

УДК 551.508.951

ПОРТАТИВНАЯ СТАНЦИЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO

Потапов А.Д. студент гр. ЭМт-241, 2 курс

Научный руководитель: Струкова Ю.В., преподаватель кафедры ТиМПО
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Аннотация: проект посвящён разработке автономного анализатора воздуха на базе Arduino для оперативного мониторинга состояния атмосферы в городе Кемерово. Система измеряет содержание вредных примесей, температуру и влажность, позволяя выявлять зоны высокого риска загрязнения. Преимущества устройства заключаются в низкой стоимости, гибкости настроек, открытом коде и возможности автономной работы от батарей. Проект повышает осведомлённость населения о проблемах экологии и служит основой для дальнейшего улучшения экологической обстановки.

Ключевые слова: анализатор воздуха, мониторинг атмосферы, загрязнение воздуха, микроконтроллер, температура, влажность.

Актуальность: Кемерово является промышленным городом. Город испытывает значительные экологические нагрузки, связанные с деятельностью угольных шахт, металлургической промышленности, автомобильного транспорта и плотной городской застройкой, что ведет к загрязнению окружающей среды различными химическими веществами и взвешенными частицами. Поэтому существует острая потребность мониторинга качества атмосферного воздуха в Кемерово.

Создание автономного анализатора воздуха на базе микроконтроллера Arduino позволит оперативно получать точные данные о состоянии атмосферы в конкретных городских районах. Это обеспечит жителям своевременную информацию о качестве воздуха, повысит осведомленность населения о влиянии загрязнения на здоровье и создаст предпосылки для принятия эффективных мер по улучшению экологической ситуации.

Кроме того, наш проект способствует развитию технологий мониторинга окружающей среды и привлечению внимания общественности к проблемам экологии, стимулируя дальнейшие исследования и разработки в области охраны природы и устойчивого развития региона.

Цель: создать устройство на платформе Arduino, способное измерять ключевые показатели воздушной среды, включая концентрацию вредных веществ, температуру, влажность для анализа состояния атмосферного воздуха в городе Кемерово.

Задачи:

- подбор компонентов и проектирование схемы подключения датчиков;
- сборка прототипа устройства на базе Arduino;
- настройка программного обеспечения для взаимодействия с датчиками и передачи данных;
- проведение эксперимента по получению данных о загрязнении воздуха в ключевых точках Кемерово для выявления наиболее проблемных районов и зон риска;
- провести калибровку датчиков и настроить программное обеспечение для точного измерения показателей, соответствующих стандартам качества воздуха;
- распространение информации о проекте для привлечения интереса жителей и организаций к экологической ситуации.

Нашему устройству можно найти широкое применение.

Например: в промышленности: мониторинг концентрации опасных газов (CO , H_2S , NH_3 , CH_4 , O_2) в рабочих зонах, обнаружение утечек горючих газов на производственных объектах. В быту: контроль качества воздуха в помещениях (школы, офисы, жилые здания), обнаружение угарного газа в помещениях с отопительным оборудованием, сигнализировать о возгорании по изменению газового состава воздуха. В науке и образовании: в учебных лабораторных работах и исследовательских проектах, в практическом изучении экологических и химических процессов. Умный дом: автоматизация проветривания помещений, удаленные уведомления о состоянии воздуха, интеграция с системами безопасности и климат-контроля.

Ключевые преимущества газоанализатора на Arduino:

Низкая стоимость: значительно дешевле многих промышленных аналогов.

Гибкость и кастомизация: можно подключить любые сенсоры, которые поддерживает Arduino, и запрограммировать любую логику работы

Открытость платформы: огромное сообщество, множество библиотек и примеров кода.

Автономность: возможность работы от аккумуляторов или power bank, что критично для полевых условий.

Возможность расширения: легко добавить модули для передачи данных (Wi-Fi, GSM, Bluetooth, LoRaWAN) для удаленного мониторинга.

Экспериментальная часть:

Основными компонентами являются: плата arduino uno – основной компонент всей схемы, корпус в котором совмещены все датчики и ячейка для батарейки автономного питания, Датчики газов: MQ-2 и MQ-9, Датчик температуры и влажности (DHT11), светодиоды, включающиеся при нормальном воздухе и при превышении, Bluetooth-модуль, кнопка вкл/выкл, соединительные провода

Для написания кода использовалась официальная программа Arduino, и язык программирования C++. На рисунке 1 представлен фрагмент скетча.

```
// ===== ОСНОВНОЙ ЦИКЛ =====  
void loop() {  
    handleMQ9Preheat();  
  
    static unsigned long lastSensorTime = 0;  
    unsigned long now = millis();  
  
    // Опрос датчиков раз в SENSOR_INTERVAL (5 сек)  
    if (now - lastSensorTime >= SENSOR_INTERVAL) {  
        lastSensorTime = now;  
  
        float temperature = -999, humidity = -999, lpg = -999, carbonMonoxide = -999;  
        bool dhtok = false, mq2Ok = false, mq9Ok = false;  
  
        // DHT  
        if (checkDHTsensor()) {  
            temperature = dht.getTemperatureC();  
            humidity = dht.getHumidity();  
            if (temperature >= -40 && temperature <= 80 && humidity >= 0 && humidity <= 100) {  
                dhtok = true;  
            } else {  
                temperature = -999;  
                humidity = -999;  
            }  
        }  
  
        // MQ-2  
        if (checkMQ2sensor()) {  
            mq2.update();  
            mq2.setA(574.25); mq2.setB(-2.222);  
            lpg = mq2.readSensor();  
            if (lpg >= 0) mq2Ok = true;  
            else lpg = -999;  
        }  
  
        // MQ-9  
        if (mq9Preheated && checkMQ9sensor()) {  
            mq9.update();  
        }  
    }  
}
```

Рисунок 1 Фрагмент кода



Рисунок 2 Фотография устройства.

На рисунке 2 представлена фотография собранного устройства вместе с корпусом.

Методика проведения эксперимента:

1. сборка устройства;
2. написание кода;
3. тестирование и отладка устройства;
4. первый запуск. Калибровка датчиков. Вывод данных о измерениях в монитор порта.
5. Измерение атмосферы в разных частях города и учебном заведении.

В таблице 1 представлены результаты измерений температуры, влажности, содержание мелкодисперсных частиц.

Таблица 1

	Температура (C0)	Влажность (%)	Сжиженный углеродный газ (ppm)	Углекислый газ (ppm)
КузГТУ	25	69	115	565,5
Район Центральный	2	77	730	553
Проспект Октябрьский	2	60	452	402
Проспект Шахтёров	2	33,3	250	607

Наибольшие концентрации газов зафиксированы в Центральном районе и на проспекте Октябрьский, что может быть связано с интенсивным автомобильным движением и близостью промышленных зон. Данные позволяют выделить зоны риска и планировать дальнейшие исследования.

Вывод: разработанный автономный анализатор воздуха на базе Arduino успешно решает поставленные задачи по мониторингу ключевых параметров атмосферы в условиях города Кемерово. Устройство интегрирует датчики газов (MQ-2, MQ-9), температуры и влажности (DHT11), что позволяет отслеживать комплексное состояние воздушной среды. Использование Bluetooth-модуля обеспечивает передачу данных для дальнейшего анализа, а автономное питание делает систему мобильной и пригодной для работы в различных районах города. Для промышленного города Кемерово с высокой экологической нагрузкой данный проект имеет особую практическую значимость. Перспективы развития проекта включают: добавление датчиков мелкодисперсных частиц PM2.5/PM10, интеграцию с облачными платформами для создания распределенной сети мониторинга, разработку мобильного приложения для визуализации данных.

Таким образом, созданное устройство демонстрирует эффективность использования платформы Arduino для решения актуальных экологических задач и может служить основой для разработки более сложных систем экологического мониторинга в промышленных городах.

Список литературы:

1. Arduino Official Website [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.arduino.cc/> (дата обращения: 12.11.2025).
2. Датчик MQ-2. Technical Data Sheet [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pololu.com/file/0J309/MQ2.pdf> (дата обращения: 01.01.2026).
3. Датчик MQ-9. Technical Data Sheet [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pololu.com/file/0J315/MQ9.pdf> (дата обращения: 01.01.2026).
4. Датчик DHT11. Technical Data Sheet [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf> (дата обращения: 01.01.2026).
5. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – 4-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2021. – 448 с.
6. Марабаев Л. Э. Экологический мониторинг: методы и средства // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 4. – С. 45-52.
7. ГОСТ Р 56931-2016. Воздух атмосферный. Методы определения взвешенных частиц PM10 и PM2.5. – М.: Стандартиформ, 2016. – 12 с.
8. Белов Л. А. Системы экологического мониторинга промышленных городов // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23, № 5. – С. 58-63.
9. Официальный сайт Администрации города Кемерово [Электронный ресурс]. – URL: <http://kemerovo.ru/> (дата обращения: 05.03.2026).
10. Смирнов А. В. Программирование микроконтроллеров Arduino // Молодой ученый. – 2022. – № 15(410). – С. 27-31.