

Газовый анализатор на основе датчиков серии MQ и квадрокоптера DJI Phantom

И.Н. Кольчевская, М.Н. Кольчевская, А.Г. Матусевич, В.А. Кашкан,
П.Д. Кривошеев, Е.А. Малаховский, П.В. Петров, Д.В. Бобров,
Н.Н. Кольчевский

Белорусский государственный университет, Минск
E-mail: kolchevsky@bsu.by

Определение атмосферных загрязнений имеет большое значение для экологического мониторинга атмосферы. Перемещение огромных воздушных масс, содержащих газообразные загрязнения и пылевые частицы, способствуют сравнительно быстрому распространению загрязнений в атмосфере. В связи стоит задача получения информации о качественном и количественном составе воздуха, необходимой для определения и прогнозирования степени загрязнения воздуха и выполнения мероприятий по охране окружающей среды.

Концентрация летучих химических веществ и распознавание утечек газа могут иметь решающее значение в экологическом мониторинге для оценки рисков. Бортовые газоанализаторы, используемые на сегодняшний день, имеют размеры, для перевозки которых требуется тяжелое авиационное оборудование. Такой мониторинг, учитывая большую протяженность маршрута, составляющую сотни и тысячи километров, и высокую стоимость летных часов, экономически бесперспективен, что приводит к сокращению количества рейсов до 1–2 раз в год.

Газоанализаторы позволяют расширить диапазон применения беспилотных аппаратов: при мониторинге газопроводов, а также объектов (свалок, захоронений отходов опасных веществ и пр.), где может наблюдаться превышение допустимой концентрации вредных газов. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для измерения пространственно-распределенной концентраций газов представляет большой интерес. БПЛА в настоящее время используются для широкого спектра применений, от картирования до наблюдения, от разведки до проверки. Особенностью наиболее совершенных квадрокоптеров серии DJI является возможность контролируемого полета и зависания в точке с заданными GPS координатами [1].

На основе квадрокоптера DJI Phantom 3, датчиков серии MQ, барометра BMP-280, микроконтроллера Arduino ATmega была разработана установка для измерения концентраций газов в воздухе. Для неё была реализована программа, которая позволяет сохранять показания датчиков на карту памяти с периодом в 1 секунду. Данная установка была

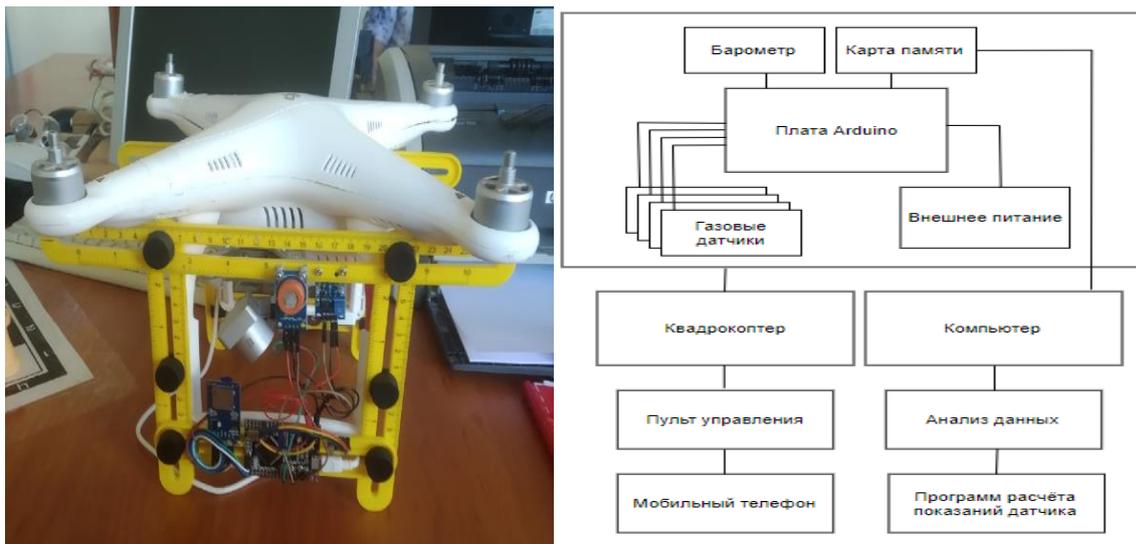


Рис. 1. Фотография и структурная схема газового анализатора

закреплена на квадрокоптер, с помощью которого были произведены экспериментальные полёты для измерения состава воздуха (рис. 1). Высота полётов была до 500 м.

Полученные данные были основой для анализа концентраций газов. Определить соответствующие чувствительности датчиков можно по графикам функций из паспортной документации. Расчёт концентраций детектируемых газов выполняется решением системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{R_1}{R_{01}} = n_1^{x11} f_{11} + n_2^{x12} f_{12} + n_3^{x13} f_{13} \\ \frac{R_2}{R_{02}} = n_1^{x21} f_{21} + n_2^{x22} f_{22} + n_3^{x23} f_{23} \\ \frac{R_3}{R_{03}} = n_1^{x31} f_{31} + n_2^{x32} f_{32} + n_3^{x33} f_{33} \end{cases} \quad (1)$$

где f_{ij} – чувствительность определенного i датчика к определенному газу; n_i – концентрация определенного i газа; x_{ij} – степень пропорциональности; R_{0i} – показания i датчика при “чистом воздухе”; R_{si} – показания i датчика.

Формула (1) положена в основу разработанного программного обеспечения для расчёта концентраций газов и построения графиков характеристик чувствительности различных датчиков.

1. Технические характеристики квадрокоптеров [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании DJI. Шэньчжэнь 2018. Режим доступа: <https://www.dji.com/phantom-3-adv>