

## МІКРОКОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

*Ренгевич Н. О.*

*(Науковий керівник Мозильний С. Б., к.т.н., доцент)*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

*Радіотехнічний факультет*

Останнім часом у світі екологічна обстановка поступово стає гіршою. Одним з її факторів є якість повітря [1]. Головними параметрами якості повітря є [2]:

- Пил *PM 2.5* (норма – не більше 8-25 мкг/м.куб. [3]).
- Пил *PM 10* (норма – не більше 25-50 мкг/м.куб. [3]).
- Газ *O<sub>3</sub>* (норма - не більше 510 *ppb* [4]).
- Газ *NO<sub>2</sub>* (норма - до 1,05 *ppm* [5]).
- Газ *CO* (норма - до 25 *ppm* [6]).
- Газ *CO<sub>2</sub>* (норма - до 1000 *ppm* [7]).
- Леткі органічні речовини (*VOC*) (норма - до 250 *ppb* [8])

В роботі представлена автономна система моніторингу та оцінки якості повітря за допомогою наступних сенсорів та пристроїв:

- Сенсор пилу *PMS 3003*. Даний сенсор може вимірювати одночасно два необхідних параметри: пил від 2,5 мкм до 10 мкм (*PM 2.5* та *PM 10*, відповідно) з точністю до 98%.
- Сенсор газу *O<sub>3</sub>* - *MQ-131 LOW*. Дозволяє вимірювати вміст газу у повітрі в діапазоні 10 *ppb* ÷ 1000 *ppb* (0,01 *ppm* - 1 *ppm*) [9].
- Сенсор газу *NO<sub>2</sub>* та *CO* – *MICS-6814*. Даний сенсор дозволяє вимірювати газ *NO<sub>2</sub>* у межах 0.05 *ppm*-10 *ppm* та газ *CO* у межах 1 *ppm*-1000 *ppm*.
- Сенсор газу *CO<sub>2</sub>* – *MH-Z19B*. Межі вимірювання від 0 *ppm* до 5000 *ppm*, з точністю до ± 50 *ppm* + 3%.
- Сенсор летких органічних речовин – *CCS811*. Межі вимірювання від 0 *ppb* до 1187 *ppb*.
- Аналогово-цифровий перетворювач *ADS1115*.
- *GPS U-BLOX NEO-7M*.
- *GSM/GPRS SIM800C*.
- Дисплей з підключенням *HDMI*.
- Мікрокомп'ютер *Raspberry Pi 4 model B*.

Дані з сенсорів *PMS 3003*, *MH-Z19B* та *CCS811* поступають через інтерфейси *UART* та *I2C* до мікрокомп'ютера вже у оцифрованому вигляді.

#### IV ВНТК Радіоелектроніка у XXI столітті

А дані з сенсорів *MQ-131 LOW* та *MICS-6814* передаються в аналоговому вигляді та оцифровуються за допомогою АЦП, а вже потім передаються до мікрокомп'ютера.

За допомогою програми, написаної на мові програмування *Python*, кожні 10 с мікрокомп'ютер записує дані з усіх сенсорів та *GPS* до локальної бази даних *SQLite*. Після чого за допомогою бібліотеки *Matplotlib* оновлює графіки на екрані та показує розраховану загальну оцінку якості повітря за кожним із критеріїв та узагальнений показник.

Після накопичення певної кількості даних, мікрокомп'ютер надсилає їх через *GSM/GPRS* до головного серверу. Який, в свою чергу, зберігає дані з усіх пристроїв у базі даних. Через веб-додаток можна переглянути загальну картину з певних або з усіх пристроїв на карті з часовою лінією.

Таким чином, за допомогою даної мобільної системи можна відстежувати та знаходити місця з забрудненим повітрям, а також і самі забруднювачі. При зміні норм забрудненості не важко оновити програмне забезпечення, щоб система залишалася актуальною.

#### Література

1. *Air pollution*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Air\\_pollution](https://en.wikipedia.org/wiki/Air_pollution) (дата звернення: 12.05.2021).
2. *Air pollution exposure in cities*. URL: <https://www.eea.europa.eu/media/infographics/air-pollution-exposure-in-cities/view> (дата звернення: 12.05.2021).
3. *Particulate matter (PM10 and PM2.5)*. URL: <http://www.npi.gov.au/resource/particulate-matter-pm10-and-pm25> (дата звернення: 12.05.2021).
4. *Ozone*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ozone> (дата звернення: 12.05.2021).
5. Диоксид азота (*NO<sub>2</sub>*), его воздействие на человека и приборы, контролирующие его содержание в воздухе. URL: [https://kipkomplekt.ru/jurnal/dioksid\\_azota.php](https://kipkomplekt.ru/jurnal/dioksid_azota.php) (дата звернення: 12.05.2021).
6. *Carbon monoxide*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon\\_monoxide](https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_monoxide) (дата звернення: 12.05.2021).
7. *Carbon dioxide*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon\\_dioxide](https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_dioxide) (дата звернення: 12.05.2021).
8. *WHAT ARE AIRBORNE CHEMICALS (VOCs)?* URL: <https://www.airthings.com/what-is-voc> (дата звернення: 12.05.2021).
9. *Ozone Gas Sensor*. URL: <https://www.tme.eu/Document/6e5b194c14be0dabfc05afc0617ee35c/mq131low.pdf> (дата звернення: 12.05.2021).