

Автоматизована система моніторингу якості повітря

<https://doi.org/10.31713/MCIT.2023.074>

Олександр Павелко

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
Національний університет «Запорізька
політехніка»
м. Запоріжжя, Україна
pavelkobond@gmail.com

Наталія Куликовська

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
Національний університет «Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна
gontar@zp.edu.ua

Артур Тіменко

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
Національний університет «Запорізька політехніка»
м. Запоріжжя, Україна
timenko@zp.edu.ua

Анотація—Розглянуто проблему ведення контролю за якістю повітря у приміщеннях шляхом автоматизованої взаємодії різних пристроїв, які передають дані через мережу "Інтернет речей" (IoT). У процесі дослідження була створена структура системи та методи для аналізу та візуалізації даних, які були оброблені за допомогою IoT-технологій, таких як Proteus і Blynk, а також інших інструментів. Точне вимірювання параметрів повітря у приміщенні, що відповідають нормам якості повітря, має велике значення для створення комфортного та здорового житлового та робочого середовища. Вимірювання параметрів, таких як рівень CO₂, вологість та загальна якість повітря, може виявити можливі проблеми та сприяти прийняттю своєчасних заходів для їх вирішення. Був проведений аналіз системи та обґрунтування вибору програмно-технічних рішень, необхідних для впровадження цієї системи та її компонентів. Застосування технологій, таких як Arduino, Proteus і Blynk IoT, дало змогу створити систему моніторингу якості повітря в реальному часі у рамках сучасної концепції IoT. Ця розроблена система може служити прототипом для організації моніторингу у різних умовах і реагування на різноманітні надзвичайні ситуації.

Ключові слова—система моніторингу; якість повітря; температура; пил; вологість; вуглекислий газ; Arduino; Blynk; IoT.

I. ВСТУП

У реаліях сучасного світу, що характеризуються стрімким ростом технологічного прогресу, область моніторингу якості повітря визнається однією з найактуальніших і важливих для забезпечення життєвого комфорту та здоров'я людей [1]. Розвиток Інтернету речей (IoT) відкриває безмежні можливості для створення ефективних інструментів моніторингу, які б дозволили вчасно виявляти та відстежувати забруднення повітря в реальному часі [2].

Універсальність бездротових сенсорних мереж стає ключовим аспектом цього розвитку. Використання сучасних датчиків інтерфейсу IoT відкриває можливість створення системи моніторингу, яка має потенціал реагувати на різноманітні параметри повітряного середовища та забезпечувати оперативну інформацію для прийняття важливих рішень щодо здоров'я та безпеки [3, 4].

Мета статті спрямована на вивчення та аналіз можливостей використання IoT-технологій для створення систем моніторингу якості повітря. Вона розглядає питання інтеграції датчиків у бездротові сенсорні мережі та розробки алгоритмів обробки та аналізу даних, що дозволять точно та ефективно визначати стан повітряного середовища. Результати цього дослідження мають потенціал стати важливим внеском у підвищення якості життя та охорони довкілля.

II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

A. Структурна схема системи

Інформаційну систему моніторингу забруднення атмосферного повітря пропонується створювати за результатами аналізу та вибору оптимальних рішень складових технологій «Інтернет речей» відповідно запропонованої структури системи, показаною на рис. 1, з використанням IoT технологій.

Виходячи з даної структури системи, було виділено три основних модулі, а саме модуль пристроїв, модуль обробки даних, та модуль додатку.

- модуль пристроїв складається з плати керування системою, різноманітних датчиків, допоміжних пристроїв для емуляції їх роботи, компонентів для емуляції роботи COM-порту для з'єднання зовнішніх пристроїв через інтерфейс RS232;

- модуль обробки даних складається з певних інструкцій в кодї, які визначають допустимий діапазон значень датчиків, зчитують дані від датчиків, обробляють їх відповідно до цього діапазону та передають їх у модуль візуалізації даних для подальшого відображення;
- модуль додатку відображає отримані дані з датчиків, залежно від їх значень будуть обведені певним кольором. Після отримання даних, якщо значення датчиків знаходяться вище діапазону прийнятних значень – система сповістить користувача про дії, які треба виконати для того, щоб не наражати себе та своє здоров'я на небезпеку та покращити якість повітря. Цей модуль використовує програмний IoT застосунок Blynk та його вбудований функціонал для візуалізації отриманих даних з датчиків у режимі реального часу.

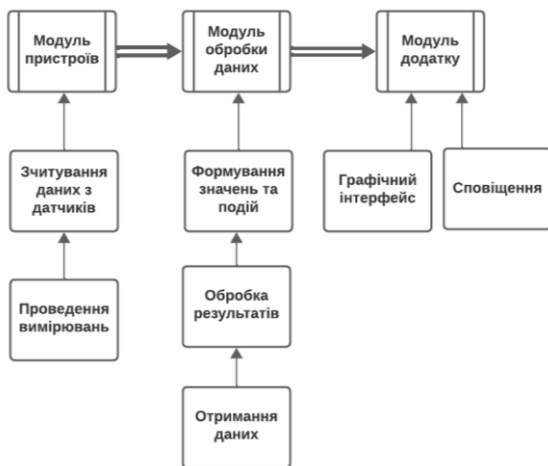


Рисунок 1. Структурна схема IoT-системи

В. Алгоритм роботи методу моніторингу в контексті прийняття управлінських рішень

Запропонований алгоритм складається з шести основних кроків (рис. 2):

- п. 1 – формування запиту;
- п. 2 – настає обробка даних відповідно до безпечного діапазону значень;
- п. 3 – якщо показники знаходяться в нормі, дані подаються споживачу у зручному вигляді, перехід на п.6;
- п. 4 – якщо показники даних не відповідають безпечному діапазону, користувачу буде надіслано сповіщення із рекомендаціями, перехід на п. 5;
- п. 5 – проводиться перевірка на зміну показників даних;
- п. 6 – користувач отримує дані від датчиків у зручному вигляді в додатку.

С. Класифікація параметрів оцінки якості повітря

Для системи моніторингу якості повітря було обрано наступні показники:

- температура повітря може впливати на комфорт та якість життя людей. Вона також може впливати на розчинені у повітрі речовини та їхню рухливість;
- вологість повітря може впливати на відчуття комфорту людей. Повітря з низькими рівнями вологості може викликати дискомфорт і негативно впливати на здоров'я та якість життя. Висока вологість може також сприяти росту грибків та плісняви;

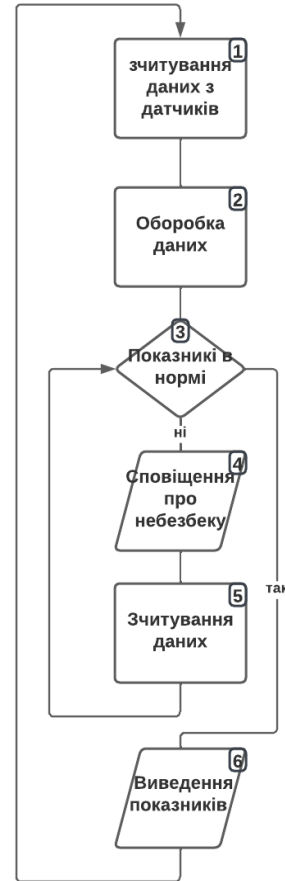


Рисунок 2. Алгоритм роботи

- вуглекислий газ (CO2). Підвищені рівні вуглекислого газу в повітрі можуть бути шкідливими для здоров'я людей, спричинюючи задишку та інші проблеми. Також вони можуть слугувати показником погіршення якості повітря в приміщенні;
- частинки пилу PM2.5 та PM10. Ці частинки в повітрі можуть бути дуже небезпечними для здоров'я, оскільки можуть проникати глибоко в дихальні шляхи та викликати різні захворювання легень та серця. Моніторинг рівнів цих частинок допомагає вчасно виявляти забруднення повітря і приймати заходи для його покращення.

Точне вимірювання граничних норм критеріїв якості повітря в приміщенні є важливим аспектом для забезпечення здорового і комфортного середовища для проживання та праці. Це особливо актуально в мегаполісах, де люди проводять більшу частину свого часу у закритих приміщеннях. Вимірювання таких параметрів, як концентрація

CO₂, рівень вологості і якість повітря, може виявити потенційні проблеми та сприяти прийняттю вчасних заходів для їхнього вирішення.

В таблиці 1 показані граничні норми критеріїв якості повітря, які можуть впливати на стан людини в приміщенні.

TABLE 1. ТАБЛИЦЯ 1. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ТЕМПЕРАТУРИ, ВОЛОГОСТІ, ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ, ЧАСТИНОК ПИЛУ PM2.5 ТА PM10

Критерій	Показники
Температура	Комфортною температурою повітря обрано діапазон від 9.6 °C до 34.8 °C.
Вологість	Вологість нижче 30% та вище 60% є шкідливою, тому як діапазон безпечних значень було вибрано вологість від 30% до 60%.
Вуглекислий газ	За концентрації діоксиду вуглецю вище 0,14% (1400 ppm) якість повітря переходить до розряду низької, тобто значення нижче 1400 ppm вважаються нормою.
Частинки пилу PM2.5	Безпечний діапазон: менше 12 мкг/м ³ (мікрограми на кубічний метр).
Частинки пилу PM10	Безпечний діапазон: менше 50 мкг/м ³ на добу.

III. ТЕСТУВАННЯ ІОТ-СИСТЕМИ

Провівши аналіз необхідних компонентів для роботи системи моніторингу повітря, було прийнято рішення додати до модулю пристроїв наступні компоненти:

- плата Arduino UNO;
- датчик MQ135 – це газовий сенсор, який вимірює концентрацію різних шкідливих газів у повітрі, зокрема, аміаку, сірководню, бензену та інших газів;
- потенціометр (POT-HG) – елемент, що використано як повзунок для зміни значень датчику MQ135;
- датчик DHT11 – це датчик, що вимірює температуру та вологість повітря.
- ще один датчик DHT11 – емуляція датчиків PM2.5 та PM10;
- comrim – це компонент, який емулює віртуальний COM-порт для з'єднання зовнішніх пристроїв через інтерфейс RS232.

Для відображення та можливості моніторингу було обрано IoT-систему Blynk. Вона дозволяє отримувати, зберігати, та відображати дані з датчиків в реальному часі. Було створено Template (шаблон) за яким буде потім створено Device, який буде приймати, зберігати та відображати інформацію з датчиків.

Для розуміння діапазонів прийнятних значень було встановлено певний колір, наприклад якщо в даний момент часу значення датчика в нормальному діапазоні, шкала біля нього буде зеленого кольору, якщо в діапазоні значень що вище або нижче норми – красним. Температура від 0 °C до 9.6 °C та 34.8 °C

до 60 °C буде вважатися шкідливою, тому шкала коло неї буде червоного кольору, якщо значення температури буде від 9.6 °C до 34.8 °C – зеленого. Для даних інших датчиків було зроблено аналогічні дії.

Для подій було встановлено частоту спрацьовування в 1 хвилину. Це означає що поки значення датчика буде в діапазоні поганих значень, кожен хвилину буде спрацьовувати подія та надсилатися в блок повідомлень (Timeline) девайсу. Безкоштовна версія Blynk зберігає ці повідомлення 1 тиждень, але платна версія може зберігати їх довше.

В результаті система зчитує дані з датчиків в реальному часі та відображає їх на панелі. Коли значення знаходяться вище або нижче норми в панель повідомлень надходять сповіщення про те, що варто зробити, щоб змінити якість повітря.

В результаті аналізу було вирішено використовувати мобільний застосунок для контролю системи (рис. 3).

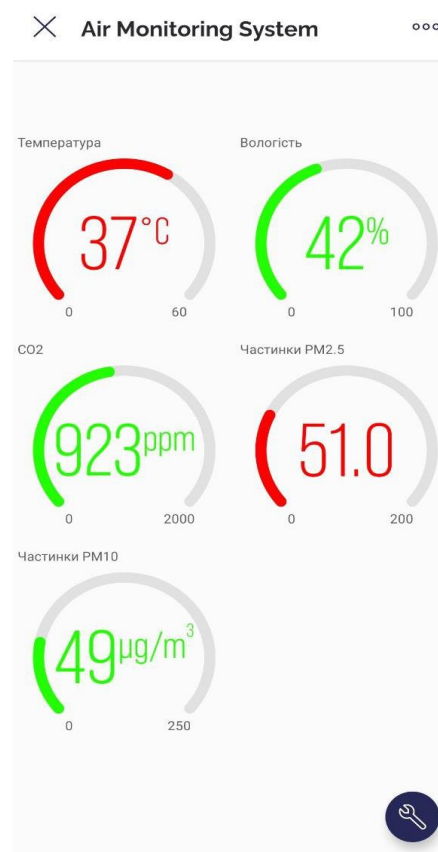


Рисунок 3. Панель моніторингу якості повітря

На рис. 4 наведено графіки зміни параметрів: вологості (рис. 4а), температури повітря (рис. 4б), вмісту вуглекислого газу (рис. 4в), а також концентрації частинок PM2.5 (рис. 4г) та PM10 (рис. 4д) протягом цього годинного періоду (як ілюстрацію). Графіки були побудовані за допомогою програмного забезпечення, описаного у даній роботі, та працювали в режимі реального часу.



Рисунок 4. Графік зміни параметрів повітря: а) зміна вологості; б) зміна температури; в) аналіз вуглекислого газу; г) аналіз частинок пилу PM2.5; д) аналіз частинок пилу PM10

IV. ВИСНОВКИ

Розглянута проблема моніторингу якості повітря на основі автоматичної взаємодії різних приладів, які передають дані, за допомогою технології "Internet of Things" (IoT). В ході роботи була розроблена структура системи і метод аналізу та візуалізації даних, результатів обробки з використанням IoT-технологій, таких як Proteus і Blynk, а також інших інструментів.

Точне вимірювання граничних норм критеріїв якості повітря в приміщенні є важливим аспектом для забезпечення здорового і комфортного середовища для проживання та праці. Це особливо актуально в мегаполісах, де люди проводять більшу частину свого часу у закритих приміщеннях. Вимірювання таких параметрів, як концентрація CO₂, рівень вологості і якість повітря, може виявити потенційні проблеми та сприяти прийняттю вчасних заходів для їхнього вирішення.

Було проведено системний аналіз та обґрунтування вибору програмно-технічних рішень,

які необхідні для реалізації цієї системи та всіх її етапів. Використання таких технологій, як Arduino, Proteus і Blynk IoT, дало можливість розробити систему моніторингу якості повітря в реальному часі в рамках сучасної концепції IoT. Ця розроблена система може використовуватися як прототип для організації моніторингу в змінних середовищах і реагування на різноманітні критичні ситуації.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] J.D. Hagar, "IoT Test Design: Frameworks, Techniques, Attacks, Patterns, and Tours," IoT System Testing, 2022, pp. 153–164.
- [2] C. Bell, "Arduino Programming," Beginning IoT Projects, 2021, pp. 71–125.
- [3] B. Russell, P. Waher, P. Seneviratne and D. V. Duren, "IoT: Building Arduino-Based Projects," Packt Publ., 2016.
- [4] N. Kulykovska, A. Timenko, S. Hrushko, M. Ilyshenko, "A Semantic Chatbot for Internet of Things Management," International Conference "Problems of Infocommunications. Science and Technology" (PIC S&T' October, 10–12, 2022), 2022, pp. 246–250.