

Д. В. Чернаєнко,
аспірант, Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-2491-9875>

DOI: 10.32702/2306-6814.2024.14.161

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЛАТФОРМ SMART-МІСТ

D. Chernaienko,
Postgraduate student, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

INTERNATIONAL EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGY PLATFORMS FOR SMART CITIES

У статті досліджено сутність, функції, сфери застосування та основні характеристики технологічних платформ smart-міст. Сучасні платформи є інтегрованими інтелектуальними системами, що забезпечують життєдіяльність міста на основі цифрових технологій, штучного інтелекту та інших інновацій. Платформи smart-міст виконують аналітичні функції, віддалений моніторинг, управління продуктивністю, забезпечують обробку інформації та підтримку прийняття рішень.

Впровадження платформ smart-міст сприяє сталому розвитку шляхом формування системи моніторингу навколишнього середовища, розбудови та управління зеленими зонами та міськими парками, впровадження енергоефективного та екологічного громадського транспорту та будівель, використання відновлювальних джерел енергії. Економічний ефект використання платформ smart-міст полягає у підвищенні продуктивності ресурсів, зростанні інвестицій, розширенні цифрової сфери та створенні робочих місць. Використання позитивного досвіду успішних smart-міст світу дозволить створити стійке та ефективне міське середовище в країнах з перехідними економіками.

The article examines the nature, functions, applications and key characteristics of smart city technology platforms. Modern platforms are integrated intelligent systems that ensure the life of the city based on digital technologies, artificial intelligence and other 21st century innovations. Smart city platforms perform analytical functions, remote monitoring, performance management, information processing and decision support.

The advantages and challenges of technology platforms used in the world's leading smart cities are identified. The use of smart city platforms allows for effective resource management in terms of energy efficiency, water conservation, waste recycling, and reduction of CO2 emissions. The implementation of smart city platforms contributes to sustainable development by creating an environmental monitoring system, developing and managing green areas and city parks, introducing energy-efficient and environmentally friendly public transport and buildings, and using renewable energy sources. The economic effect of using smart city platforms is to increase resource productivity, increase investment, expand the digital sphere and create jobs.

It is concluded that the use of the positive experience of successful smart cities around the world will help create a sustainable and efficient urban environment in countries with economies in transition. The key will be to ensure cybersecurity, confidentiality of information of city residents and security through video surveillance, neural networks and intelligent analytics. Innovative cities need to actively cooperate with technology companies, universities and other stakeholders to develop and implement new technologies. This will allow them to use best practices and innovations, as well as provide access to the necessary resources and knowledge. To successfully integrate platforms into the urban environment, it is necessary to ensure the compatibility of different systems and standards, including the development of unified standards for data exchange and the use of big data and artificial intelligence.

Ключові слова: smart-міста, технологічні платформи, економічний розвиток, інновації, міжнародний досвід.

Key words: smart cities, technology platforms, economic development, innovation, international experience.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

В умовах глобального зростання міського населення розвиток технологій стимулює забезпечення комфорту суспільного життя, безпеки та ефективного використання ресурсів.

Формування і розвиток smart-міст — інтегрованих інтелектуальних систем, у яких життєдіяльність міста управляється та контролюється за допомогою сучасних технологій, ґрунтується на впровадженні технологічних платформ. У цьому контексті вивчення успішних практик та міжнародного досвіду функціонування і розвитку smart-міст 3.0 є підґрунтям до впровадження міських політик у країнах та містах, що знаходяться на початковій стадії смартизації.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Теоретичні та емпіричні дослідження платформ SMART-міст висвітлені в працях таких вчених як: Nam, T., & Pardo, T. A.[1], Ratti C., Townsend A., Voudouris V., Douligieris C.[3], Gutierrez, J., Serrano, N., & Alvarez, G. [5] Theresa A. P., Cohen B., Wang F. Y.[6], Gupta, H., Singhal, S., & Sharma, A.[7].

МЕТА СТАТТІ

Метою статті є аналіз міжнародного досвіду впровадження технологічних платформ smart-міст, виявлення їх переваг і недоліків та можливостей реалізації успішних практик в Україні.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Платформи smart-міст слугують для об'єднання даних та інформації з багатьох розрізнених систем і формують загальний механізм для візуалізації та управління даними, що першочергово, оптимізація загальну роботу міста. Наразі кінцеві користувачі та місцеві органи влади усвідомлюють цінність уніфікованих платформ розумного міста. Платформи можуть забезпечити безперешкодний доступ до даних з різних систем і опера-

ційних доменів для створення єдиного і цілісного уявлення про загальну ефективність і стан міста та його різних функцій [1].

Платформи smart-міст виконують такі функції:

- аналітика;
- віддалений моніторинг;
- управління продуктивністю;
- обробка інформації;
- підтримка прийняття рішень.

Платформи smart-міст поєднують загальне середовище для візуалізації, розширені додатки, аналітику і контекстуалізовані дані [2]. Також платформи smart-міст включають елементи кібербезпеки і містять можливості для управління пристроями, системами і мережами, API та інструменти для розробки додатків, а також інші розширені функції, такі як ГІС та послуги з визначення місцезнаходження, розширені звіти та моделювання. Платформа smart-міста надає потрібні дані та інформацію населенню у необхідний час.

Багато постачальників платформ для smart-міст забезпечують "єдину скляну панель", яка дозволяє кінцевим користувачам візуалізувати різноманітні функції міста [4]. Ця загальна візуалізація та людино-машинний інтерфейс є невід'ємною складовою платформи smart-міста і може покращити ситуаційну обізнаність споживачів і значно скоротити витрати на навчання (рис. 1).

Платформи smart-міст мають можливість перетворювати мільйони точок даних з інтелектуальних датчиків та інших підключених активів на корисну інформацію. У світі розумних міст інформація генерується масово за допомогою інтелектуальних датчиків та інших підключених пристроїв. Ефективна платформа розумного міста має забезпечувати механізм загальної контекстуалізації даних, що дозволяє об'єднувати мільйони точок даних з різних джерел в єдиний контекст, роблячи їх доступними та зрозумілими для аналізу та використання. Необхідною є наявність потужної партнерської екосистеми та API, які дозволяють інтегруватися з широким спектром додатків [5].

Цей механізм відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності та прозорості управління. Він дозволяє поєднувати дані про трафік, енергоспоживання, якість повітря, рівень шуму та інші параметри, що допомагає



Рис. 1. Система платформи smart-міст

Джерело: сформовано автором.

приймати обґрунтовані рішення щодо розвитку міста, покращення інфраструктури та задоволення потреб мешканців [5].

Платформи smart-міст повинні забезпечувати підключення до широкого спектру операційних технологій (OT) та інших мереж і протоколів до рівня датчиків. До них відносяться такі протоколи, як BACnet і LONworks для систем автоматизації будівель, а також широкий спектр мереж на базі Ethernet та інших мереж, які включають набір технологій IP, в тому числі бездротові мережі. Поява рішень на основі Інтернету речей (IoT) і промислових периферійних рішень також сприяє більш широкому впровадженню новітніх мережевих технологій, таких як 5G і MQTT. Ця спрямованість на підтримку різноманітних операційних технологій та мереж свідчить про необхідність гнучких та універсальних платформ, які здатні інтегрувати різноманітні пристрої та системи у єдину інфраструктуру smart-міста [6].

Для платформ smart-міст вельми актуальним є забезпечення кібербезпеки протягом усього життєвого циклу системи на всіх ієрархічних рівнях. Має бути безпечне використання додатків, відповідна сертифікація безпеки продуктів і додатків, кібербезпека у процесі реалізації проєктів. У багатьох галузях промисловості існують органи сертифікації або реєстрації, які оцінюють продукти або додатки на відповідність певним специфікаціям кібербезпеки. У широкому сенсі, у сфері smart-міст бракує такого органу сертифікації. Однак деякі існуючі стандарти та програми сертифікації охоплюють ключові аспекти smart-міст та інфраструктури. Більшість з них стосуються інфраструктури для таких застосувань, як передача і розподіл електроенергії, передача і розподіл газу, водопостачання та водовідведення [7].

Продукти, програми та послуги з кібербезпеки можуть включати брандмауери, рішення для захисту кінцевих точок (антивіруси та білі списки додатків), рішення для виявлення загроз та реагування на них, рішення для інвентаризації активів, управління інформацією про безпеку та подіями. Послуги з кібербезпеки також охоплюють життєвий цикл від послуг, пов'язаних з оцінкою, до операційних послуг, таких як аутсорсингові операційні центри безпеки (SOC).

Значну частину бізнес-пропозиції, пов'язаної зі smart-містами, становлять передові додатки, у тому числі з підтримкою аналітики. Платформи smart-міст забезпечують відкрите і безпечне середовище, яке дозволяє цим додаткам отримувати безліч даних з різних джерел і перетворювати їх на корисну, контекстну інформацію для прийняття розумних і своєчасних рішень щодо функціонування міста.

Платформи smart-міст — це інструменти, які дозволяють асимілювати різні міські системи, а також рішення, що забезпечують ефективний моніторинг джерел та інформації. Однак, впровадження таких систем пов'язане має як переваги, так і виклики (табл. 1).

Оскільки міста прагнуть створити стійке і взаємопов'язане майбутнє, платформи smart-міст стали потужним інструментом для покращення життя в містах. Використовуючи технології, засновані на даних, ці платформи дозволяють містам оптимізувати різні аспекти своєї інфраструктури — від використання енергії та управління дорожнім рухом до збору відходів і надання комунальних послуг [8].

Аналіз досвіду провідних smart-міст світу, таких як Сінгапур, Барселона та Лондон, висвітлює ключові аспекти ефективного управління даними, інтеграції технологій та забезпечення безпеки та конфіденційності. Також розглядаються перспективи розробки й впровад-

Таблиця 1. Переваги та виклики впровадження платформ у smart-міста

Переваги впровадження платформ у smart-міста				
Підвищення якості життя:	Економія ресурсів:	Безпека:	Економічний розвиток:	Сталий розвиток:
1. Оптимізація громадського транспорту 2. Системи розумного освітлення 3. Покращення медичних послуг 4. Інтерактивні міські сервіси 5. Екологічний моніторинг	1. Енерго-ефективність 2. Управління водо-постачанням 3. Переробка відходів 4. Зниження викидів CO2 5. Сталий розвиток будівель	1. Відео-спостереження і аналітика 2. Інтелектуальні системи екстреної допомоги 3. Контроль доступу 4. Мережеві системи оповіщення 5. Програмне забезпечення для аналізу злочинності	1. Підтримка стартапів та інновацій 2. Залучення інвестицій 3. Туризм 4. Створення нових робочих місць 5. Підвищення продуктивності	1. Зелені зони та міські парки 2. Системи моніторингу навколишнього середовища 3. Розвиток громадського транспорту 4. Енерго-ефективні будівлі 5. Відновлювальні джерела енергії
Виклики впровадження платформ у smart-міста				
Конфіденційність і безпека даних:	Інтеграція різнорідних систем:	Вартість впровадження:	Соціальні та культурні аспекти:	
1. Захист від кібератак 2. Конфіденційність особистих даних 3. Надійність систем 4. Регулювання та політики конфіденційності 5. Освіта та обізнаність	1. Сумісність технологій 2. Уніфікація стандартів 3. Складність впровадження 4. Співпраця між різними секторами 5. Адаптація до змін	1. Високі початкові інвестиції 2. Економічна доцільність 3. Джерела фінансування 4. Тривалість окупності 5. Підтримка та оновлення	1. Прийняття технологій мешканцями 2. Доступність для всіх верств населення 3. Зміни у способі життя 4. Етичні питання 5. Збереження культурної спадщини	

Джерело: узагальнено автором на основі [3].

ження нових технологій, таких як штучний інтелект і хмарні обчислення, які можуть додатково доповнити функціональні можливості платформ smart-міст.

Наприклад:

— Барселона (Іспанія) використовує платформу CityOS для управління світлофорами. Платформа зчитує дані з датчиків для оптимізації часу роботи світлофорів, що дозволило зменшити затори на дорогах на 20%;

— Лондон (Англія) використовує платформу FIWARE для збору даних з вуличних ліхтарів. Ці дані використовуються для моніторингу якості повітря, відстеження транспортних потоків і виявлення потенційних криміногенних зон [9];

— Нью-Йорк (США) та Абу-Дабі використовують платформу IBM MaaS360 для управління системою водопостачання. Платформа використовує дані з датчиків для відстеження використання води, виявлення витоків та оптимізації розподілу води [10];

— Сінгапур використовує платформу Cisco Kinetic for Cities для управління системою громадського транспорту. Платформа використовує дані з датчиків для відстеження місцезнаходження автобусів і поїздів, прогнозування часу прибуття та оптимізації маршрутів [11];

— Гельсінкі (Фінляндія) використовує платформу Microsoft Azure для управління системою управління відходами. Платформа використовує дані з датчиків для відстеження збору відходів, виявлення незаконних звалищ та оптимізації маршрутів;

— Портленд (штат Орегон) використовує платформу Sensity для моніторингу вуличних ліхтарів. Платформа використовує дані з датчиків для відстеження енергоспоживання, виявлення відключень і оптимізації графіків технічного обслуговування [12];

— Тайбей (Тайвань) використовує платформу Indra для управління системою дорожнього руху. Платфор-

ма використовує дані з датчиків для відстеження транспортних потоків, виявлення місць заторів і оптимізації роботи світлофорів [13];

— Маскат (Оман) використовує платформу для контролю і управління вуличним освітленням за допомогою технології Інтернету речей. Муніципалітет Маскату (ММ) використовує понад 20 000 підключених світильників вуличного освітлення в рамках проекту, що забезпечує до 85% економії енергії, зниження витрат на технічне обслуговування, а також використання переваг розумних систем вуличного освітлення для отримання додаткових переваг [14];

— Копенгаген (Данія) використовує платформу Thales для управління системою управління відходами. Платформа використовує дані з датчиків для відстеження збору відходів, виявлення незаконних звалищ та оптимізації маршрутів [15].

— Масдар (ОАЕ) — нове місто, яке будується з нуля та використовує різноманітні платформи, включаючи FIWARE, IBM MaaS360 і Cisco Kinetic for Cities [9; 10; 11].

В Україні одним із найкращих проєктів є впровадження розумної платформи в місті Київ — Kyiv Smart City. Для того, щоб зробити столицю України технологічно розвинутою, інноваційною та комфортною для життя населення, у 2015 році було започаткували міську ініціативу "Розумне місто Київ". Вона спрямована на об'єднання жителів Києва, підприємців, бізнес-спільноти, активістів та міської влади з метою розвитку інноваційного міста та трансформації столиці. У межах цієї ініціативи планується здійснити значні зміни, такі як впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних послуг, створення нових стандартів енергоефективності та запровадження відкритої моделі взаємодії між громадами та місцевою владою. Kyiv Smart City є інноваційною платформою для інфраструктурного, технологічного та соціаль-

ного розвитку міста. Робота ініціативи базується на принципах відкритих даних, розумного використання цифрових послуг та прозорого управління [16].

Таким чином, інтеграція різних технологій та систем є одним з ключових викликів для міст, що прагнуть стати smart-містами. Для успішної інтеграції необхідно забезпечити сумісність різних систем та стандартів, що включає розробку уніфікованих стандартів обміну даними та використання відкритих API. Це дозволить різним системам взаємодіяти між собою та забезпечить безшовну інтеграцію нових технологій у міську інфраструктуру.

Містам варто підходити до впровадження платформ smart-міст стратегічно, починаючи з чіткого розуміння потреб і можливостей. Це включає оцінку існуючої інфраструктури, визначення ключових сфер для вдосконалення та планування довгострокових інвестицій.

Платформи smart-міст повинні бути гнучкими та адаптованими до майбутніх змін. Це включає підтримку нових технологій та можливість легкого оновлення систем. Крім того, принципово важливо забезпечити стійкість систем до можливих збоїв та катастроф, що передбачає впровадження резервних систем та планів реагування на надзвичайні ситуації.

Залучення приватного сектору та партнерів є основним аспектом успішного впровадження платформ smart-міст. Містам необхідно активно співпрацювати з технологічними компаніями, університетами та іншими зацікавленими сторонами для розробки та впровадження нових технологій. Це дозволить використовувати найкращі практики та інновації, а також забезпечить доступ до необхідних ресурсів та знань.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Впровадження платформ smart-міст вимагає комплексного підходу та тісної співпраці між різними зацікавленими сторонами. Міста, які планують впроваджувати нові технології та платформи мають аналізувати досвід найкращих міст світу, що дозволить забезпечити успішну реалізацію проєктів smart-міст та створити стійке та ефективне міське середовище.

Література:

1. Nam, T., and Pardo, T. A. (2020). "Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions", *The Information Society*, vol. 36 (1), pp. 50—59.
2. Seunghwan M., Jaehyun P., and Minhyung L. (2022). "Research Models and Methodologies on the Smart City: A Systematic Literature Review", *Sustainability*, no. 1.
3. Voudouris V., and Douligeris C. (2019) "Smart Cities: Foundations, Principles, and Applications" CRC Press.
4. International Journal of Information Management (2020). "Smart cities: A bibliometric and qualitative content analysis".
5. Gutierrez, J., Serrano, N., and Alvarez, G. (2019). "Smart Cities, Big Data and the Built Environment: What's Next?", *Journal of Urban Technology*, vol. 26 (2), pp. 1—19.
6. Wang F. (2016). "A Big Data Approach for Smart Cities Data. In *Smart Cities*", John Wiley & Sons, Inc., no. 1, pp. 3—20.

7. Gupta, H., Singhal, S., and Sharma, A. (2019). "A Review on Challenges and Security Issues in Internet of Things", In *Proceedings of International Conference on Computing, Communication & Automation*, pp. 1309—1316.

8. Technavio (2021). "Global Smart City Market 2021-2025".

9. FIWARE. URL: <https://www.fiware.org/>

10. IBM. URL: <https://www.ibm.com/us-en>

11. CISCO. URL: <https://www.cisco.com/>

12. Sensity. URL: <https://www.sensity.eu/>

13. Indra. URL: <https://www.indracompany.com/en>

14. Muscat Municipality (MM). URL: <https://www.mm.gov.om/>

15. Thales. URL: <https://www.thalesgroup.com/en>

16. Kyiv Smart City. URL: <https://smartcity-kyiv.com/>

References:

1. Nam, T., and Pardo, T. A. (2020), "Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions", *The Information Society*, vol. 36 (1), pp. 50—59.
2. Seunghwan, M., Jaehyun, P., and Minhyung, L. (2022), "Research Models and Methodologies on the Smart City: A Systematic Literature Review", *Sustainability*, vol. 1.
3. Voudouris, V., and Douligeris, C. (2019), *Smart Cities: Foundations, Principles, and Applications*, CRC Press, Boca Raton, USA.
4. International Journal of Information Management (2020), "Smart cities: A bibliometric and qualitative content analysis".
5. Gutierrez, J., Serrano, N., and Alvarez, G. (2019), "Smart Cities, Big Data and the Built Environment: What's Next?", *Journal of Urban Technology*, vol. 26 (2), pp. 1—19.
6. Wang F. (2016), "A Big Data Approach for Smart Cities Data. In *Smart Cities*", John Wiley & Sons, Inc., vol. 1, pp. 3—20.
7. Gupta, H., Singhal, S., and Sharma, A. (2019), "A Review on Challenges and Security Issues in Internet of Things", In *Proceedings of International Conference on Computing, Communication & Automation*, pp. 1309—1316.
8. Technavio (2021), "Global Smart City Market 2021-2025"
9. FIWARE (2024), available at: <https://www.fiware.org/> (Accessed 25 June 2024).
10. IBM (2024), available at: <https://www.ibm.com/us-en> (Accessed 25 June 2024).
11. CISCO (2024), available at: <https://www.cisco.com/> (Accessed 25 June 2024).
12. Sensity (2024), available at: <https://www.sensity.eu/> (Accessed 25 June 2024).
13. Indra (2024), available at: <https://www.indracompany.com/en> (Accessed 25 June 2024).
14. Muscat Municipality (MM) (2024), available at: <https://www.mm.gov.om/> (Accessed 25 June 2024).
15. Thales (2024), available at: <https://www.thalesgroup.com/en> (Accessed 25 June 2024).
16. Kyiv Smart City (2024), available at: <https://smartcitykyiv.com/> (Accessed 25 June 2024).

Стаття надійшла до редакції 05.07.2024 р.