

Кондратюк В.А., здобувач, гр. ТР-23-1
Макієвський О.А., здобувач, гр. PhD-172-24-1
Ципоренко В.В., к.т.н., доцент

Державний університет «Житомирська політехніка»

СИСТЕМА ДОБОВОГО КОНТРОЛЮ ЧАДНОГО ГАЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТРАНСИВЕРА NRF24L01 ТА ESP8266

У сучасних умовах експлуатації житлових, навчальних і виробничих приміщень проблема контролю якості повітря набуває особливої актуальності. Одним із найбільш небезпечних забруднювачів повітря є чадний газ (СО), який утворюється внаслідок неповного згоряння палива та становить серйозну загрозу для здоров'я і життя людини. Особливістю чадного газу є відсутність запаху та кольору, що унеможливило його своєчасне виявлення без застосування спеціальних технічних засобів. У зв'язку з цим виникає необхідність створення автоматизованих систем безперервного моніторингу концентрації СО з можливістю оперативного реагування на небезпечні ситуації.

Метою даної роботи є розробка системи добового контролю концентрації чадного газу в приміщенні з використанням технологій Інтернету речей, яка забезпечує безперервний збір даних, їх бездротову передачу, відображення на web-сторінці та автоматичне керування системою вентиляції при перевищенні допустимих рівнів СО. Для досягнення поставленої мети було виконано аналіз існуючих газових сенсорів, бездротових засобів передачі даних та мікроконтролерних платформ, а також обґрунтовано вибір елементної бази системи.

Об'єктом дослідження є процеси автоматизованого моніторингу концентрації чадного газу в повітрі приміщень. Предметом дослідження є апаратні та програмні засоби побудови бездротових IoT-систем контролю газового середовища.

У якості чутливого елемента в системі використано напівпровідниковий газовий датчик MQ-7, принцип роботи якого базується на зміні електричного опору чутливого шару діоксиду олова залежно від концентрації чадного газу. Для коректної роботи датчика реалізовано двофазний термоцикл, що забезпечує стабільність вимірювань і підвищену чутливість до СО. Аналоговий сигнал з датчика зчитується мікроконтролером Arduino Nano, де виконується його оцифрування, первинна обробка та усереднення результатів вимірювань.

Передача даних між вимірювальним та приймальним вузлами здійснюється за допомогою бездротового трансивера nRF24L01, який працює у діапазоні 2,4 ГГц та забезпечує надійний зв'язок на відстані до 30 метрів у межах приміщення. Застосування даного модуля дозволило реалізувати стабільну передачу даних із мінімальним енергоспоживанням та апаратною підтримкою контролю доставки пакетів. Центральним керуючим елементом системи є мікроконтролер ESP8266, який виконує функції приймання даних, їх аналізу, збереження та відображення. На базі ESP8266 реалізовано вбудований web-сервер, що забезпечує доступ користувача до поточних і архівних даних через стандартний веб-браузер. Web-інтерфейс відображає числові значення концентрації чадного газу та графік її зміни протягом доби, що дозволяє аналізувати динаміку стану повітря.

Особливу увагу в роботі приділено розробці алгоритму автоматичного керування вентиляційною системою. У разі перевищення встановленого порогового значення концентрації CO мікроконтролер ESP8266 формує керуючий сигнал на релейний модуль, який забезпечує автоматичне ввімкнення вентиляції. Після зниження концентрації чадного газу до безпечного рівня вентиляція автоматично вимикається. Для підвищення стабільності роботи системи реалізовано механізм гістерезису, що запобігає частим перемиканням виконавчих елементів.

Для перевірки працездатності системи проведено моделювання її роботи, яке підтвердило коректність алгоритмів вимірювання, передачі та обробки даних. Отримані результати свідчать про здатність системи забезпечувати безперервний добовий контроль концентрації чадного газу та своєчасне реагування на аварійні ситуації.

Розроблена система є функціональною, масштабованою та придатною для практичного застосування в житлових і навчальних приміщеннях. Подальший розвиток проєкту може передбачати використання хмарних сервісів для зберігання даних, інтеграцію мобільного застосунку та розширення кількості контрольованих параметрів навколишнього середовища.

Список використаних джерел:

1. Datasheet MQ-7 Gas Sensor. Технічний опис та характеристики датчика чадного газу MQ-7.
2. ESP8266 Technical Reference Manual. – Espressif Systems, 2021.
3. Al-Fuqaha A. et al. Internet of Things: A Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2019.