

**АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОДЕЛИ АНАЛИЗА
ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

В современных условиях стремительного развития технологий и увеличения объемов данных, анализ параметров окружающей среды представляет собой ключевую задачу, требующую масштабируемых и эффективных решений. Одноплатные компьютеры, такие как Raspberry Pi, Banana Pi, Orange Pi, ASUS Tinker Board, Arduino и аналогичные устройства, обеспечивают уникальную возможность для реализации таких решений благодаря своей компактности, низкому энергопотреблению, гибкости и модульности [1 – 2]. Модели анализа данных на базе одноплатных компьютеров, могут варьироваться от простых систем, собирающих и обрабатывающих данные с сенсоров до сложных алгоритмов, использующих машинное обучение для предсказания изменений в окружающей среде. Благодаря открытой архитектуре и большому количеству доступных датчиков, платформы одноплатных компьютеров становятся мощным инструментом для создания прототипов таких систем, что способствует быстрому внедрению инновационных решений в области экологии.

Платформа ESP32 включает все необходимые модули для функционирования как в роли точки доступа, так и в качестве клиентского устройства. В её состав входит оперативная память, определенный объем флэш-памяти и другие стандартные компоненты для микроконтроллеров, что позволяет избежать использования дополнительных микросхем, ограничиваясь лишь одним корпусом. Для синхронизации показаний датчиков с конкретными временными моментами применяется модуль реального времени (RTC). При автономной работе чип загружает приложение из внешней флэш-памяти. Встроенный высокоскоростной кэш способствует повышению производительности системы и эффективному использованию оперативной памяти. ESP8266EX включает в себя антенный переключатель, согласующий трансформатор, усилитель мощности, малошумящий усилитель, фильтры и модули управления питанием. Компактная архитектура и высокая степень интеграции способствуют уменьшению размеров печатной платы и минимизации количества внешних компонентов. Данное устройство основано на расширенной версии 32-битного процессора Lx106 и оснащено встроенной

**Работа выполнена под руководством Курносова Р.Ю., к.т.н., доцента ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

оперативной памятью (SRAM). Он может быть подключен к внешним датчикам и другим устройствам через интерфейсы общего назначения для ввода/вывода (GPIO). Ниже представлена функциональная схема ESP8266EX.

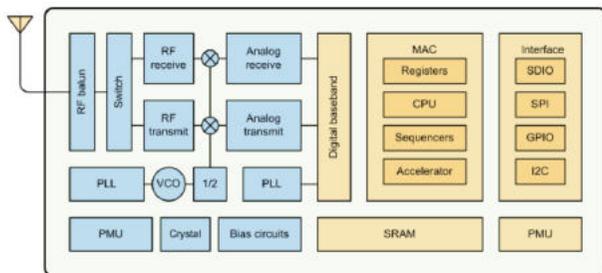


Рисунок 1. Функциональная блок-схема ESP8266EX

На основе изучения принципов работы одноплатных компьютеров и особенностей чипа ESP8266EX был разработан алгоритм функционирования модели анализа параметров окружающей среды, блок-схема которого представлена на рисунке 2. После подачи напряжения питания на устройство должна производиться инициализация микроконтроллера. На этапе инициализации необходимо установить соединение с датчиками и выполнить их начальную настройку: импорт необходимых библиотек для работы с датчиками, настройку параметров соединения и проверку целостности соединений и работа датчиков. На этапе сбора данных устройство начинает циклически опрашивать датчики для получения требуемых показаний, при этом устанавливается периодичность опроса, например, каждые 10 секунд. Полная процедура может выглядеть следующим образом:

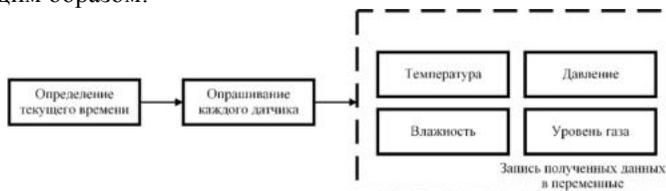


Рисунок 3. Процесс сбора данных

Микроконтроллер опрашивает поочередно все датчики и сохраняет считанные значения. Как правило, в процессе считывания значений физических величин с датчиков требуется выполнить процесс нормирования показаний, т.е. приведение их к единому

масштабу, а также необходимо проверять, входят ли собранные значения в допустимые пределы и не содержат ли они аномалий.

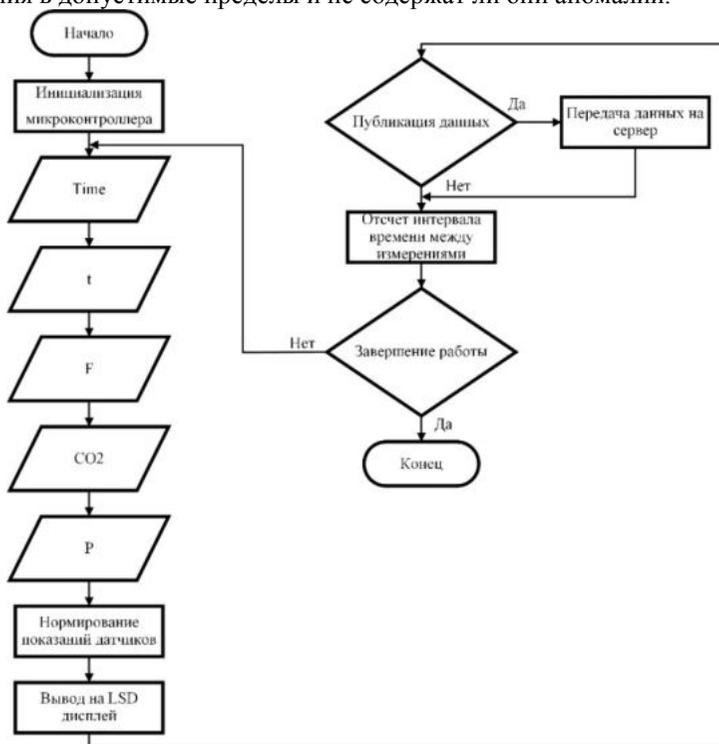


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма функционирования модели анализа параметров окружающей среды

t – температура; F – влажность; CO2 – датчик газа; P – давление

После проверки данные могут быть или сохранены локально (например, в файле CSV или базе данных) или отправлены на удаленный сервер для дальнейшего анализа (например, в облачные хранилища). Для удобства использования устройств мониторинга визуализация данных осуществляется на LSD дисплее [2 – 3]. Алгоритм функционирования модели анализа параметров окружающей среды на одноплатном компьютере основан на интеграции различных сенсоров и математических моделей для обработки и анализа данных. Для моделирования используются следующие уравнения:

1. Уравнение состояния:

$$X(t)=AX(t-1)+BU(t)+W(t) \quad (1)$$

где $X(t)$ – вектор состояния; A – матрица перехода; B – матрица управления, $U(t)$ – вектор управления; $W(t)$ – случайное возмущение, представляющее шум в системе.

2. Модель наблюдения:

$$Z(t)=CX(t)+V(t) \quad (2)$$

где $Z(t)$ – вектор наблюдаемых данных; C – матрица, связывающая состояние с наблюдениями; $V(t)$ – вектор наблюдательного шума.

Для расчета параметров окружающей среды используется алгоритм фильтрации Калмана, который минимизирует среднеквадратичную ошибку между предсказанными и фактическими значениями. Формулы обновления состояния и ковариационной матрицы включают следующее:

$$X(t|t)=X(t|t-1)+K(t)(Z(t)-CX(t|t-1)) \quad (3)$$

$$P(t|t)=(I-K(t)C)P(t|t-1) \quad (4)$$

где $K(t)$ – фильтрующий коэффициент; P – ковариационная матрица; I – единичная матрица.

Такой подход с применением современных алгоритмов обработки больших данных позволяет точно анализировать изменение параметров ОС в реальном времени, а также фиксировать изменение этих значений и прогнозировать их дальнейшие тенденции. Сочетание ИИ и машинного обучения дает возможность выявлять паттерны, которые могут быть неочевидны при традиционном анализе. Таким образом, модели с такими алгоритмами могут применяться в различных областях, что способствует рациональному использованию природных ресурсов и снижению антропогенного воздействия на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шпак Ю.А. Программирование на языке С для AVR и PIC микро-контроллеров. - К.: «МК-Пресс», 2006. – 400 с.

2. Кирюпин, М. М. Алгоритм управления диаграммообразующим устройством цифровой антенной решетки для систем постановки пространственных барьеров / М. М. Кирюпин, О. А. Белоусов, А. А. Тришаков // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2023. – Т. 29, № 3. – С. 390-405. – DOI 10.17277/vestnik.2023.03.pp.390-405. – EDN СКФВYQ.

3. Соболев, Д. В. Программирование робототехнических систем на основе одноплатных компьютеров / Д. В. Соболев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019.

Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем», ФГБОУ ВО «ТГТУ»