**Анализатор качества воздуха**

Идея устройства состоит в том, что оно должно определять состав воздуха на предмет наличия вредных частиц как ультрадисперсные взвешенные частицы (PM2.5, PM10) и окись углерода (CO), устанавливая таким образом индекс качества воздуха и передавая полученные данные в сеть интернет, позволяя получить к ним доступ из любой локации, где есть интернет, мониторить состояние атмосферы в регионе издалека и проводить аналогии с показателями из других точек мира.

Определяемый индекс рассчитывается на основе средней концентрации загрязнителей в пределах суток для большинства из них (для CO и O3 нужно втрое меньше времени). В целом имеются 8 загрязнителей, определяемых суммарным индексом качества воздуха. Помимо указанных выше PM2.5, PM10 и CО имеются двуокись азота (NO2), диоксид серы (он же сернистый газ, SO2), озон (на уровне с землей, O3), аммиак (NH3) и свинец (Pb). В разных частях света концентрация данных веществ разная, и не везде их все измеряют, поэтому берется субиндекс, рассчитываемый по линейной функции концентрации ультрадисперсных частиц PM 2.5 и 10. Из худшего показателя устройство выведет суммарный индекс качества воздуха.

**Сборка и настройка устройства**

Используются шесть необходимых компонентов. Первый – программный модуль ESP32. Второй – датчик SDS011. Он использует активную лазерную спектроскопию, способную обнаруживать в воздухе малейшие вредные частицы – свет лазера рассеивается при контакте с частицами воздуха, который далее преобразовывается в электрический сигнал и, следовательно, в показатель концентрации PM2.5 и PM10.

С ним в проекте используются датчик температуры и влажности DHT11 и датчик газа MQ-7, рассчитанный на определение концентрации CO в ppm (частицах на миллион). Доступен для покупки в модуле или отдельно от него. Для устройства нужно заменить резистор на тот, что имеет сопротивление 10 кОм. Стандартный резистор RL с сопротивлением 1 кОм не будет работать в рамках устройства.

0.96’ SPI OLED Display Module – дисплей, подобный тому, что используется в современных телевизорах, только его максимальное разрешение ограничено 128 на 64 пикселя. Проект использует монохромный дисплей с диагональю 0.96 и тремя разным коммуникационными протоколами: 3-х проводный SPI, 4-х проводный SPI и I2C. Его задачей будет вывод показателя содержания PM2.5 и PM10 в микрограммах на кубический метр (µg/m3) и CO в милиграммах на кубический метр (mg/m3). Последним пунктом идут соединительные провода. Большинство компонентов доступны для заказа на AliExpress (http://alii.pub/661q3m, http://alii.pub/5lpugn, http://ali.pub/5ejfjd, http://ali.pub/5by7jg).

Устройство выведет данные на сервис Adafruit IO, с помощью которого можно будет отслеживать поступающие с устройства данные. Сначала нужно зарегистрироваться на сайте и сохранить сгенерированный ключ. Далее – создать фиды, куда будут сохраняться данные с устройства (CO, PM2.5, PM10, температура, влажность и индекс качества воздуха).

После этого нужно создать панель инструментов, которая и позволит визуализировать данные - слайдер и круговой показатель в дополнение к числовым значениям, для которого затем выбрать необходимый данные для отображения. Показатель можно кастомизировать под предпочтения пользователя, меняя толщину круга, заполняемый цвет и шрифт выводимых значений. Сделать это нужно для всех фидов. Сервис также может вести учет нндекса качества воздуха за последние 30 дней в виде графика.

Программный код модуля ESP32 использует библиотеки SDS011, Adafruit\_GFX, Adafruit\_SSD1306, Adafruit\_MQTT и DHT.h. Первые три библиотеки инсталлируются через менеджер Arduino IDE. Другие доступны на GitHub (https://github.com/adafruit/Adafruit\_MQTT\_Library, https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library).

В коде задается подключение библиотек, размеры дисплея, контакты для связи с ним, параметры доступа к WiFi и Adafruit IO (сюда заносится MQTT сервер, порт и ключ, получаемый при регистрации на сервисе) и фиды, куда будут занесены данные с датчиков.

Далее через функцию void setup() инициализируются датчики DHT и SDS011 и дисплей и настраивается сбор данных с датчиков. Функция millis() будет считывать данные ежечасно с аналогового выхода датчика MQ-7 по формуле *RvRo = MQ7Raw \* (3.3 / 4095)* , где RvRo – аналоговое значение напряжения, MQ7Raw – значение с выхода аналогового цифрового преобразователя аналогового контакта, к которому подключен MQ-7.

Значения PM2.5 и PM10 считываются в ug/m3, CO - в PPM. Для преобразования PPM в mg/m3 используется формула Concentration (mg/m3) = Concentration (PPM) × (Molecular Mass (g/mol) / Molar Volume (L)), где молекулярная масса равна 28,06 g/mol, молярный объем равен 24,45L при 25 градусах Цельсия.

Корпус устройства представляет из себя коробочку, чьи размеры выверены по размерам всех компонентов. Корпус можно найти на Thingiverse – сайте, куда выкладывают преимущественно stl-файлы для 3D-печати (https://www.thingiverse.com/thing:4658504). В распечатанном на 3D-принтере корпуса и размещаются все компоненты устройства.

Датчики подключаются к питанию +5V, дисплей – 3.3V. Компоненты размещаются на перфорированной плате, модуль ESP32 крепится на самой плате, датчики и дисплей подсоединяются с помощью проводов. Для удобства дисплей монтируется на крышке корпуса. Устройство запитывается от адаптера на 12V.

**Ограничения**

Главное ограничение устройства состоит в том, что он заточен на определение PM2.5, PM10 и CO, так как они одни из наиболее распространенных загрязнителей воздуха. Устройство не выведет показатели концентрации двуокиси азота, аммиака, диоксида серы и прочих, так как не его датчики не заточены на расчет прочих загрязнителей. Устройство также не подлежит расширению функционала, его корпус не сможет вместить больше аппаратного обеспечения. Можно создать отдельное устройство, заточенное на другие загрязнители – например, с помощью датчика MQ-135 можно фиксировать концентрацию углекислого газа CO2, а MQ-137 – концентрацию аммиака.