

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ЭМИССИИ МЕТАНА НА УЧАСТКАХ ТОРФОДОБЫЧИ

А. Д. Косенко

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Беларусь, kosenkoanton13@gmail.com
Научный руководитель — А. В. Лебедевский А. В.*

Разработана структурная схема для программно-аппаратного комплекса по измерению эмиссии метана камерным методом на основе газовых датчиков серии MQ и микроконтроллера Arduino. На основе структурной схемы был собран прототип программно-аппаратного комплекса и написана программа для проведения тестирования установки и дальнейшей калибровки газовых датчиков и измерительных сенсоров в лабораторных условиях.

Ключевые слова: эмиссия метана; программно-аппаратный комплекс; микроконтроллер Arduino; газовые датчики серии MQ; экологический мониторинг; камерный метод

ВВЕДЕНИЕ

Болота – источник метана, газа с потенциалом глобального потепления (ПГП) в 25 раз выше, чем у CO₂, если использовать 100-летний срок осреднения согласно Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) и Межправительственной группы экспертов об изменении климата (МГЭИК). В связи с этим именно метан часто становится ключевым показателем, влияющим на оценку роли болот в «парниковом» эффекте. Использование ПГП при рассмотрении долговременного влияния естественных болот на климат является спорным, однако, в случае оценки последствий хозяйственной деятельности человека учет ПГП парниковых газов является обоснованным и обязательным согласно РКИК ООН и МГЭИК. Поэтому корректная оценка влияния хозяйственного использования на эмиссию и поглощение парниковых газов болотами требует учета, по меньшей мере, двух основных углеродсодержащих парниковых газов – CO₂ и CH₄ [1].

В Республике Беларусь в том числе проводятся исследования по измерению эмиссии метана на участках торфодобычи для оценки количества выбросов климатически активного газа в процессе добычи торфа. Замеры производятся камерным методом по международным стандартам. Исследуемая смесь газов, выделяющихся с торфяного грунта и картовых каналов, собирается в стеклянные колбы для последующего определения концентраций в лабораторных условиях на хроматографе.

Данная методика требует значительных человеческих ресурсов для проведения измерения, что, в свою очередь, замедляет процесс проведения измерений, уменьшает количество экспериментальных данных и уменьшает возможности для дальнейшего масштабирования измерений на промышленные объекты страны.

Предложенная схема программно-аппаратного комплекса позволяет решить актуальную задачу создания бюджетного мобильного автономного устройства, позволяющего осуществлять измерение концентрации метана камерным методом, а также ряд других атмосферных величин: температуру, влажность и давление воздуха внутри и снаружи камеры, фотосинтетическую активную радиацию, влажность почвы.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Структурная схема измерительного комплекса была разработана на основе датчиков серии MQ и микроконтроллере ArduinoATMega. Принцип работы датчиков газа серии MQ основан на изменении сопротивления тонкопленочного слоя диоксида олова SnO_2 при контакте молекулами определяемого газа. Для измерения концентраций метана были выбраны газовые датчики, реагирующие на метан в достаточной степени для его обнаружения (MQ-4, MQ-5 и MQ-9).

Существующие методики измерения концентраций детектируемых газов для датчиков серии MQ основаны на неоднородной чувствительности датчиков. При наличии определенных газов

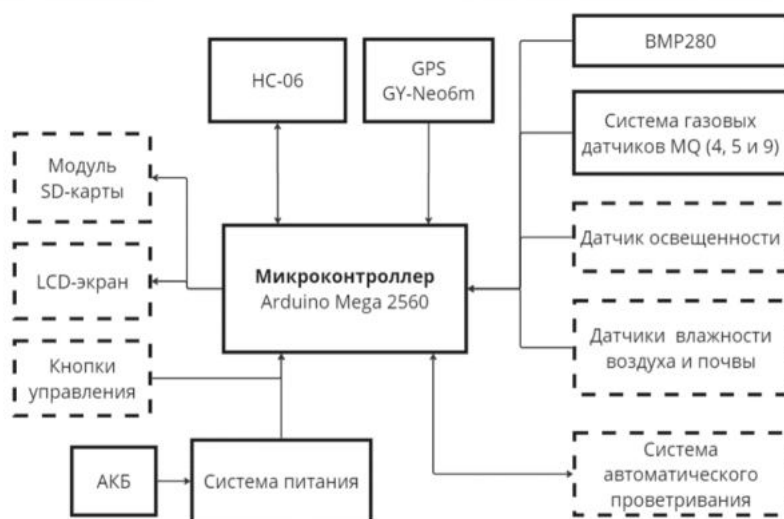


Рис. 1. Структурная схема комплекса

сопротивление чувствительного элемента уменьшается, тем самым меняется сила тока и таким образом датчик передает на плату информацию о том, что присутствует газ[2].

Структурная схема измерительной системы также состоит из барометра и датчика температуры BMP280, датчиков влажности воздуха и почвы (при проведении измерений на торфяном грунте), датчика освещенности для измерения фотосинтетической активной радиации и GPS-модуля для фиксации времени проведения измерений с привязкой к географическим координатам.

Для отображения измерительных показаний был выбран LCD-дисплей, устанавливающийся на корпус устройства, а для обеспечения мобильности комплекса был выбран Bluetooth модуль HC-06, что позволит организовать беспроводную передачу экспериментальных данных на ноутбук на расстоянии до 100м, в то время как SD-модуль необходим для записи логов на карту памяти.

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

На основе структурной схемы был собран измерительный комплекс для проведения экспериментов в лабораторных условиях для последующей калибровки газовых датчиков. Тестовый комплекс включает в себя необходимый минимум датчиков обозначенные на рисунке 1 сплошной толстой линией. Для тестового комплекса была реализована программа, которая позволяет передавать данные на ПК по беспроводному протоколу связи Bluetooths периодом в 1 секунду.

На рисунке 2 представлена схема интерфейсов между микроконтроллером Arduino и датчиками.

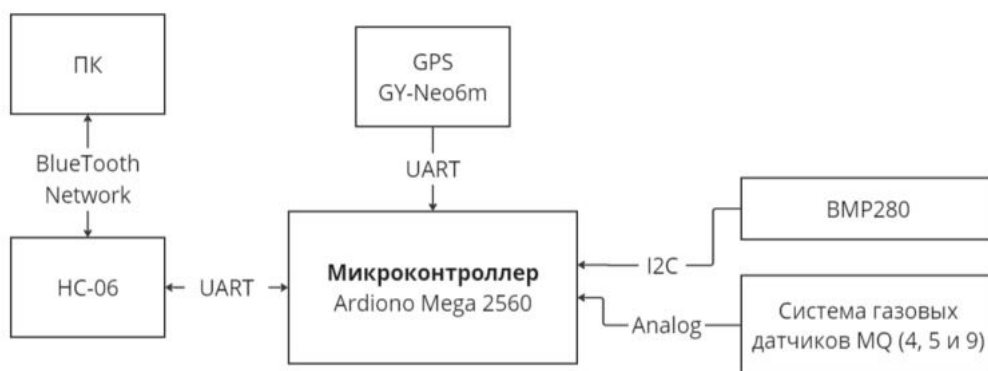


Рис. 2. Структурная схема интерфейсов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана структурная схема для программно-аппаратного комплекса по измерению эмиссии метана камерным методом на основе газо-

вых датчиков серии MQ. Представленная схема позволит обеспечить непрерывное и автоматическое измерение эмиссии метана, температуры, давления и влажности воздуха как внутри, так и снаружи камеры, фотосинтетическую активную радиацию, что позволит упростить и автоматизировать процесс измерения климатически активного газа.

На основе структурной схемы был собран прототип программно-аппаратного комплекса и написана программа для проведения тестирования установки и дальнейшей калибровки газовых датчиков и измерительных сенсоров в лабораторных условиях.

Библиографические ссылки

1. Швиль, Ш. Выбросы парниковых газов из болот. Методика оценки климатической значимости на примере болота Целау / Ш. Швиль, А. Хаберль, А. Штраус. - Грейфсвальд, 2010. С. 4 - 6.

2. 76-я научная конференция студентов и аспирантов Белорусского государственного университета [Электронный ресурс] : материалы конф. В 3 ч. Ч. 1, Минск, 13–24 мая 2019 г. / Белорус. гос. ун-т ;редкол.: В. Г. Сафонов (пред.) [и др.]. Минск: БГУ, 2019. С. 201-204.