

*Клочко К.А., к.т.н., доцент
Коваленко Д.В., здобувач
Вантух М.В., здобувач
Черняков М.Є., здобувач
Лан В.В., здобувач*

Дніпровський державний технічний університет

ІоТ-СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Сучасні міста потребують ефективних рішень для управління екологічним станом, поводження з відходами та організації моніторингу дорожнього руху і паркування транспортних засобів. Використання технологій Інтернету речей (ІоТ) дозволяє створювати розподілені системи збору та обробки даних у реальному часі, що є основою концепції «розумного» міста (Smart City).

В запропонованій інтегрованій системі розглянуто наступні ключові підсистеми:

1) ІоТ-система моніторингу екологічного стану міського середовища, яка призначена для контролю параметрів якості повітря. Вона реалізується на базі Raspberry Pi 4B або Raspberry Pi 5 із підключенням наступних сенсорів: датчики газів (MQ-135, MQ-7); датчики твердих частинок (PM2.5/PM10, SDS011); датчики температури та вологості (DHT22, BME280).

2) ІоТ-система моніторингу заповнення контейнерів твердих побутових відходів, яка забезпечує контроль рівня заповнення контейнерів для оптимізації маршрутів збору та вивезення відходів. Основними апаратними компонентами є: ультразвукові датчики (HC-SR04) для вимірювання рівня заповнення; модулі зв'язку (Wi-Fi або GSM) для передавання даних; Raspberry Pi як вузол збору, обробки інформації та сповіщення про необхідність вивезення сміття, що зменшує витрати на логістику та покращує санітарний стан міста.

3) ІоТ-система моніторингу, ідентифікації та керування міським паркуванням, яка призначена для виявлення учасників дорожнього руху, визначення зайнятості паркомісць та інформування користувачів. Для цього використовуються: датчики зайнятості (магнітні, індуктивні або ІЧ-сенсори); камери; Raspberry Pi для обробки сигналів; індикатори або веб-інтерфейси для відображення інформації. Дані про вільні місця передаються в систему, що дозволяє водіям швидко знаходити доступні паркомісця та зменшує затори.

Програмна реалізація виконана мовою Python із використанням бібліотек для роботи з GPIO, I2C та UART, а також Node-RED для інтеграції та візуалізації даних.

Для міської інфраструктури запропоновані системи дозволяють:

1) у сфері екологічного моніторингу здійснювати постійний контроль якості повітря та оперативно реагувати на перевищення показників, які відстежуються, від допустимих норм забруднення з застосуванням звукового та/чи світлового супроводу для привертання уваги оператора.

2) у сфері поведінки з відходами забезпечує оптимізацію маршрутів вивезення сміття, що знижує експлуатаційні витрати та підвищує ефективність роботи комунальних служб.

3) у сфері моніторингу, ідентифікації та паркування сприяє контролю порушень правил дорожнього руху, зменшенню заторів, економії часу водіїв та підвищенню пропускнуої здатності міських доріг.

Запропонована інтегрована IoT-система дозволяє об'єднати різні аспекти моніторингу міста в єдину інформаційну платформу. Із переваг системи слід відмітити використання відкритих апаратних і програмних рішень, можливість роботи в режимі реального часу

Використання Raspberry Pi та сучасних сенсорних технологій забезпечує гнучкість, доступність і ефективність реалізації таких рішень. У роботі розглянуто підхід до побудови інтегрованої IoT-системи моніторингу міського середовища, що об'єднує підсистеми контролю якості повітря, заповнення контейнерів твердих побутових відходів та керування міським трафіком і паркуванням. Запропоновано архітектуру системи на базі Raspberry Pi, сенсорних модулів та мережевих технологій передачі даних.

Список використаних джерел:

1. Ключко К.А., Пупков С.С. Розподілена система керування трафіком в «розумному» місті. Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення: матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції (Житомир, 02-03 грудня 2025 р.). Житомир: Житомирська політехніка, 2025. С.309-310.

2 Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2008. – 555 p.

3. Данилюк А., Муляревич О. Методи та засоби керування дорожнім рухом. Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 2024, 1(25). С.89-102.

4. Raspberry Pi Foundation. Documentation. – URL: <https://www.raspberrypi.com> (дата звернення 25.03.2026)