

УДК 004.7

*Роман М. Р., здобувач
Державний університет
інформаційно-комунікаційних технологій*

АРХІТЕКТУРА IoT-СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЕКОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Постановка задачі

Дослідження архітектури IoT-системи для моніторингу параметрів навколишнього середовища та оцінка можливостей її застосування у міських, промислових та природоохоронних умовах.

Мета дослідження

Метою роботи є аналіз архітектури IoT-системи моніторингу довкілля, визначення її ключових компонентів: сенсорної мережі, протоколів зв'язку, хмарної платформи, аналітичних модулів та оцінка їх ролі у забезпеченні ефективного збору, обробки та використання екологічних даних у реальному часі.

Результати дослідження

Основою IoT-системи моніторингу є сенсорна мережа, що включає датчики температури, вологості, рівня шуму, вібрацій, концентрації газів або твердих частинок. Передавання даних здійснюється за допомогою енергоефективних протоколів LoRaWAN, ZigBee або NB-IoT, які забезпечують стабільну роботу на значних відстанях та при низькому енергоспоживанні. Зібрані дані надходять на шлюз IoT, де виконуються попередня фільтрація, агрегація та подальше передавання у хмарні сервіси.

Хмарна інфраструктура дає змогу обробляти великі обсяги даних, інтегрувати їх зі сторонніми сервісами та запускати алгоритми аналізу. Аналітичний модуль дозволяє будувати часові ряди, виявляти аномалії, прогнозувати зміни параметрів навколишнього середовища й формувати сигнали попередження про потенційні екологічні ризики.

Для користувачів створена веб-панель, що забезпечує візуалізацію інформації у вигляді графіків, картографічних шарів та інтерактивних віджетів. Використання GIS дозволяє визначати критичні зони та оцінювати просторовий розподіл забруднень. Система також підтримує push-сповіщення, що забезпечує оперативне інформування про перевищення контрольних норм.

До важливих аспектів архітектури належать питання безпеки: шифрування даних, автентифікація пристроїв, захист каналів передавання, резервування серверної інфраструктури та механізми автопоновлення роботи системи. Надійність сенсорної мережі забезпечується калібруванням датчиків, регулярною діагностикою та оптимізацією енергоспоживання.

Висновки та перспективи

Архітектура IoT-системи для моніторингу довкілля дозволяє ефективно збирати, передавати та аналізувати екологічні дані в режимі реального часу. Модульність, масштабованість та можливість інтеграції з інтелектуальними алгоритмами роблять такі системи придатними для використання в міських екосистемах, промислових зонах і природоохоронних територіях.

Подальші напрями розвитку передбачають використання штучного інтелекту, розширення аналітичних можливостей, створення точніших датчиків та впровадження сучасних комунікаційних технологій, зокрема 5G. Це дозволить підвищити точність моніторингу, забезпечити прогнозування екологічних загроз і підтримати сталий розвиток міст.

Список використаних джерел:

1. Zanella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L., Zorzi M. Internet of Things for Smart Cities. IEEE Internet of Things Journal, 2014. Available at: <https://dSPACE.networks.imdea.org/handle/20.500.12761/1295> (accessed 24 November 2025).
2. Gurbanova L., Abdullayev V. Application of IoT and Sensor Technologies in Environmental Monitoring. Environmental Research and Ecotoxicity, 2025. DOI: <https://doi.org/10.56294/ere2025170> (accessed 24 November 2025).