

УДК 543.27.-8

ПОРТАТИВНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

Павлова Ольга Евгеньевна

Челябинская область, г. Челябинск, МБОУ «Лицей № 11 г. Челябинска», 6 класс

Научный руководитель: Галка Алексей Анатольевич, г. Челябинск, старший преподаватель технической школы «Сфера Знаний»

Целью работы являлось создание портативной и недорогой установки для анализа воздуха в помещении. Большую часть жизни, до 80% времени, человек находится в различных помещениях. Экологи определили, что «квартирный» воздух в 4-6 раз грязнее и в 8-10 раз токсичнее уличного [1]. Воздух в помещении содержит огромное количество пыли, частиц шерсти и кожи животных и людей, пыльцу растений. Источниками загрязнения бывают отделочные материалы, панели из ДСП, используемые при изготовлении мебели, если они не покрыты ламинирующим материалом. Неисправность приборов, работающих на газе, печей и каминов может стать источником угарного газа. Качество воздуха – состав воздуха в помещении, при котором при длительном воздействии на человека обеспечивается оптимальное или допустимое состояние организма человека [2]. Требования к качеству воздуха в жилых помещениях приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Классификация воздуха в помещениях

Класс	Качество воздуха в помещении		Допустимое содержание CO ₂ *, см ³ /м ³
	Оптимальное	Допустимое	
1	Высокое	-	400 и менее
2	Среднее	-	400-600
3	-	Допустимое	600-1000
4	-	Низкое	1000 и более

* Допустимое содержание CO₂ в помещениях принимают сверх содержания CO₂ в наружном воздухе, см³/м³.

Таблица 2. Примеры содержания загрязнений в наружном воздухе

Местность	Концентрация в воздухе			
	CO ₂ , см ³ /м ³	CO, мг/м ³	NO ₂ , кг/м ³	SO ₂ , мкг/м ³
Сельская местность	350	1	5-35	5
Небольшой город	375	1-3	15-40	5-15
Центр большого города	400	2-6	30-80	10-50

Содержание вредных веществ в воздухе определяют с помощью газоанализаторов. Для органических веществ используют газовые хроматографы. Но это сложные и дорогие приборы, использование их в бытовых помещениях нецелесообразно. Существуют и портативные анализаторы воздуха. Наиболее известные «ECOLINE», Xiaomi Mijia Air Detector. Но и их цена в 2021-2022 году начиналась от 5000 рублей. При этом во многих моделях нет датчика углекислого газа CO₂, значение CO₂ прогнозируется математически на основе других показателей. Критерии для создания моего прибора: портативность (небольшие размеры и вес); современные беспроводные способы передачи данных (WIFI, Bluetooth) от устройства на персональный компьютер или коммуникатор; вариативность использования датчиков для различных условий эксплуатации; компактный информативный дисплей на приборе для визуализации данных с датчиков; доступные цены и безопасность компонентов устройства. Исходя из вышеперечисленных критериев, подобраны элементы установки: микроконтроллер ESP 32, включающий WI-FI, Bluetooth, порт USB, датчики для анализа воздуха, LCD дисплей, блок питания. Сборка модели на макетной плате представлена на рисунке 1. Основа – пластиковый корпус, смоделированный в программе Autodesk Inventor Professional и распечатанный на 3D принтере. Компоненты установки размещены в корпусе (рисунок 2).

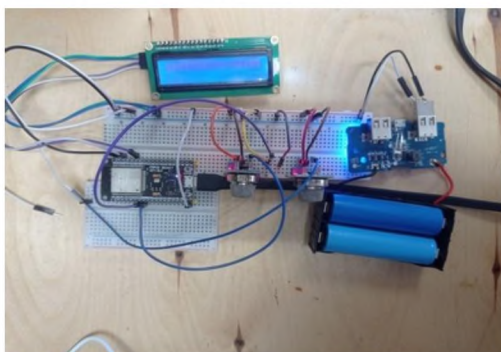


Рис. 1. Сборка модели на макетной плате



Рис. 2. Размещение элементов в корпусе

В установке использованы аналоговые датчики серии MQ. Для обнаружения углекислого и угарного газов, и углеводородных газов (пропан, метан, бутан). Принцип работы датчиков основан на изменении сопротивления сплава диоксида олова и алюминия, который в процессе работы нагревается до температуры, когда он начинает реагировать на определяемый газ. Измеряя изменения сопротивления, можно узнать точное значение концентрации газа в воздухе [3].

Программа вывода данных с датчиков на монитор компьютера и LCD дисплей написана на языке программирования Arduino IDE. Информация с датчиков с помощью Wi-Fi, Bluetooth передается в приложение на мобильном устройстве и на WEB сайт <https://app.remoteme.org> [4].

Достоверность показаний датчиков, определяли в лаборатории поверки средств измерений НОПТ Челябинскагропром рис. 3. Нижние градуировочные точки для датчиков MQ-2 и MQ-7 определили по синтетическому воздуху. Затем, датчик MQ-2 соединили с баллоном с известной концентрацией метана CH_4 2,09 ppm. Это взрывная концентрация. Таким образом, определен верхний порог значений для датчика широкого спектра газов.

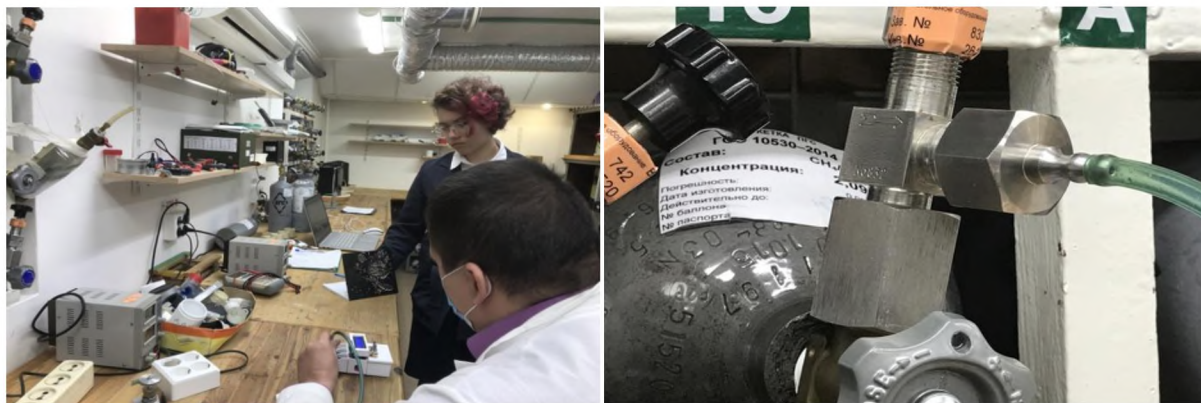


Рис. 3. В лаборатории поверки средств измерений НОПТ Челябинскагропром

Проведена серия экспериментов, демонстрирующая работоспособность и перспективность установки. Эксперименты проводились в различных помещениях, данные с датчиков выводились на дисплей и передавались на WEB сайт, сравнивались со значениями ПДК. Установка может быть интегрирована в систему "умного дома". Количество датчиков можно варьировать, расширяя спектр возможностей прибора. Можно использовать выходной сигнал с датчика MQ-7 в случае превышения концентрации угарного газа выше допустимой в системах противопожарной безопасности. Аналогично, увеличение показаний датчика MQ-2 может служить сигналом утечки газов: пропана, метана или бутана. Учитывая показания датчика углекислого газа, мы можем регулировать микроклимат помещения, например, путем своевременного проветривания.

Проведенный экономический анализ изготовления установки показал, что себестоимость устройства составляет 2437 рублей. Это стоимость компонентов установки и электроэнергии. Добавляя желаемую прибыль порядка 20%, получаем цену 2924 рубля. При мелкосерийной сборке прибор будет стоить уже 2400 рублей, если выпускать такие приборы на предприятии, в количестве 200 штук в день, то стоимость снизится вдвое. При этом показатель эффективности как отношение стоимости прибора к числу функций, которые он может выполнять, достаточно высокий. Время эксплуатации 5 лет.

Список литературы:

1. *Перегуд Е.А.* Химический анализ воздуха. М.: Химия 2009. 35 с.
2. Фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095053> (дата обращения 10.09.2021).
3. Сайт RadioProg [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://radioprogram.ru/post/737> (дата обращения 12.10.2021).
4. Сайт Arduino + [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://arduinoplus.ru/esp-dannie-na-web-stranice/> (дата обращения 25.10.2021).