

РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РАДІАЦІЙНОГО ФОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІoT ТА МЕТОДІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ

Дяків Віталій Юрійович

студент групи ІАСм -1-24-1.4д,

Київського столичного університету імені Бориса Грінченка,

науковий керівник – к.т.н., доц. Носенко Т.І.

Підвищення уваги до екологічної безпеки, особливо в умовах техногенних ризиків та збройних конфліктів, зумовлює потребу в створенні доступних, масштабованих і надійних систем екологічного моніторингу. Одним із пріоритетних напрямів є моніторинг радіаційного фону, що потребує точного вимірювання, геолокаційної прив'язки та оперативного аналізу даних. Сучасні інформаційні технології – насамперед Інтернет речей (ІoT), хмарні обчислення та методи візуалізації геопросторових даних – відкривають нові можливості у цій галузі.

Застосування методів візуалізації та геоінформаційних систем дозволяє не лише представляти результати вимірювань у наочній формі, але й проводити глибокий аналіз тенденцій зміни радіаційного фону, виявляти просторові аномалії, прогнозувати ризики. Тому створення системи моніторингу радіаційного фону з використанням ІoT та сучасних методів обробки і візуалізації даних є надзвичайно актуальним завданням як з наукової, так і з практичної точки зору. Така система може застосовуватися як у зонах підвищеного ризику (наприклад, у Чорнобильській зоні відчуження), так і в межах великих міст, промислових об'єктів, навчальних і наукових установ, у чому полягає актуальність теми.

Мета дослідження полягає у розробці інтегрованої системи моніторингу радіаційного фону на основі технологій ІoT, що забезпечує збір, обробку, аналіз і візуалізацію даних у реальному часі, а також підтримує функції виявлення аномалій і сповіщення користувачів про перевищення допустимих рівнів радіації.

Об'єкт дослідження – система моніторингу радіаційного фону, яка включає апаратну, комунікаційну та програмну складові.

Предмет дослідження – процес збору, обробки та візуалізації даних про радіаційний фон із використанням технологій ІoT і методів геоінформаційного аналізу.

Методи дослідження

У процесі дослідження застосовуються такі методи:

Аналіз літературних джерел та технічної документації, що дозволяє систематизувати сучасні підходи до вимірювання та аналізу радіаційного фону.

Моделювання для побудови архітектури системи моніторингу, оцінки її продуктивності та ефективності в різних умовах експлуатації.

Методи програмування та розробки IoT-систем, які забезпечують реалізацію функціоналу збору, передачі та обробки даних із сенсорів.

Методи статистичного аналізу і машинного навчання для виявлення аномалій і прогнозування динаміки змін радіаційного фону.

Методи візуалізації даних, зокрема використання геоінформаційних систем (GIS) та бібліотек візуалізації (Plotly, Leaflet, Mapbox) для створення інтерактивних карт та графічних інтерфейсів користувача.

Основні задачі дипломної роботи

Провести аналітичний огляд існуючих систем моніторингу радіаційного фону та визначити їх переваги й недоліки.

Обґрунтувати вибір типу датчиків радіації, мікроконтролера та технології бездротової передачі даних.

Розробити архітектуру системи моніторингу, що включає апаратну, комунікаційну та програмну частини.

Реалізувати програмне забезпечення для збору, фільтрації, агрегації та збереження даних у базі.

Створити модуль візуалізації, який відображає дані з датчиків у реальному часі та дозволяє аналізувати історичні показники.

Провести тестування системи та оцінити її ефективність, точність вимірювань і стабільність роботи.

Аналіз сучасних наукових праць показує, що у сфері моніторингу радіаційного фону значна частина досліджень зосереджена на двох напрямках – удосконаленні датчиків вимірювання та розвитку систем збору і передачі даних. Дослідники активно впроваджують сенсори на основі трубок Гейгера-Мюллера та твердотільних детекторів, оскільки вони забезпечують достатню чутливість при невисокій вартості. Однак більшість існуючих систем працюють у локальному режимі та не передбачають масштабованої архітектури для передачі даних у хмарні сервіси.

Окремі роботи демонструють використання технологій LoRaWAN, NB-IoT або Sigfox для побудови мережі екологічного моніторингу, проте системи цього типу часто мають обмежений функціонал візуалізації або аналітики. У деяких проєктах використовуються стандартні інтерфейси для передачі даних на сервери з подальшою обробкою у хмарних середовищах, однак проблемою залишається уніфікація протоколів, оптимізація енергоспоживання та безпека даних.

Щодо візуалізації, більшість наявних рішень базуються на простих картах або таблицях. Використання сучасних бібліотек візуалізації та інтерактивних карт (наприклад, Leaflet, D3.js, Plotly) значно підвищує інформативність представлення даних, але такі підходи ще не повністю інтегровані в системи моніторингу радіаційного фону.

Таким чином, аналіз літератури свідчить про наявність суттєвого науково-практичного потенціалу у поєднанні IoT, аналітичних алгоритмів і геоінформаційних технологій для створення повноцінних систем моніторингу радіаційного фону. Розробка такої системи дозволить забезпечити оперативний контроль, своєчасне виявлення аномалій і ефективне представлення результатів у наочній формі, що має важливе значення для підвищення екологічної безпеки та прийняття управлінських рішень.

ДЖЕРЕЛА

1. Koval S.I. Methods of Data Collection and Processing in IoT Systems. Kyiv: NTUU “Igor Sikorsky KPI”, 2022. 84 p.
2. Li J., Zhang Y., Wang X. Radiation Monitoring System Based on IoT and Cloud Computing. IEEE Access. Vol. 9. 2021. pp. 114230–114242.
3. Yevtushenko P.M. Use of Geoinformation Systems in Environmental Monitoring Tasks. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2022. 91 p.
4. Shafique K., Khawaja B.A., Sabir F., Qazi S. Internet of Things (IoT) for Next-Generation Environmental Monitoring Systems: A Review. IEEE Access. Vol. 8. 2020. pp. 148826–148857.
5. Chernysh O.H., Melnyk A.V. Application of Plotly and Leaflet Libraries for Environmental Data Visualization. Vinnytsia: VNTU Press, 2023. 73 p.
6. World Health Organization (WHO). Radiation: Monitoring and Public Health Response. Geneva: WHO Press, 2023. Available at: <https://www.who.int>
7. European Space Agency (ESA). Environmental Data Platforms and IoT Integration. Paris: ESA Publications, 2022. Available at: <https://www.esa.int>
8. Bilous, V., Bodnenko, D., Lokaziuk, O., Skladannyi, P., & Abramov, V. Cyber Evidence Software as the Digital Forensics Tools in the Investigation of Cybercrime. Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems 2025, (3991), 26-37.
9. Abramov, V., Astafieva, M., Boiko, M., Bodnenko, D., Bushma, A., Vember, V., Hlushak, O., Zhyltsov, O., Ilich, L., Kobets, N., Kovaliuk, T., Kuchakovska, H., Lytvyn, O., Lytvyn, P., Mashkina, I., Morze, N., Nosenko, T., Proshkin, V., Radchenko, S., & Yaskevych, V. (2021). Theoretical and practical aspects of the use of mathematical methods and information technology in education and science. <https://doi.org/10.28925/9720213284km>