

Таблица 1.5 – Список параметров дисплеев

Параметр	OLED 0,96 дюйма	LCD2004	LCD1602
Тип дисплея	Органические светодиоды	Жидкокристаллический	Жидкокристаллический
Напряжение питания	3,3–5 В	5 В	5 В
Потребляемый ток	до 20 мА	до 25 мА	до 25 мА
Разрешение	128 x 64 пикселей	20 символов x 4 строки	16 символов x 2 строки
Цвет	Монохромный с поддержкой 2 цветов	Монохромный	Монохромный
Интерфейс подключения	I2C/SPI	I2C или параллельный интерфейс	I2C или параллельный интерфейс
Угол обзора	Широкий	Ограниченный	Ограниченный

OLED 0,96 дюйма [13] выделяется своим высоким разрешением и широким углом обзора, что делает его идеальным для проектов, где требуется чёткая и детализированная графическая информация.

LCD2004 [14] предлагает больше текста для отображения, что делает его подходящим для проектов, требующих отображения большого объёма

информации. Однако у него более ограниченный угол обзора по сравнению с OLED, и поддерживается только монохромное изображение.

LCD1602 [15], являясь наиболее простым из рассматриваемых дисплеев, предлагает минимальное разрешение.

1.1.6 Датчики влажности

При разработке устройства для мониторинга условий в комнате ребёнка важно правильно выбрать датчики влажности. В данном разделе будет проведено сравнение наиболее популярных моделей датчиков, таких как DHT11, DHT22 и АНТ10. Информация для анализа получена из источников [4, 5, 6]. Результаты сравнения приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Список параметров датчиков влажности

Параметр	DHT11	ВМЕ280	АНТ10
Тип сенсора	Цифровой	Цифровой	Цифровой
Напряжение питания	от 3,3 до 5,5 В	от 1,8 до 3,6 В	от 3,3 до 5,5 В
Потребляемый ток	до 20000 мкА	до 3600 мкА	до 0,5 мкА
Измеряемая влажность	от 20 до 80 %	от 0 до 100 %	от 0 до 100 %
Точность влажности	до 5 %	до 3 %	до 3 %
Интерфейс подключения	1-wire	1-wire	I2C
Время отклика	1 с	1 с	<1 с

DHT11 [4] является простым и доступным сенсором для измерения влажности, с неполным диапазоном и высокой погрешностью. Он потребляет больше энергии по сравнению с другими сенсорами.

ВМЕ280 [5] превосходит DHT11 благодаря более точным измерениям и поддержке полного диапазона влажности.

АНТ10 [6] обладает самой высокой энергоэффективностью, что делает его идеальным для проектов, где критична минимизация энергопотребления.

1.2 Обзор существующих аналогов

1.2.1 Halsa Baby All-In-One Wellness Monitor

Halsa Baby All-In-One Wellness Monitor – это многофункциональное устройство, сочетающее в себе возможности радионяни и устройства для отслеживания состояния ребенка. Устройство представлено на рисунке 1.1.

Основной акцент сделан на функциях радионяни: устройство обеспечивает четкую двустороннюю аудиосвязь, позволяя слышать малыша и разговаривать с ним, а также оснащено камерой с ночным видением для видеонаблюдения в реальном времени. Родители могут получать уведомления о плаче, движениях или изменении активности ребенка, а также контролировать температуру и влажность в комнате.



Рисунок 1.1 – Радионяня

Дополнительно устройство предлагает полезные опции, такие как воспроизведение колыбельных, белого шума и мониторинг жизненно важных показателей, например, дыхания и сердцебиения.

1.2.2 Часы-термогигрометр Xiaomi Temperature and Humidity Monitor Clock



Рисунок 1.2 – Часы-термогигрометр

Часы-термогигрометр Xiaomi Temperature and Humidity Monitor Clock – это компактное и стильное устройство, предназначенное для контроля микроклимата в помещении. Часы оснащены точными датчиками, которые измеряют температуру и влажность воздуха, помогая поддерживать комфортные условия в доме, офисе или детской комнате. Устройство отображает данные на LCD-экране, а также синхронизируется со смартфоном через приложение Mi Home, где можно отслеживать историю изменений и получать рекомендации по улучшению микроклимата. Часы работают от батареек, имеют минималистичный дизайн и легко вписываются в любой интерьер.

1.2.3 Умная лампа-ночник Xiaomi Mi Bedside Lamp 2 MUE4093GL



Рисунок 1.3 – Лампа-ночник

Умная лампа-ночник Xiaomi Mi Bedside Lamp 2 MUE4093GL – это устройство, созданное для комфортного и уютного освещения в доме. Лампа сочетает в себе мягкий рассеянный свет, регулируемую яркость и широкую палитру оттенков, что позволяет настроить освещение под любую ситуацию – от яркого рабочего света до приглушенного ночника.

Управление осуществляется через сенсорную панель на корпусе или через приложение Mi Home, где можно выбирать цвета, настраивать таймеры и создавать сценарии освещения.

2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

2.1 Требования к проектируемому устройству

Для реализации всех задач необходимо разработать устройство, которое будет контролировать параметры окружающей среды в комнате ребёнка. Устройство должно обеспечить поддержание оптимальных условий для здоровья и комфорта малыша путем мониторинга и предупреждения. Можно выделить основные функции, которые должно выполнять данное устройство:

- измерение температуры;
- измерение влажности;
- контроль уровня шума;
- оценка уровня освещенности;
- передача собранных данных на мобильное приложение для удалённого мониторинга состояния комнаты;
- визуальная индикация текущих параметров на дисплее устройства;
- сохранение истории изменений параметров;
- оповещение об опасных условиях;
- радионяня;
- регулирование освещения.

2.2 Определение компонентов структуры устройства

Для реализации функций, предусмотренных в проекте, требуется определить ключевые компоненты, которые будут входить в структуру устройства. Основные элементы, которые обеспечат необходимую функциональность, включают:

1. Микроконтроллер является центральным управляющим модулем устройства. Он обрабатывает данные с датчиков, управляет освещением, обеспечивает коммуникацию с мобильным приложением и интеграцию с внешними устройствами, такими как умная лампа. Микроконтроллер должен поддерживать многозадачность для одновременной работы с аудиопотоком, датчиками и беспроводной связью. Дополнительно он синхронизируется с часами реального времени (RTC) для автоматической адаптации режимов освещения под время суток.

2. Датчик температуры и влажности обеспечивает мониторинг климатических условий в комнате. Он измеряет температуру и влажность, а данные передаются на дисплей устройства и в мобильное приложение для анализа и построения графиков.

3. Датчик освещенности измеряет уровень естественного и искусственного света в комнате. На основе этих данных устройство автоматически регулирует яркость ночника и управляет освещением, например, переключая его в «ночной режим» с тёплым светом.

4. Модуль аудиопередачи включает микрофон и динамик для двусторонней аудиосвязи и для передачи аудиопотока в мобильное приложение. Он активирует оповещения при превышении допустимого уровня шума или при обнаружении плача ребёнка, что является частью функции радионяни. Родители могут удалённо успокаивать ребёнка, включая предустановленные успокаивающие мелодии (белый шум, колыбельные, звуки природы) или загружать собственные треки.

5. Блок беспроводной связи может быть интегрирован непосредственно в плату микроконтроллера, что обеспечивает компактность и энергоэффективность устройства, либо может быть представлен отдельным компонентом. Он поддерживает передачу данных в реальном времени: текущие параметры (температура, влажность, уровень шума) и аудиопоток с микрофона отправляются в мобильное приложение через Wi-Fi. Это позволяет родителям удалённо управлять ночником, переключать режимы или моментально получать уведомления о критических изменениях в комнате.

6. Блок освещения включает интеллектуальный ночник, который автоматически регулирует яркость и цветовую температуру в зависимости от времени суток и уровня освещённости. Утром — мягкое нейтральное свечение для бодрствования, вечером — тёплый уютный свет для комфортного засыпания. Родители могут выбирать готовые режимы («Ночник», «Игра»), а устройство плавно адаптирует подсветку, сохраняя спокойную атмосферу в комнате.

7. Блок индикации и отображения информации включает дисплей для отображения текущих параметров, таких как температура, влажность и уровень шума, а также светодиодные индикаторы для визуального оповещения о критических состояниях, например, при перегреве или высоком уровне шума.

8. Блок управления включает физические кнопки для базового управления устройством, такие как включение/выключение и выбор режимов. Также предусмотрен интерфейс связи с мобильным приложением для удалённой настройки расписания освещения, активации радионяни и просмотра истории данных.

9. Блок питания обеспечивает устройство энергией. Он может работать как от автономного источника (аккумулятор), так и от сети. Встроенный регулятор напряжения гарантирует стабильную работу всех компонентов, включая энергоёмкие модули, такие как микрофон и подсветка.

2.3 Взаимодействие компонентов устройства

Устройство начинает работу с одновременного считывания данных от всех датчиков: температуры и влажности, освещённости и уровня шума. Полученные данные передаются на микроконтроллер, который выполняет их обработку, анализ и управление всеми модулями системы.

Микроконтроллер сравнивает показания температуры и влажности с заданными пользователем нормами. Если параметры выходят за допустимые пределы (например, температура выше 25°C или влажность ниже 40%), активируется модуль индикации: на устройстве включается световая сигнализация и звуковое предупреждение, в мобильное приложение отправляется push-уведомление с указанием критического параметра.

На основе данных с датчика освещённости микроконтроллер определяет уровень света в комнате: при недостаточной освещённости (например, вечером) автоматически включается интеллектуальный ночник. Его яркость и цветовая температура плавно регулируются в зависимости от времени суток: утром — холодный белый свет для бодрствования, вечером — тёплый желтоватый свет для комфортного засыпания. Пользователь может вручную настроить освещение через мобильное приложение, выбирая режимы («Сон», «Игра», «Кормление») или регулируя параметры в реальном времени.

Микроконтроллер анализирует данные с датчика шума: при превышении допустимого уровня (например, громкий плач ребёнка) активируется аудиопередача через встроенный микрофон. Звуковой поток транслируется в мобильное приложение, а пользователь получает экстренное уведомление. Реализована двусторонняя связь: пользователь может успокоить ребёнка, передав включив успокаивающую мелодию через динамик устройства.

Все параметры (температура, влажность, уровень шума, освещённость) передаются на смартфон через Wi-Fi модуль.

Модуль питания обеспечивает стабильную работу всех компонентов: при подключении к сети используется регулятор напряжения для защиты от скачков, в автономном режиме (аккумулятор) микроконтроллер оптимизирует энергопотребление: отключает неиспользуемые датчики, снижает яркость дисплея, при критическом уровне заряда аккумулятора устройство переходит в энергосберегающий режим и отправляет уведомление в приложение.

Микроконтроллер синхронизируется с часами реального времени (RTC) или через интернет, чтобы автоматически менять режимы освещения (утро/день/вечер) и активировать «Тихий режим» в ночное время (отключает звуковые оповещения, снижает чувствительность датчика шума).

Структурная схема устройства, включая все описанные модули и связи между ними, представлена в приложении А.

3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

3.1 Обоснование выбора микроконтроллера

Для выбора подходящего микроконтроллера для вашего проекта мониторинга параметров окружающей среды в детской комнате, важно учитывать следующие ключевые требования:

1. Энергоэффективность – устройство должно работать в течение длительного времени без частой замены источников питания.

2. Поддержка необходимых датчиков – наличие достаточного количества цифровых и аналоговых входов/выходов для подключения датчиков температуры, влажности, шума и освещённости.

3. Наличие беспроводной связи – важно для удалённого мониторинга параметров и управления устройством через Wi-Fi.

4. Обработка данных и производительность – необходимо для своевременной обработки данных от датчиков и адекватного реагирования на изменения окружающей среды.

5. Поддержка периферийных интерфейсов – для подключения дополнительных модулей или расширения функциональности устройства.

В рамках разработки микропроцессорного устройства для мониторинга параметров окружающей среды важно правильно выбрать микроконтроллер, который станет основой системы. В результате проведённого анализа (полные характеристики приведены в таблице 1.1) нескольких популярных микроконтроллеров, таких как ESP8266mod, ATmega328 и ESP-WROOM-32, можно выделить ключевые моменты, которые помогут определить наиболее подходящий вариант для данного проекта.

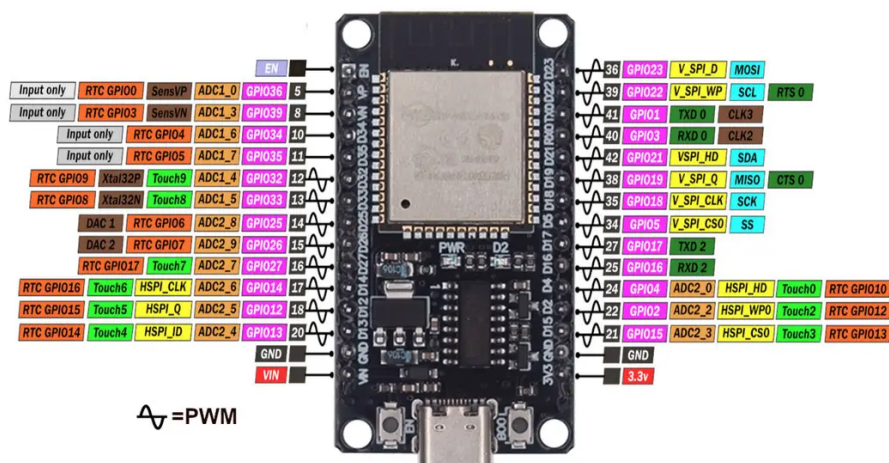


Рисунок 3.1 – Схематическое изображение платы с входами/выходами

ESP-WROOM-32, представленная в плате DevKit v1, имеет ряд значительных преимуществ. Одним из главных факторов является низкое энергопотребление по сравнению с другими микроконтроллерами с поддержкой Wi-Fi, что особенно важно для устройства, работающего круглосуточно. Микроконтроллер имеет объём оперативной памяти в достаточный для хранения программы и обработки данных от датчиков. Кроме того, микроконтроллер ESP-WROOM-32 поддерживает беспроводную связь Wi-Fi, что крайне важно для реализации функции удалённого мониторинга и управления устройством. Он также предоставляет достаточное для подключения необходимых датчиков количество входов и выходов. Схематическое изображение платы приведено на рисунке 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристики платы

Параметр	Значение параметра
Входное напряжение	9–24 В
Энергонезависимая память	4 Мб
Память RAM	520 кб
Тактовая частота	До 240 МГц
Разрядность	32 бит
Цифровые входы/выходы	21+4 шт
Аналоговые входы/выходы	15+2 шт
Выходное напряжение	3,3В
Максимальный ток нагрузки преобразователя напряжения 3.3 В	0,5 А
Беспроводной интерфейс Wi-Fi	Есть
Поддерживаемые интерфейсы	UART, SPI, I2C, I2S
Таймеры	1 x 16-битный таймер
Размеры	68,6 мм × 53,4 мм
USB-чип	CH340G
Максимальный ток преобразователя	500 мА

В сравнении с другими микроконтроллерами, такими как ATmega328 и ESP8266mod, ESP-WROOM-32 предлагает оптимальное сочетание производительности, энергопотребления и поддерживаемых интерфейсов, что делает её наилучшим выбором для данного проекта.

3.2 Обоснование выбора датчика температуры

Для выбора подходящего датчика были проанализированы три популярных модели: DHT11, BME280 и АНТ10, полные характеристики приведены в таблице 1.2. Сравнение этих моделей показало, что каждый датчик обладает своими особенностями, но наибольшее внимание было уделено таким характеристикам, как потребление энергии, диапазон и точность измерений, а также скорость отклика.

Датчик АНТ10 оказался наиболее подходящим для данного проекта. Он обладает минимальным энергопотреблением, что является значительным преимуществом для энергосберегающих устройств, работающих длительное время. АНТ10 также имеет широкий диапазон измеряемых температур, что делает его более универсальным по сравнению с другими датчиками. Точность измерения температуры у АНТ10 также выше. АНТ10 поддерживает интерфейс I2C, который упрощает интеграцию датчика с микроконтроллером, делая его использование более удобным для сложных систем с несколькими датчиками.

Таким образом, учитывая низкое энергопотребление, высокую точность измерений и широкий диапазон рабочих температур, датчик АНТ10 является оптимальным выбором для системы мониторинга температуры в детской комнате.

3.3 Обоснование выбора датчика влажности

При разработке устройства для мониторинга условий в комнате ребёнка правильный выбор датчиков влажности играет важную роль, так как влажность воздуха непосредственно влияет на здоровье и комфорт ребёнка. В таблице 1.6 проведено сравнение трёх популярных моделей датчиков влажности: DHT11, BME280 и АНТ10, чтобы выявить наиболее подходящий вариант для использования в системе мониторинга микроклимата.

Наилучший вариант среди рассмотренных моделей – это АНТ10. Он способен измерять влажность в полном диапазоне с высокой точностью. Основное преимущество АНТ10 заключается в его ультранизком энергопотреблении, что делает его идеальным для устройств с длительным временем работы. Дополнительным плюсом является его интерфейс I2C, который упрощает интеграцию в более сложные системы с использованием других датчиков.

3.4 Обоснование выбора датчика уровня шума

При выборе датчика звука для устройства мониторинга важно учитывать точность измерений, диапазон громкости и энергопотребление. В таблице 1.4 приведено сравнение трёх популярных моделей: KY-037, MAX9814 и INMP-

441, чтобы определить наиболее подходящий вариант для системы мониторинга параметров окружающей среды.

Датчик INMP-441 представляет собой классический микрофон с цифровым интерфейсом, что делает его универсальным в подключении к различным микроконтроллерам. Он имеет возможность регулирования порога срабатывания, что позволяет настроить чувствительность микрофона в зависимости от условий использования, например, для более точного обнаружения плача ребёнка. Также INMP-441 имеет встроенный предусилитель, который усиливает сигнал микрофона, что повышает чувствительность датчика к звукам различной интенсивности.

Сравнив все три модели, можно сделать вывод, что INMP-441 является оптимальным выбором для системы мониторинга звука. Этот датчик предлагает достаточный диапазон громкости, умеренное энергопотребление и возможность передачи данных по интерфейсу I2S, что делает его наиболее универсальным для использования в проекте, особенно для обнаружения плача ребёнка.

3.5 Обоснование выбора датчика уровня освещённости

При выборе датчика освещённости для системы мониторинга микроклимата важно учитывать такие характеристики, как диапазон измерений, энергопотребление и удобство подключения. В таблице 1.3 было проведено сравнение трёх популярных моделей: LM393, BH1750 и TSL2561, чтобы выбрать наиболее подходящий вариант для проекта.

Наиболее подходящим для проекта является датчик BH1750. Он обладает широким диапазоном измерения, что позволяет охватывать как слабую, так и сильную освещённость с высокой точностью. При этом BH1750 имеет минимальное энергопотребление. Кроме того, BH1750 использует интерфейс I2C, что упрощает его интеграцию с микроконтроллером и позволяет легко подключать его к другим компонентам системы.

3.6 Обоснование выбора дисплея

При выборе дисплея для устройства мониторинга микроклимата в детской комнате важно учитывать такие параметры, как энергопотребление, удобство отображения информации и угол обзора. В таблице 1.5 проводится сравнение трёх наиболее популярных моделей дисплеев.

Дисплей OLED работает на основе органических светодиодов, что обеспечивает высокую контрастность и чёткость изображения. Одним из главных преимуществ OLED-дисплея является его широкое, что позволяет отображать более детализированную информацию по сравнению с ЖК-дисплеями, ограниченными числом символов. Кроме того, данный дисплей поддерживает интерфейс I2C, что делает его удобным в интеграции с другими

компонентами системы. OLED-дисплей также имеет широкий угол обзора, что делает его удобным для считывания данных под разными углами.

Одним из значительных преимуществ дисплея OLED является отсутствие фоновой подсветки, что отличает его от жидкокристаллических дисплеев. В OLED-дисплеях каждый пиксель светится самостоятельно, благодаря чему они могут отображать глубокий чёрный цвет без дополнительного освещения. Это особенно важно для устройства в детской комнате, поскольку лишний свет от подсветки LCD-дисплеев может нарушать сон ребёнка. OLED-дисплей, наоборот, обеспечивает мягкое отображение информации без излишнего света, создавая более комфортные условия в тёмное время суток.

Самым главным аргументом в пользу OLED-дисплея является возможность работы от напряжения в 3,3 В, в отличие от LCD-дисплеев. Таким образом его можно питать непосредственно от микроконтроллера без использования дополнительных элементов, что позволяет не усложнять схему.

3.7 Формулирование требований к источнику питания

Проектируемое устройство будет питаться от общего источника питания. Для расчёта характеристик блока питания была составлена таблица 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристики модулей устройства

Модуль	Количество, шт	$U_{\text{пит}}, \text{В}$	$I_{\text{max}}, \text{А}$	$P_{\text{потр}}, \text{Вт}$
Плата Devkit v1	1	3,3	0,3	1
Датчик уровня шума INMP-441	1	3,3	0,002	0,007
Датчик уровня освещенности BH1750	1	3,3	0,0002	0,0007
Датчик температуры и влажности АНТ-10	1	3,3	0,004	0,004
Модуль часов реального времени HW-084	1	3,3	0,0003	0,002
Дисплей OLED-0.96-4ПC-Y	1	3,3	0,025	0,08
GNL-8003RGBW-C	5	3,3	0,03	0,1
Светодиод BL-L522UBC	1	3,3	0,03	0,01
Итого:			0,6	2,3

Для устройства нужен источник питания напряжением 3,3 В. Расчеты показали, что максимальный потребляемый ток равен 0,6 А, а потребляемая мощность $P_{\text{потр}} = 2,3 \text{ Вт}$. С учетом запаса по мощности необходимо внести

поправку и увеличить это значение на 20%, таким образом мощность источника питания должна быть равной $P_{\text{потр}} = 3 \text{ Вт}$.

По формуле 3.1 необходимо рассчитать максимальный ток источника питания:

$$I_{\text{ист}}^{\text{min}} = \frac{P_{\text{ист}}}{U_{\text{ист}}} = \frac{3 \text{ Вт}}{3,3 \text{ В}} \approx 0,9 \text{ А}. \quad (3.1)$$

Необходимо также учесть запас по току в 20%, таким образом конечный ток для источника питания должен быть $I_{\text{ист}} = 1,2 \text{ А}$.

Таким образом источник питания для устройства контроля параметров комнаты ребенка должен иметь выходное напряжение 3,3 В и выдавать минимальный выходной ток равный 1,2 А.

3.8 Разработка функциональной схемы

После анализа и сравнения различных компонентов, включающих в себя микроконтроллеры, датчики температуры, влажности, освещённости, звука и дисплеи, был выбран оптимальный набор для разработки устройства мониторинга микроклимата в детской комнате.

В результате данного этапа проектирования была сформирована функциональная схема устройства, которая представлена в приложении Б.

4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

4.1 Микроконтроллер

Разработанная принципиальная схема приведена в приложении В, перечень элементов представлен в приложении Г.

Для обеспечения работы платы Devkit v1 требуется источник питания с выходным напряжением 3,3 В и минимальным выходным током 1,2 А, обоснование выбора данных значений приведено в разделе 3.7. Для формирования графического изображения платы с микроконтроллером на схеме необходимо ввести логические номера разъемов. Соответствие между логическими и физическими номерами приведена в таблице 4.1.

На рисунке 3.1 приведено схематическое изображение всех контактов платы.

Таблица 4.1 – Таблица соответствия логических и физических номеров разъемов

Название разъема на плате	Номер контакта	Логический номер разъема на схеме	Логический номер контакта	Комментарии
GPIO	1	1	101	—
	2		102	Регулирование цвета ночника
	3		103	—
	4		104	Регулирование цвета ночника
	5		105	—
	12		106	Кнопка управления светодиодом
	13		107	—
	14		108	—
	15		109	—
	16		110	Регулирование цвета ночника
	17		111	—
	18		112	—
	19		113	—
	21		114	Для интерфейса I2S
	22		115	Для интерфейса I2S
	23		116	—
	25		117	—
	26		118	Для интерфейса I2S
	27		119	—

Продолжение таблицы 1.3

	32		120	Для интерфейса I2C
	33		121	Для интерфейса I2C
	34		122	
	35		123	
	36		124	
	39		125	
Power	0	2	201	Подключение внешнего источника питания
	1		202	Земля
	2		203	—
	3		204	—
	4		205	—

Неиспользуемые контакты в таблице помечены знаком — в колонке для комментариев. На принципиальной схеме плата представлена по координатам A09.

4.2 Датчик звука

В таблице 4.2 представлено описание контактов датчика звука (микрофона) с комментариями, уточняющими функциональное назначение.

Таблица 4.2 – Описание контактов датчика звука

Номер контакта	Вывод на плате	Комментарий
1	L/R	Выбор канала
2	WS	Для интерфейса I2S
3	SCK	Для интерфейса I2S
4	GND	Земля
5	VDD	Питание
6	SD	Для интерфейса I2S

Неиспользуемые контакты в таблице помечены знаком — в колонке для комментариев. На принципиальной схеме плата представлена по координатам A17.

4.3 Датчик уровня освещенности

В таблице 4.3 представлено описание контактов датчика уровня освещенности с комментариями, уточняющими функциональное назначение контактов. Неиспользуемые контакты в таблице помечены знаком — в колонке для комментариев. На принципиальной схеме плата представлена по координатам A21.

Таблица 4.3 – Описание контактов датчика уровня освещенности

Номер контакта	Вывод на плате	Комментарий
1	VCC	Питание
2	GND	Земля
3	SCL	Для интерфейса I2C
4	SDA	Для интерфейса I2C
5	ADDR	—

4.4 Датчик температуры, влажности и давления

В таблице 4.4 представлено описание контактов датчика температуры, влажности и давления с комментариями, уточняющими функциональное назначение.

Таблица 4.4 – Описание контактов датчика температуры и влажности

Номер контакта	Вывод на плате	Комментарий
1	VIN	Питание
2	GND	Земля
3	SCL	Для интерфейса I2C
4	SDA	Для интерфейса I2C

Неиспользуемые контакты в таблице помечены знаком — в колонке для комментариев.

На принципиальной схеме плата представлена по координатам G21.

4.5 Модуль часов реального времени

В таблице 4.5 представлено описание контактов датчика температуры и с влажности с комментариями, уточняющими функциональное назначение.

Таблица 4.5 – Описание контактов часов реального времени

Номер контакта	Вывод на плате	Комментарий
1	32K	—
2	SQW	—
3	SCL	Для интерфейса I2C
4	SDA	Для интерфейса I2C
5	VCC	Питание
6	GND	Земля

Неиспользуемые контакты в таблице помечены знаком — в колонке для комментариев.

На принципиальной схеме плата представлена по координатам C17.

4.6 Дисплей

В таблице 4.5 представлено описание контактов датчика температуры и с влажности с комментариями, уточняющими функциональное назначение.

Таблица 4.5 – Описание контактов дисплея

Номер контакта	Вывод на плате	Комментарий
1	VCC	Питание
2	GND	Земля
3	SCL	Для интерфейса I2C
4	SDA	Для интерфейса I2C

На принципиальной схеме плата представлена по координатам E17.

4.7 Расчет токоограничивающих сопротивлений для светодиодов

В данном устройстве используются 2 светодиода, один из которых многоцветный и требует дополнительное сопротивление на каждый из 3 анодов. Для ограничения тока, проходящего через них, будут использованы резисторы, номинал которых высчитывается по формуле 4.1:

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

Для светодиода-индикатора подключения устройства к WiFi будет использоваться резистор R_1 с сопротивлением, рассчитанным по формуле 4.2.

$$R_1 = \frac{U_{\text{пит } 1} - U_{\text{пад } 1}}{I_{\text{пр } 1}} = \frac{3,3 \text{ В} - 2 \text{ В}}{0,002 \text{ А}} = 650 \text{ Ом.} \quad (4.2)$$

Для многоцветного светодиода будут использоваться резисторы с сопротивлением R_2 , рассчитанным по формуле 4.3.

$$R_2 = \frac{U_{\text{пит } 2} - U_{\text{пад } 2}}{I_{\text{пр } 2}} = \frac{3,3 \text{ В} - 2 \text{ В}}{0,003 \text{ А}} = 450 \text{ Ом.} \quad (4.3)$$

За неимением резисторов такого номинала в проекте используются резисторы номиналом 700 и 470 Ом соответственно. Применение большего сопротивления, чем требуется, не влияет на работоспособность устройства.

5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

5.1 Требования к разрабатываемому программному обеспечению

Для реализации программной поддержки всех основных аппаратных элементов устройства, описанных в подразделе 2.1, программное обеспечение должно выполнять следующие функции:

- отслеживать текущие параметры среды в комнате (температуру, влажность, освещенность);
- передавать на сервер поток звуковых данных;
- поддерживать подключение по WiFi для отправки данных на сервер;
- выводить информацию о состоянии комнаты на дисплей;
- выполнять включение ночного света при низкой освещенности;
- получать при необходимости с NTP-сервера актуальную дату и время;
- получать и обрабатывать команды, приходящие с сервера.

5.2 Схема программы

Схема программы приведена в приложении Д.

Ниже приведено поблочное описание работы программы.

Блок 1 – загрузка необходимых библиотек.

Блок 2 – объявление глобальных переменных.

Блок 3 – попытка подключения к Wi-Fi.

Блок 4 – проверка состояния подключения к Wi-Fi. Если подключено, перейти к блоку 5, если нет — повторить попытку подключения через 10 секунд, перейти к блоку 3.

Блок 5 – инициализация устройств. Вызов функции `initializeDevices()`. Если устройства инициализированы, перейти к блоку 6, иначе — остановка программы.

Блок 6 – настройка подключения к Firebase. Вызов функции `initializeFirebase()`. Если подключено, перейти к блоку 7, если нет — повторить попытку подключения.

Блок 7 – инициализация сенсоров температуры. Вызов функции `initializeTemperatureSensor()`. Если сенсор температуры инициализирован, перейти к блоку 8, иначе — остановка программы.

Блок 8 – инициализация сенсора влажности. Вызов функции `initializeHumiditySensor()`. Если сенсор влажности инициализирован, перейти к блоку 9, иначе — остановка программы.

Блок 9 – инициализация сенсора освещенности и часов. Вызов функции `initializeLightAndClockSensors()`. Если сенсоры освещенности и часов инициализированы, перейти к блоку 10, иначе – остановка программы.

Блок 10 – инициализация OLED-дисплея. Вызов функции `initializeDisplay()`. Если дисплей инициализирован, перейти к блоку 11, если нет — остановка программы.

Блок 11 – начало основного цикла программы `loop()`.

Блок 12 – считывание данных с сенсоров. Вызов функции `readSensorData()`. Если данные считаны, перейти к блоку 13, если нет – повторить попытку.

Блок 13 – обновление дисплея текущими значениями данных.

Блок 14 – проверка уровня освещенности. Если освещенность ниже порога, включить ночную лампу через `night_lamp()`, если выше – выключить.

Блок 15 – обновление буфера данных. Проверка времени с последнего обновления. Если прошло больше минуты с последнего обновления, сохранить данные в буфер.

Блок 16 – проверка необходимости отправки данных. Если прошло 5 минут или произошли значительные изменения, перейти к блоку 17.

Блок 17 – отправка данных в Firebase. Если произошли значительные изменения, отправить данные через `sendDataToFirebase()`. Если изменений нет, отправить накопленные данные через `sendBufferedDataToFirebase()`.

Блок 18 – отключение Wi-Fi. Если прошло более 5 секунд с последней отправки, отключить Wi-Fi.

Блок 19 – проверка состояния Wi-Fi.

Блок 20 – включить или выключить индикатор светодиода в зависимости от состояния Wi-Fi.

Блок 21 – возврат в основной цикл для повторения операций.

5.3 Исходный текст программы

Полный исходный текст программы приведен в приложении Е.

Строки 1..3 – общее описание курсового проекта.

Строки 4..11 – подключение всех необходимых библиотек для работы с сенсорами, дисплеем, Wi-Fi, Firebase и часами реального времени.

Строки 13..15 – настройка Wi-Fi: указание имени сети (SSID) и пароля для подключения к Wi-Fi.

Строки 17..20 – конфигурация Firebase: настройка конфигурации и аутентификации для подключения к Firebase.

Строки 22..32 – инициализация датчиков и дисплея: объявление переменных и создание объектов для сенсоров (температура, влажность, освещенность), дисплея и часов реального времени.

Строки 34..42 – пины для светодиодов и устройств: определение пинов для подключения светодиодов RGB и основного светодиода.

Строка 45 – пин датчика шума: определение пина для подключения датчика шума.

Строки 47..54 – константы времени: установка временных интервалов для отправки данных и проверки изменений.

Строки 56..79 – буферы данных и флаги: инициализация переменных для хранения данных сенсоров, индексов буфера, флагов и позиции цветового колеса.

Строки 81..169 – прототипы функций: объявление прототипов всех функций, используемых в программе, с детальным описанием их назначения, параметров и возвращаемых значений.

Строки 171..180 – функция `setup()`: инициализация пинов для светодиодов и вызов функции `initializeDevices()` для настройки всех подключенных устройств.

Строки 182..251 – основной цикл работы `loop()`: основной цикл программы, включающий считывание данных с датчиков, управление ночной лампой и отправку данных в Firebase.

Строки 254..274 – функция `connectWiFi()`: функция подключения к Wi-Fi, которая пытается подключиться в течение 10 секунд и выводит статус подключения.

Строки 276..285 – функция `initializeFirebase()`: настройка подключения к Firebase с использованием хоста и токена аутентификации.

Строки 288..315 – функция `initializeSensors()`: инициализация всех подключенных сенсоров, включая проверку их работоспособности.

Строки 317..331 – функция `initializeDisplay()`: настройка OLED-дисплея и вывод начального экрана.

Строки 333..341 – функция `initializeDevices()`: инициализация всех устройств и вызов функций настройки для Wi-Fi, Firebase, сенсоров и дисплея.

Строки 343..365 – функция `readSensorData()`: считывание данных с датчиков и их сохранение в переданные по ссылке переменные.

Строки 368..398 – функция `updateDisplay()`: обновление экрана OLED-дисплея с показом текущих значений параметров и статуса Wi-Fi.

Строки 401..427 – функция `sendDataToFirebase()`: отправка текущих данных сенсоров в Firebase и обновление временной метки при успешной отправке.

Строки 430..463 – функция `sendBufferedDataToFirebase()`: отправка накопленных данных из буфера за последние 5 минут в Firebase с временной меткой.

Строки 466..475 – функция `manageWiFiConnection()`: управление Wi-Fi подключением, которое отключается для экономии энергии после отправки данных.

Строки 478..485 – функция `color()`: установка заданного цвета на светодиодах RGB с использованием значений для красного, зеленого и синего цветов.

Строки 487..509 – функция `night_lamp()`: управление ночной лампой, которое меняет цвет светодиодов RGB по цветовому кругу.

5.4 Разработка пользовательского приложения

Схема программы приведена в приложении Ж.

Полный исходный текст программы приведен в приложении И.

В рамках курсового проекта было разработано удобное и функциональное пользовательское веб-приложение для удаленного мониторинга данных, поступающих с датчиков. Это приложение обеспечивает пользователю возможность в режиме реального времени отслеживать текущие показатели микроклимата и прослушивать комнату ребенка через микрофон на устройстве.

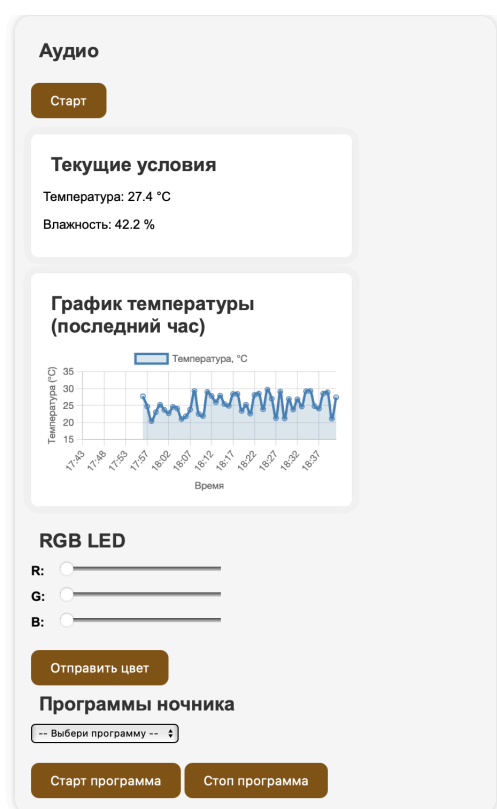


Рисунок 5.1 – Главная страница веб-приложения

6 ОПИСАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ УСТРОЙСТВА

6.1 Разработка печатной платы

В соответствии с принципиальной схемой устройства, приведенной в приложении В, была разработана схема разводки компонентов устройства контроля параметров комнаты ребенка на печатной плате, приведенная в приложении И.

Для изготовления платы принято решение выбрать лазерно-утюжную технологию.

При проектировании платы учитывались следующие требования:

1. Толщина дорожек для лазерно-утюжной технологии должна быть не менее 0.5 мм, с учетом запаса для компенсации возможного брака при печати, переносе на стеклотекстолит и последующем травлении принято решение выбрать ширину основных дорожек 0.9 мм, сигнальных дорожек – 1 мм.

2. Минимальное расстояние между дорожками было выбрано равным ширине дорожки, то есть 9 мм, чтобы избежать коротких замыканий и помех.

3. Диаметр отверстий для сверления был выбран равным 9 мм, контактная площадка имеет диаметр 1,2 мм, то есть вокруг отверстия будет образовано медное кольцо с шириной 0,3 мм, достаточное для качественной пайки.

Для изготовления платы был выбран фольгированный стеклотекстолит. По сравнению с гетинаксом, стеклотекстолит обладает высокой механической прочностью за счет стекловолокна в своей основе, что делает его устойчивым к изгибу и предотвращает повреждения при сверлении отверстий. Он выдерживает более высокие температуры, что особенно важно при пайке. Кроме того, стеклотекстолит практически не впитывает влагу, что делает его долговечным и надежным даже в условиях повышенной влажности.

Его электрические характеристики стабильны в широком диапазоне частот и температур, что особенно важно учитывая, что выбранный ранее микроконтроллер ESP32-WROOM-32 работает на высоких частотах для подключения к сети Wi-Fi.

С учетом того, что устройство не потребляет большие токи, толщина медного слоя стеклотекстолита была выбрана равной 0,2 мм. Этого достаточно, чтобы дорожки не перегревались.

При выборе раствора для травления печатных плат были рассмотрены и использованы три основных варианта: раствор на основе медного купороса, раствор перекиси водорода с лимонной кислотой и классическое хлорное железо.

Первый вариант – раствор медного купороса с лимонной кислотой. Этот состав отличается доступностью и простотой приготовления. Такой раствор обеспечивает стабильное и равномерное травление, не вызывает резких химических реакций и безопасен для хранения. Он не агрессивен к

окружающей среде, не оставляет трудно выводимых пятен, что делает возможным травление в домашних условиях.

Второй вариант – раствор перекиси водорода с лимонной кислотой. Этот раствор имеет ряд недостатков: перекись водорода быстро теряет активность, что делает его нестабильным при хранении и приготовление раствора требует точного соблюдения пропорций, иначе возможна недостаточно активная реакция и, следовательно, медленный процесс травления.

Третий вариант – хлорное железо. Это классический травильный раствор, известный своей эффективностью и скоростью работы. Однако этот реагент имеет значительные недостатки. Хлорное железо довольно агрессивно, его трудно утилизировать безопасно, и оно требует специального хранения.

В итоге выбор был остановлен на плате, протравленной водным раствором медного купороса, так как он обеспечил наиболее качественный результат.

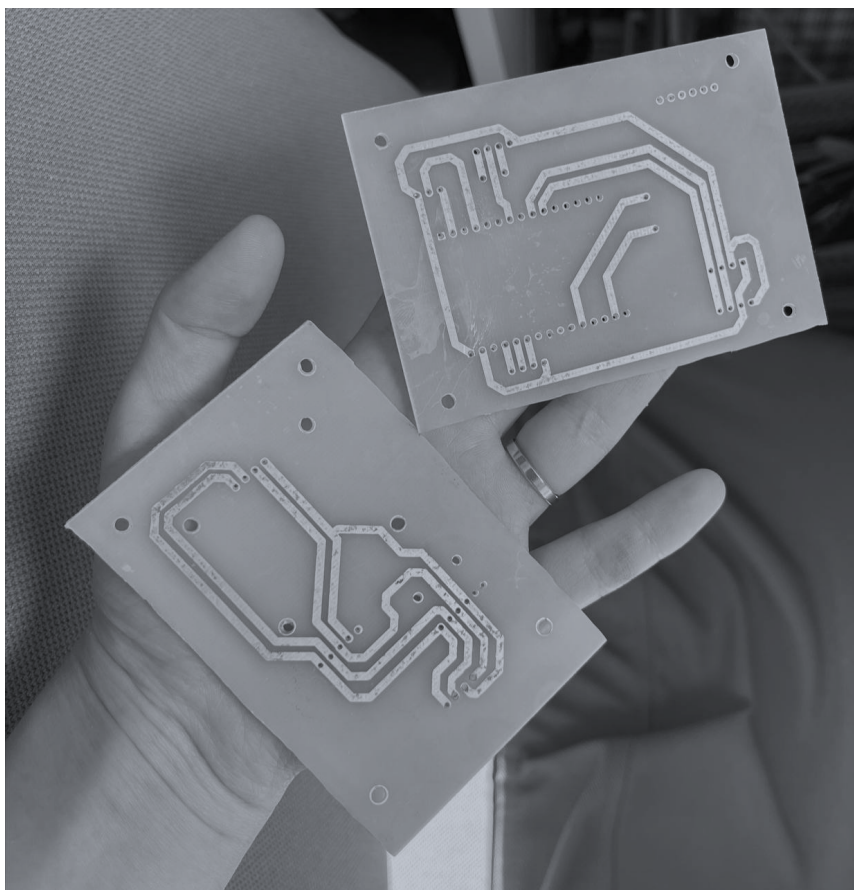


Рисунок 6.1 – Готовая печатная плата

Для лужения печатной платы использовалось жидкое олово, которое удобно в использовании, позволяет быстро обработать всю поверхность и обеспечивает эстетически привлекательный результат с ровным и

равномерным покрытием дорожек и контактных площадок. Такой метод лужения подходит для плат, требующих надежности и долговечности.

Готовая плата приведена на рисунке 6.1.

Схема разводки для изготовления печатных плат приведена на рисунке 6.2.

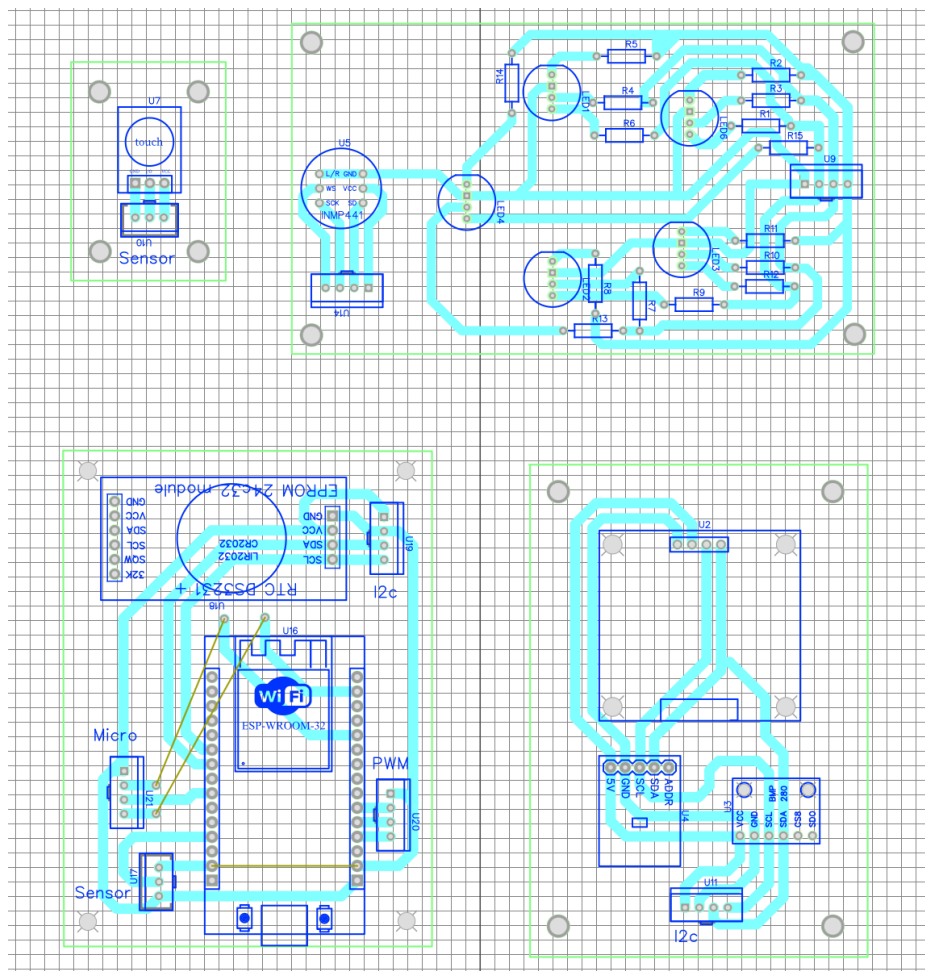


Рисунок 6.2 – Разводка печатных плат

6.2 Разработка модели корпуса

С учетом предполагаемой специфики использования устройства в детской комнате, оно должно находиться в специальном корпусе, разработанном с учетом следующих требований:

1. Устройство должно иметь прочный и устойчивый к опрокидыванию корпус для обеспечения безопасности при использовании в детской комнате.
2. Корпус должен быть выполнен из нетоксичных материалов, соответствующих экологическим стандартам и безопасных для детей.
3. Поверхность корпуса должна быть без выступающих частей, чтобы предотвратить травмирование ребенка.

4. Все элементы корпуса должны быть устойчивы к повреждениям, а также легко очищаться от загрязнений.

5. Устройство должно иметь надежные и безопасные механизмы крепления, предотвращающие возможность разборки или открытия корпуса детьми.

6. В конструкции корпуса необходимо предусмотреть защиту от попадания пыли и мелких предметов внутрь устройства.

7. Устройство должно быть оснащено яркими элементами дизайна, которые привлекают внимание детей.

8. Все электронные компоненты должны быть защищены от перегрева и коротких замыканий, чтобы минимизировать риски возникновения пожара или других опасных ситуаций.

Для создания корпуса, соответствующего данным требованиям, было принято решение изготовить его из пластика PETG. Выбор данного материала обусловлен следующими факторами:

1. Высокая прочность и устойчивость к ударам. PETG обладает отличными механическими характеристиками, что делает его устойчивым к повреждениям при падениях и ударах, а также минимизирует риск деформации корпуса при воздействии внешних факторов.

2. Безопасность для здоровья. PETG является нетоксичным материалом, не выделяющим вредных веществ при эксплуатации, что делает его абсолютно безопасным для детей. Он также соответствует международным стандартам безопасности, включая стандарты для детских товаров.

3. Устойчивость к воздействию внешней среды. PETG не боится воздействия влаги, температурных колебаний, а также устойчив к воздействию химических веществ, таких как бытовые моющие средства, что упрощает уход за корпусом и сохраняет его внешний вид.

4. Легкость в обработке и формовании. PETG легко поддается термоформовке и может быть использован для создания сложных форм с точными геометрическими характеристиками. Это позволяет создавать корпус с гладкими поверхностями и без острых углов, что минимизирует риск травм.

5. Прозрачность и эстетические качества. PETG может быть изготовлен в прозрачной или полупрозрачной форме различных цветов, что дает возможность использовать подсветку или декоративные элементы внутри устройства, добавляя эстетическую привлекательность без ущерба для безопасности.

6. Экологичность. PETG является перерабатываемым материалом, что способствует снижению воздействия на окружающую среду. Это важный фактор при производстве детских товаров, где экологическая безопасность имеет первостепенное значение.

7. Долговечность. PETG обладает высокой износостойкостью и долговечностью, что гарантирует продолжительный срок службы устройства даже при интенсивном использовании в детской комнате.

С учетом всех требований были разработаны чертеж и пространственная модель корпуса устройства. Чертеж с указанием точных размеров приведен в приложении К, в приложении Л приведена его 3D-модель.

Рисунок 6.2 – Вариант реализации корпуса

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Техническая документация к ESP8266E [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [2] Техническая документация к ESP-WROOM-32 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [3] Техническая документация к ATmega328 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega328-328P-328PB-Data-Sheet-DS40002061B.pdf>. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [4] Техническая документация к DHT11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT11.pdf>. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [5] Техническая документация к BME280 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/environmental_sensors_2/bme280/bst-bme280-ds002.pdf. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [6] Техническая документация к АНТ10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aosong.com/userfiles/files/media/others/АНТ10.pdf>. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [7] Техническая документация к ХН-М131 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.electrodragon.com/w/images/8/8e/ХН-М131.pdf>. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [8] Техническая документация к ВН1750 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mouser.com/datasheet/2/348/bh1750fvi-e-186247.pdf>. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [9] Техническая документация к TSL2561 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/TSL2561.pdf>. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [10] Техническая документация к KY-037 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1284505/JOY-IT/KY-037.html>. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [11] Техническая документация к MAX9814 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/INMP441.pdf>. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [12] Техническая документация к SPH0645LM4H-B [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alldatasheet.com/html-pdf/791053/KNOWLES/SPH0645LM4H-B/3360/11/SPH0645LM4H-B.html>. – Дата доступа: 23.08.2024.
- [13] Техническая документация к OLED [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.smart-prototyping.com/0-96-OLED-Display-IIC-New-Version>. – Дата доступа: 25.09.2024.

[14] Техническая документация к LCD1602 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1574132/CRYSTAIFONTZ/LCD-1602A.html>. – Дата доступа: 25.09.2024.

[15] Техническая документация к LCD2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.handsontec.com/dataspecs/I2C_2004_LCD.pdf. – Дата доступа: 25.09.2024.

[16] Техническая документация к WeMos D1 R1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.handsontec.com/dataspecs/I2C_2004_LCD.pdf. – Дата доступа: 25.09.2024.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Схема электрическая структурная

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Схема электрическая функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Схема электрическая принципиальная

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Перечень элементов

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

Схема программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

Исходный текст программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

Схема программы пользовательского приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(обязательное)

Исходный текст программы пользовательского приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(обязательное)

Чертеж электромонтажный

ПРИЛОЖЕНИЕ К
(обязательное)

Чертеж теоретический

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
(обязательное)

Чертеж общего вида

ПРИЛОЖЕНИЕ М
(обязательное)

Ведомость документов