

**Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
города Москвы
«Школа № 2103»**

**ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО КОМАНДНОМУ КЕЙСУ №3
МОСКОВСКОЙ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ**

**Модуль наблюдения за стратостатным запуском
Выполненный командой «Клевер»**

В состав команды входят:
Ученики 10 «Т» класса ГБОУ Школы №2103
Журавлев Роман Александрович
Волкова Ксения Александровна
Ковалева Вероника Алексеевна
Фельк Кирилл Владимирович

Научные руководители:
инженер Ткаченко Артём Алексеевич

Москва, 2023

1 Введение	3
2 Наша команда	4
3 Цели \ задачи	5
3.1 Наши цели	5
3.2 Наши задачи	6
4 Описание устройства	7
4.1 Элементы устройства	7
5 Функциональность	8
5.1 Функции	8
6 Устройство	10
6.1 Описание устройства	10
6.2 3D модель CubeSat	12
7 Электроника	13
7.1 Описание электронных компонентов	13
7.2 Таблицы электро-компонентов	14
7.3 Схемы электроники	16
8 Код	17
8.1 Листинг	17
9 Список использованных источников	18

CubeSat - многофункциональная установка. Помогает проводить испытание чего-либо в наиболее приближенных к реальности условиях перед применением в более сложных и дорогостоящих космических проектах. Например, обкатка техники для ведения съемки или изучение новых материалов.

Один из вариантов — сбор информации о магнитном поле планеты и его колебаниях для раннего обнаружения землетрясений.

Эксперименты могут быть даже биологическими, например, отправить CubeSat со штаммами дрожжей для изучения воздействия радиации на живые организмы.

Для студентов CubeSat — это уникальная возможность еще в учебном заведении проследить весь цикл создания беспилотного космического аппарата и принять участие в его разработке. Применение тут тоже в основном научное: фотосъемка, изучение атмосферы, климата, перемещения популяций животных и т. д.

Информацию, которую позволяет получать выведенный на орбиту CubeSat, можно продавать. Например, фотографии полей из космоса интересуют фермеров, а снимки городов — тех, кто отвечает за их развитие.

Участие в разработке проекта приняли (рис. 1):

Журавлев Роман Александрович - капитан, программист, ответственный за коммуникацию

Волкова Ксения Александровна - капитан, разработчик 3D моделей, дизайнер документации проекта

Ковалева Вероника Алексеевна - программист, дизайнер интерфейса

Фельк Кирилл Владимирович - ответственный за разработку электронной начинки устройства и документации к ней



Рисунок 1 - Фотографии команды “Клевер” с перечнем основного функционала

3 Цели и задачи

3.1 Наши цели

Разработать устройство CubeSat (далее – девайс). Подобное устройство позволяет собирать разнообразные данные. В нашем случае собирать информацию о высоте и температуре.

В девайсе должно быть предусмотрено:

1. Наличие высотомера
2. Наличие датчика температуры
3. Наличие модуля радиопередатчика

3.2 Наши задачи

1. Разработать надежную конструкцию CubeSat (далее - девайс):
 - a. определить все компоненты девайса, определить надежный способ соединения отдельных частей девайса в единую конструкцию и оптимальные размеры;
 - b. определить порядок взаимодействия компонентов девайса.
2. Продумать и подготовить компоненты девайса:
 - a. продумать расположение электронных компонентов внутри девайса;
 - b. продумать взаимодействие электронных компонентов между собой и управление ими;
 - c. продумать связь между девайсом и станцией;
 - d. разработать 3D модель отдельных компонентов устройства и сборки девайса, используя приложение Fusion 360 и возможности 3D принтера, лазерного и фрезерного Ч.П.У. станков с учетом имеющихся материалов.
3. Разработать управляющую программу устройства:
 - a. разработать диаграмму последовательности и диаграмму состояний;
 - b. разработать программный код для управления электронными компонентами и передачей данных на станцию.
4. Объединить все составляющие девайса и проверить на работоспособность при необходимости отладить.

CubeSat представляет собой куб, внутрь которого помещены некоторые приборы для измерения высоты и температуры.

Данное устройство нужно для передачи некоторой информации на станцию. Подключение к станции осуществлено дистанционно. После включения и инициализации система переключается в режим прослушивания радиоканала для приема и расшифровки входящих сообщений со станции. После получения сообщения CubeSat начинает считывать данные в течении 20 секунд и каждую секунду шифровать их и отправлять на станции, а затем возвращается обратно в состояние прослушивания радиоканала.

4.1 ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ

- Корпус;
- Направляющие для выгрузки CubeSat из носителя;
- Система крепления электронных компонентов;

5 Функциональность

5.1 Функции

- Принятие сигналов со станции
- Расшифровка сигналов со станции
- Считывание данных с датчиков температуры и высотомера
- Шифровка данных с датчиков
- Отправка данных на станцию

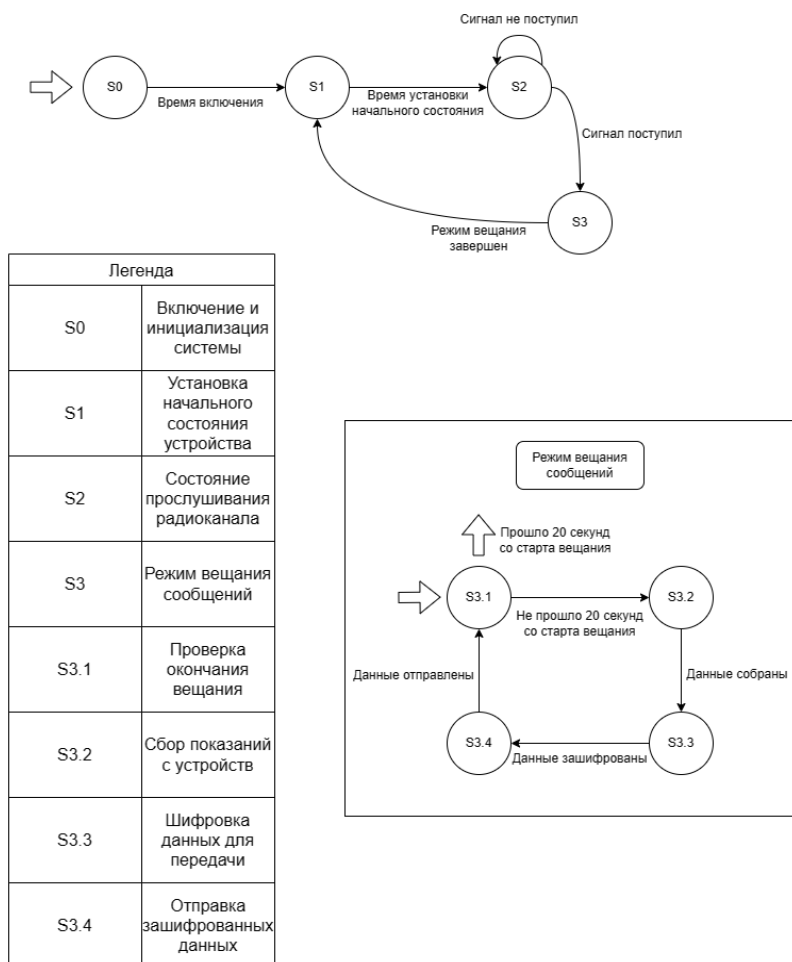


Рисунок 2 - диаграмма StateMachine

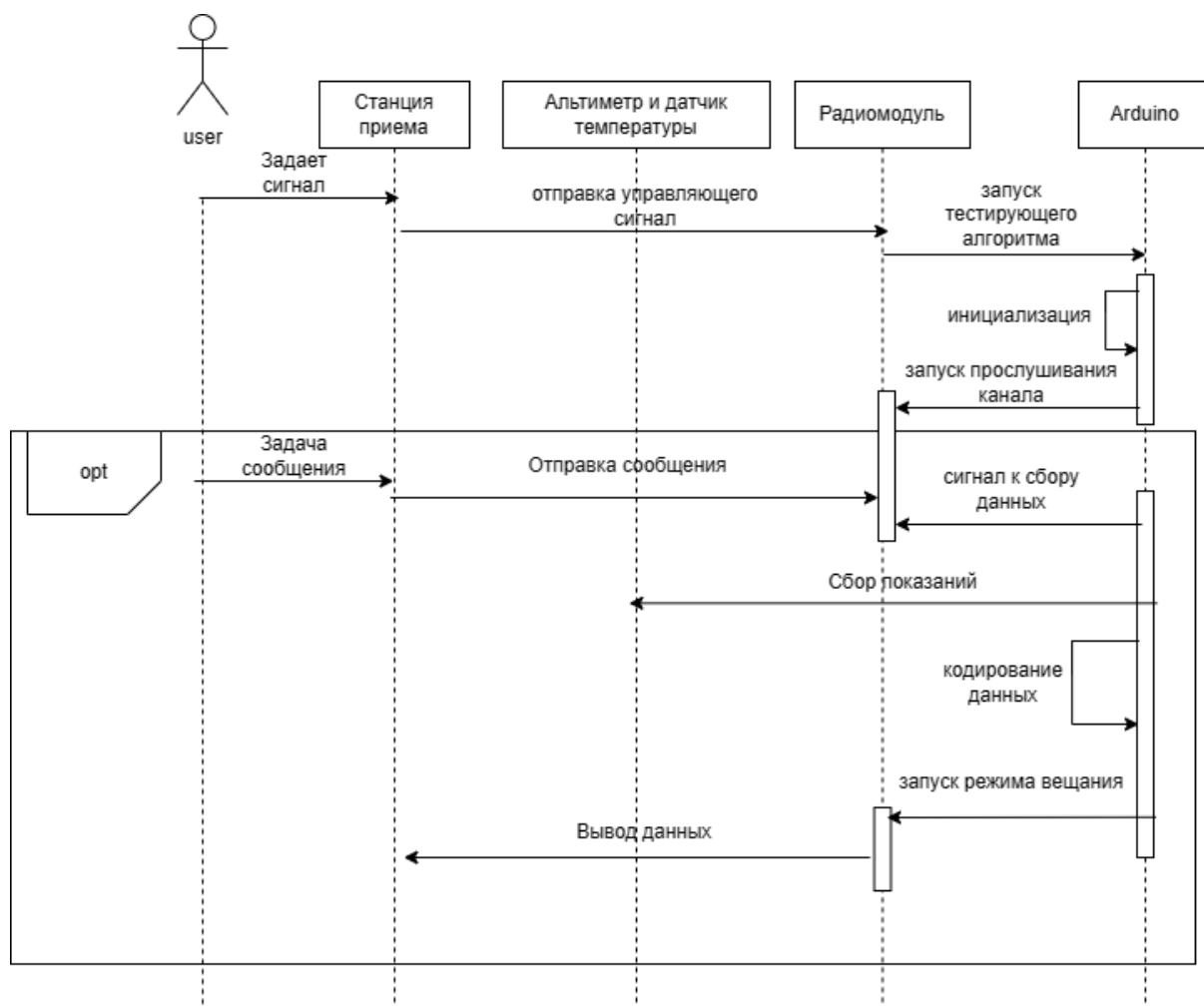


Рисунок 3 - диаграмма Sequence

6.1 ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Для выбранного модуля требуется реализовать весь его необходимый функционал, а также корпус cubesat 1u и систему крепления разрабатываемого модуля в нем.

Модуль состоит из высотомера, датчика температуры и модуля радиопередатчика.

При получении радиосигнала устройство должно исполнять тестирующий алгоритм (1), снимающий показания с датчиков и отправляющих их на радиостанцию (2).

Алгоритм работы устройства (1):

1. Включение и инициализация систем;
2. Установка начального состояния устройства;
3. Начало прослушивания радиоканала;
4. Прием и расшифровка входящих сообщений;
5. При получении сообщения со станции:
 - a. Переход в режим вещания сообщений;
 - b. На протяжении последующих 20 секунд каждую секунду;
 - Отправка сообщения на станцию с показаниями возвышения, температуры и времени;

Снимаемые данные должны быть откалиброваны и представляться в определённом формате (2):

1. Показания альтиметра должны быть скорректированы с учетом температурных изменений.

Показания температуры отфильтрованы алгоритмом бегущего среднего арифметического.

2. На станцию должны отправляться показания альтиметра в виде вещественного числа с точностью 1 знак после запятой, целочисленное значение температуры и целочисленное время со старта устройства в секундах.

Отличительной чертой спутника формата cubesat являются направляющие рельсы. Внутреннее содержимое спутника поддается интерпретации, но размеры и рельсы остаются неизменными.

6.2 3D модель CUBE SAT

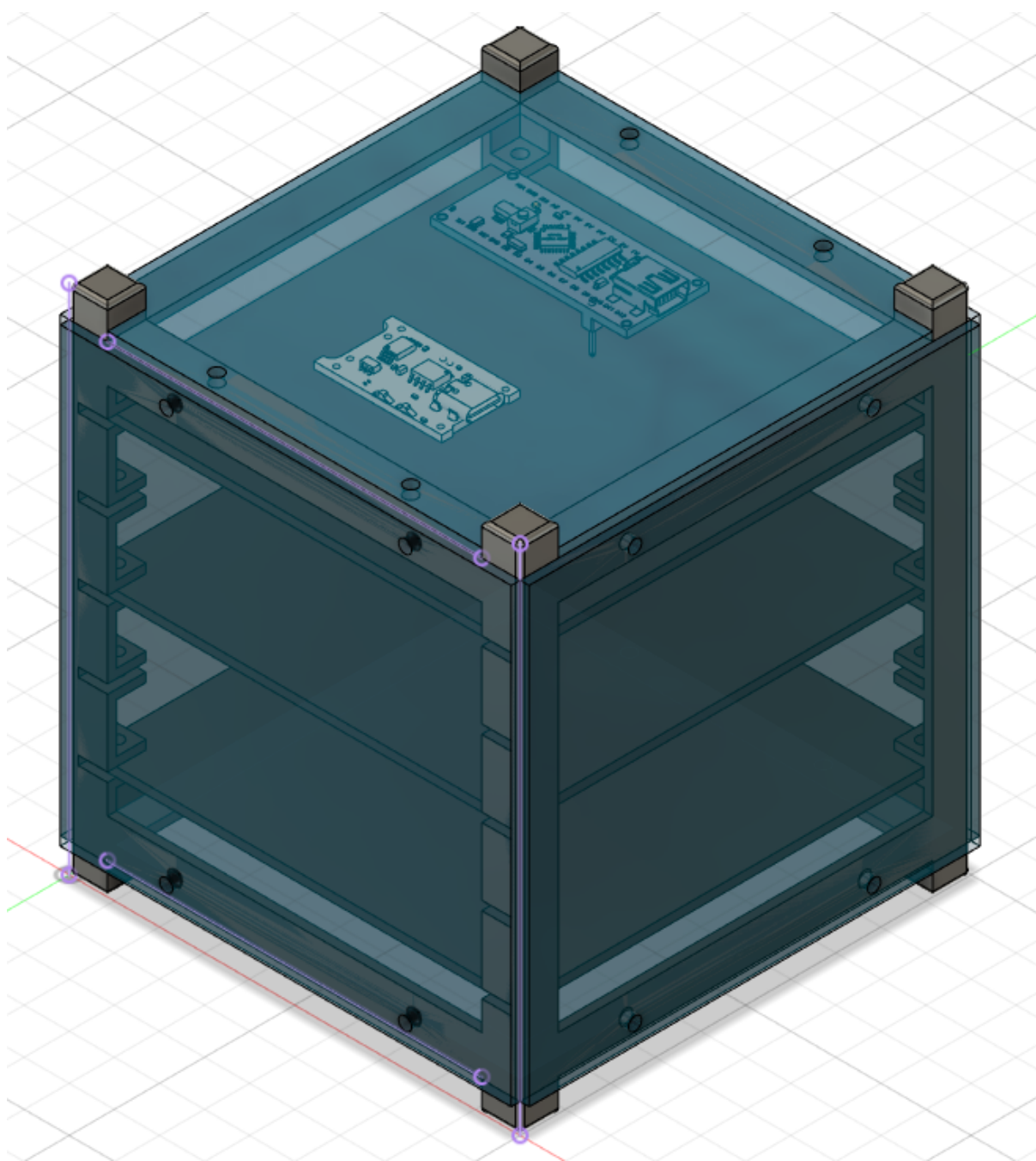


Рисунок 4 - 3D модель CubeSat

7.1 ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Датчик температуры и давления были выбраны исходя из требований, поставленных в техническом задании.

Отладочная плата ESP8266 требуется для управления всеми электрическими компонентами.

Для защиты устройства создаем запас мощности при помощи керамических конденсаторов 0.1 мкф.

7.2 ТАБЛИЦЫ ЭЛЕКТРО-КОМПОНЕНТОВ

Таблица Электрокомпонентов

Имя	Устройства	Модель	Параметры	Комментарий
WEMOS	Отладочная плата ESP8266	WEMOS D1 MINI	In: 3,3 V USB выход WIFI module max: 3,2 V 2,5 x 3,5 см	Отладочная плата для отправки/передачи данных с датчиков
BM	Датчик температуры и атмосферного давления	BME280	15,5 x 12 x 5,5 мм 3,5 – 5,5 V 0,3 A N = 1 Гц T = 0 – 50 °C P = 20 – 80 %	Измеряет температуру во время запуска устройства
LORA	Приёмник /передатчик LORA	SX1278 (RA-02)	27 x 20 мм Range 1: 0 – 10 км Range 2: 410 – 525 МГц T = - 40 – 85 °C 0 – 120 мА V = 0 – 300 кбит/сек	Sound Module для отправки и получения данных устройства
Li-Po	Блок питания	Li-Po 11.1v 1100mAh	106 x 34 x 23 мм 11,1 V 1100 мАч 25 - 50 A	БП - использующийся для питания устройств
CC	Конденсатор		0,1 мкф 100 нФ 35 V 7 x 7 мм	Выступает в роли разделительного/блокировочного конденсатора
TP	Контроллер питания	TP4056	25 x 17 x 4 мм In: 4,5 – 5,5 V U = 4,2 V (full charge) Range: - 10 – 85°C	Выступает в роли стабилизации питания от аккумулятора

Рисунок 5 - таблица электрокомпонентов

Таблицы подключений

ESP8266

Пин	Назначение пина	Устройство	Пин устройства	Комментарий
OUT+	Осуществляет Питание от аккумулятора	TP4056	BAT+	Питание от БП
B-	Осуществляет заземление от аккумулятора	TP4056	BAT-	Заземление от БП
VCC	Осуществляет питание передатчика LORA	SX1278 (RA-02)	5V	Питание датчика
GND	Осуществляет заземление передатчика LORA	SX1278 (RA-02)	G	Заземление датчика
PIN2	Осуществляет второстепенное питание датчика	SX1278 (RA-02)	D1	Питание датчика
PIN3	Осуществляет второстепенное питание датчика	SX1278 (RA-02)	D2	Питание датчика
PIN4	Осуществляет второстепенное питание датчика	SX1278 (RA-02)	D3	Питание датчика
PIN6	Осуществляет второстепенное питание датчика	SX1278 (RA-02)	D4	Питание датчика
3,3V	Осуществляет питание датчика температуры	BME280	3,3V	Питание датчика
GND	Осуществляет заземление датчика	BME280	PIN15	Заземление датчика
SCK	Осуществляет тактирование шины цифрового сигнала	BME280	D8	Тактирование шины
SDI	Осуществляет вход и выход цифрового сигнала	BME280	D7	Вход/выход сигнала

Рисунок 6 - Таблица подключений

7.3 СХЕМЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

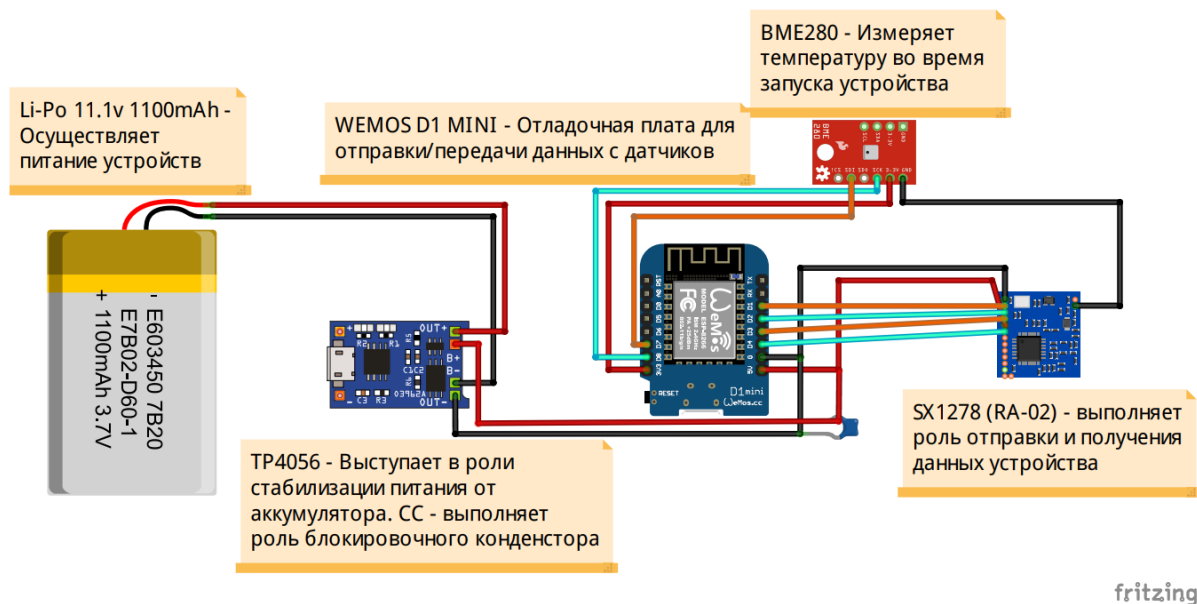


Рисунок 7 - монтажная схема

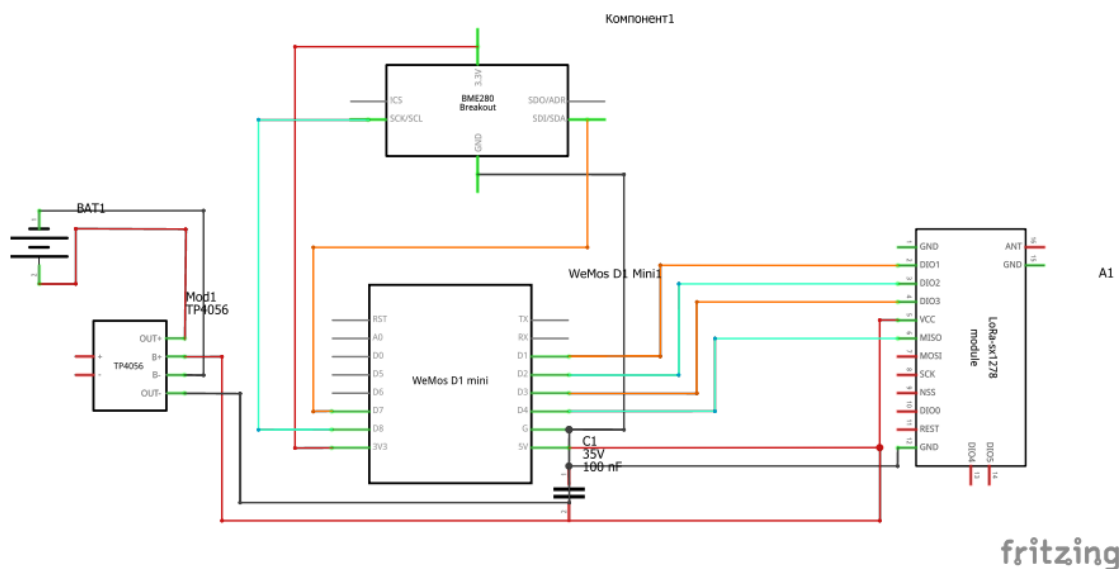


Рисунок 8 - принципиальная схема

8 Код

8.1 Листинг

```
1  #include <ESP8266WiFi.h>
2  #include <HTTPClient.h>
3  const char ssid =
4  const char password =
5  void setup() {
6      Serial.begin(115200);
7      WiFi.begin(ssid, password);
8      while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
9          delay(5000);
10         Serial.println("Подключение к WI-FI");
11     }
12     Serial.println("Подключени к WI-FI");
13 }
14
15 void loop() {
16     if ((WiFi.status() == WL_CONNECTED)) {
17         HTTPClient http;
18         http.begin("http://api.thingspeak.com/update?api_key=YOUR_API_KEY&field1=0");
19         int httpCode = http.GET();
20         String payload = http.getString();
21         Serial.println(httpCode);
22         Serial.println(payload);
23         http.end();
24     } else {
25         Serial.println("Ошибка подключения к WI-FI");
26     }
27     delay(45000);
28 }
29 #include <Wire.h>
30 #include <SPI.h>
31 #include <Adafruit_Sensor.h>
32 #include <Adafruit_BME280.h>
33
34 #define BME_SCK 13
35 #define BME_MISO 12
36 #define BME_MOSI 11
37 #define BME_CS 10
38
```

Продолжение кода на github (ссылка на код C++ в github: [clever_predprof_cubesat/Код C++.ino](https://github.com/clever_predprof_cubesat/Код-C++.ino) at main · AklRoman/clever_predprof_cubesat (github.com))

9 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1) плейлист видеоуроков на YouTube "Уроки Arduino и программирования" -

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLgAbBhxTglwmVxDDC5TSYUI91oZ0LZQMw>

2) видеоурок на YouTube "Разводим печатные платы в EasyEDA. Большой гайд" - https://www.youtube.com/watch?v=9FS1m_K8aWI

3) статья "Ebyte LoRa E22 device for Arduino, esp32 or esp8266: configuration" - 3" -

<https://www.mischianti.org/2022/03/29/ebyte-lora-e22-device-for-arduino-esp32-or-esp8266-configuration-3/amp/>