

Загальний огляд сучасних технологій для забезпечення функціонування смарт-сміттєзбірників у міській концепції

Кирило Літяк, аспірант¹ ORCID: 0009-0005-0133-6299

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

АНОТАЦІЯ

Проведено загальний огляд сучасних технологій, що використовуються для забезпечення функціонування смарт-сміттєзбірників у контексті концепції розумного міста. Проаналізовано основні підходи до управління відходами з використанням інноваційних технологій, зокрема датчиків, ГС-систем, автоматизованих рішень і прогнозування наповнення. Окремо розглянуто переваги застосування смарт-сміттєзбірників для підвищення ефективності збору сміття та оптимізації логістичних маршрутів. Обговорено ключові проблеми впровадження таких систем та перспективи їхнього розвитку.

Ключові слова: смарт-сміттєзбірники, геоінформаційні системи (ГІС), управління відходами, розумне місто, автоматизація.

1. ВСТУП

Концепція розумного міста охоплює інтеграцію новітніх технологій для покращення міської інфраструктури та життєдіяльності мешканців. Управління міськими відходами є однією з критичних сфер, де застосування смарт-рішень може суттєво покращити екологічний стан та ефективність роботи комунальних служб.

Смарт-сміттєзбірники, обладнані датчиками, які відстежують рівень заповнення, з'єднані з геоінформаційними системами, дозволяють автоматизувати процеси збору сміття та оптимізувати маршрути. Це сприяє зменшенню витрат, підвищенню ефективності та зниженню екологічного навантаження на міста.

2. МЕТА РОБОТИ

Проведення загального огляду сучасних технологій, які використовуються для забезпечення функціонування смарт-сміттєзбірників, та визначення їхньої ролі в контексті концепції розумного міста.

3. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

Зростання кількості населення та урбанізація призводять до збільшення обсягів міських відходів, що вимагає удосконалення систем їхнього збору та утилізації. Традиційні підходи до управління сміттям є неефективними та ресурсоемними, що створює потребу в інноваційних рішеннях. Смарт-сміттєзбірники як частина концепції розумного міста пропонують автоматизовані методи управління відходами з використанням сучасних технологій, таких як датчики, аналітика даних і прогнозування. Це не лише знижує витрати, але й покращує екологічну ситуацію, роблячи тему дослідження надзвичайно актуальною для сучасних міст.

4. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА КОНЦЕПЦІЙ СМАРТ-СМІТТЄЗБІРНИКІВ

Смарт-сміттєзбірники – це інноваційні пристрої, які використовують датчики та технології зв'язку для автоматизації процесу збору сміття в містах. Вони оснащені сенсорами для моніторингу рівня заповнення контейнерів, що дозволяє оптимізувати маршрути сміттєвозів. Смарт-сміттєзбірники також інтегруються з міськими інформаційними системами через бездротовий зв'язок, забезпечуючи передачу даних у реальному часі. Вони працюють автономно завдяки використанню сонячної енергії або енергоефективних акумуляторів. Впровадження таких технологій сприяє підвищенню ефективності управління відходами, зменшенню витрат і покращенню екологічної ситуації в містах. [1, 2].

4.1. Сутність смарт-сміттєзбірників

Смарт-сміттєзбірники – це інноваційні рішення в системі управління міськими відходами, які використовують сучасні технології для автоматизації та оптимізації процесу збору та утилізації сміття. Основна ідея таких сміттєзбірників полягає в інтеграції сенсорів, систем зв'язку та програмного забезпечення для моніторингу рівня заповнення контейнерів у режимі реального часу.

Основні характеристики смарт-сміттєзбірників:

Сенсори і датчики:

Смарт-сміттєзбірники оснащені сенсорами (датчиками рівня заповнення, температури, вологості тощо), які дозволяють автоматично відслідковувати рівень сміття всередині контейнера. Це дозволяє уникнути переповнення сміттєзбірників, своєчасно організовуючи вивезення відходів.

Підключення до інтернету (IoT):

Смарт-контейнери підключені до інтернету через мережі Інтернету речей (IoT). Це забезпечує передачу інформації в режимі реального часу до централізованої системи управління, де здійснюється аналіз даних і планування маршрутів для сміттєвозів.

Оптимізація логістики:

На основі даних про заповненість сміттєзбірників

система автоматично створює оптимальні маршрути для сміттевозів, що зменшує витрати пального, час на збори сміття та навантаження на міські дороги.

Енергоефективність:

Багато смарт-сміттезбірників оснащені сонячними панелями, що дозволяє забезпечити автономне живлення для сенсорів, датчиків та комунікаційних систем, зменшуючи потребу в зовнішніх джерелах енергії.

Аналіз та прогнозування:

За допомогою зібраних даних система може аналізувати динаміку накопичення відходів, прогнозувати заповненість сміттезбірників та оптимізувати роботу всієї інфраструктури. Це дозволяє міським службам планувати дії та покращувати загальну ефективність управління сміттям.

Інтеграція з іншими системами:

Смарт-сміттезбірники можуть бути інтегровані з іншими міськими системами, такими як смарт-міський транспорт, енергозбереження або системи моніторингу навколишнього середовища, для створення єдиної мережі «розумного» міста.

4.2. Функціональні можливості (датчики наповнення, зв'язок, енергоспоживання)

Сучасні смарт-сміттезбірники оснащені низкою функціональних можливостей, які роблять їх ефективним інструментом у системі управління відходами:

Датчики наповнення: Основним елементом смарт-сміттезбірників є датчики, що вимірюють рівень заповнення контейнера. Ці сенсори, зазвичай, працюють на основі ультразвукової або інфрачервоної технології, що дозволяє точно визначити кількість сміття в контейнері. Інформація від сенсорів передається на централізовану платформу, де здійснюється обробка даних та формуються оптимізовані маршрути для сміттевозів [3, 4].

Зв'язок: Смарт-сміттезбірники інтегруються з міськими системами управління за допомогою бездротових технологій, таких як GSM, NB-IoT або LoRaWAN [5]. Цей зв'язок дозволяє передавати дані в режимі реального часу, що забезпечує постійний моніторинг стану контейнерів та швидке реагування на їх заповнення.

Енергоспоживання: Оскільки смарт-сміттезбірники працюють автономно, їхнє енергоспоживання є важливим аспектом. Більшість таких систем оснащені сонячними батареями або енергоефективними акумуляторами, що забезпечує тривалу роботу пристрою без частого обслуговування.

Датчики температури та вологості: Додаткові датчики температури та вологості можуть використовуватися для виявлення пожеж або інших небезпечних ситуацій. Наприклад, у разі різкого підвищення температури контейнер може автоматично відправити тривожний сигнал до системи управління, попереджаючи про можливу загрозу загоряння.

4.3. Переваги впровадження в міську інфраструктуру

Впровадження смарт-сміттезбірників у міську інфраструктуру має кілька суттєвих переваг:

Оптимізація збору сміття: Завдяки сенсорам наповнення можна планувати вивезення сміття лише тоді, коли контейнери дійсно заповнені. Це дозволяє знизити кількість

порожніх поїздок сміттевозів, заощаджуючи час і ресурси комунальних служб.

Оптимізація логістики збору відходів: Смарт-сміттезбірники оснащені датчиками, які повідомляють про рівень заповнення контейнера. Це дозволяє службі збору сміття планувати свої маршрути більш ефективно, відвідуючи тільки ті контейнери, які дійсно потребують спорожнення. Таким чином, зменшується кількість непотрібних поїздок, що знижує витрати на паливо і технічне обслуговування транспорту.

5. ВИСНОВКИ

1. Смарт-сміттезбірники є важливим елементом концепції розумного міста, спрямованим на автоматизацію та підвищення ефективності управління відходами.

2. Основними функціональними можливостями смарт-сміттезбірників є датчики наповнення, системи зв'язку та енергоефективні джерела живлення, які забезпечують автономну роботу.

3. Впровадження смарт-сміттезбірників дозволяє оптимізувати маршрути збору сміття, зменшити витрати комунальних служб та покращити екологічну ситуацію в містах.

4. Смарт-сміттезбірники сприяють підвищенню рівня міського сервісу та покращують загальну якість життя мешканців.

Список літератури

- [1] Chamoso, P., González-Briones, A., Rodríguez, S., & Corchado, J. M. (2018). Smart city services over a distributed cloud computing network. *Sensors*, 18(8), 1-21.
- [2] Al Mamun, A., Hannan, M. A., Hussain, A., & Basri, H. (2017). Wireless sensor network prototype for solid waste bin monitoring with RFID technology. *Wireless Personal Communications*, 95(2), 689-707.
- [3] Ouda, O. K. M., Raza, S. A., Al-Waked, R., Al-Asad, J. F., & Nizami, A. S. (2016). Waste-to-energy potential in the Western Province of Saudi Arabia. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 28(3), 203-209.
- [4] Hannan, M. A., Arebey, M., Begum, R. A., & Basri, H. (2011). Radio frequency identification (RFID) and communication technologies for solid waste bin monitoring system. *Waste Management*, 31(12), 2406-2413.
- [5] Lim, S., Park, H., & Jang, H. (2020). Smart waste management system using IoT and machine learning. *Sustainability*, 12(22), 1-13.

¹ Робота виконана під керівництвом к.т.н., доц. Олени Нестеренко