

# Інтеграція інтернету речей та штучного інтелекту у концепції розумних міст

<https://doi.org/10.31713/MCIT.2024.051>

Юлія Головчук

Національний університет водного господарства та природокористування  
м. Рівне, Україна  
holovchuk\_ak22@nuwm.edu.ua

Сергій Каштан

Національний університет водного господарства та природокористування  
м. Рівне, Україна  
s.s.kashtan@nuwm.edu.ua

*Анотація*—У роботі досліджується інтеграція інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту (AI) у концепції розумних міст. Окремо розглянуто застосування IoT для збору даних у реальному часі та роль AI в оптимізації міських процесів, таких як управління дорожнім рухом, енергозбереження, водопостачання та контроль навколишнього середовища. Проведено аналіз проблем, пов'язаних з впровадженням цих технологій у міську інфраструктуру, включаючи питання безпеки даних, конфіденційності та етики. Також обговорюються можливості підвищення якості життя мешканців за рахунок ефективного використання IoT та AI

*Ключові слова*—*Інтернет речей (IoT); штучний інтелект (AI); інформаційні технології; комунікаційні технології; кібербезпека; моніторинг; соціальний кредит*

## I. ВСТУП

Концепція розумних міст передбачає активне впровадження технологій для покращення міських процесів, зокрема IoT та AI, які стають основними складовими цього підходу. Транснаціональна корпорація Cisco Systems, Inc. зазначає, що зростання міського населення створює потребу в інноваційних рішеннях для управління інфраструктурою, включаючи енергетичні ресурси, транспортні системи та комунальні послуги. Поєднання IoT з AI надає можливість автоматизованого управління та оптимізації міських систем, вирішуючи критичні проблеми сучасних міст, такі як затори, надмірне споживання енергії та екологічні виклики [1].

IoT забезпечує розумні міста можливістю отримувати великі обсяги даних у реальному часі з різних джерел, таких як дорожні сенсори, інтелектуальні лічильники енергії та системи моніторингу якості повітря. Ці технології використовуються для збору, аналізу та прийняття рішень у сфері міського управління. Такий підхід сприяє підвищенню ефективності роботи міських служб і покращенню якості життя мешканців.

Штучний інтелект відіграє ключову роль в обробці та аналізі даних, отриманих за допомогою IoT, а також у прийнятті рішень в реальному часі. Крім того, AI допомагає прогнозувати транспортні потоки, регулювати споживання енергії та забезпечувати стабільну роботу міських мереж.

Наприклад, інтелектуальні транспортні системи (ITS) дозволяють оптимізувати маршрути громадського транспорту та зменшувати кількість заторів у містах. Зокрема, така системна інтеграція сучасних інформаційних, комунікаційних технологій та засобів автоматизації з транспортною інфраструктурою, транспортними засобами та користувачами реалізована у містах мегаполісах Нью-Йорк і Лондон.

## II. ІНТЕГРАЦІЯ IoT ТА AI ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ МІСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Поєднання IoT та AI дозволяє значно покращити основні міські процеси [2].

1) *Транспорт*: Системи управління трафіком здатні виявляти затори в реальному часі та автоматично перенаправляти транспортні потоки.

2) *Енергетика*: Інтелектуальні лічильники та мережі допомагають регулювати споживання енергії, знижуючи витрати на електроенергію та підвищуючи ефективність.

3) *Екологічний моніторинг*: IoT-сенсори, розташовані по місту, здійснюють моніторинг рівня забруднення повітря та води, а AI аналізує ці дані для оперативного реагування на екологічні загрози.

Проте, незважаючи на численні переваги, описані процеси стикаються з низкою проблем.

1) *Безпека даних*: Одним із головних питань є забезпечення кібербезпеки зібраних даних та захист міських систем від хакерських атак. Кіберзлочинці можуть використовувати вразливості в системах IoT для атаки на міську інфраструктуру, що робить захист пріоритетним завданням.

2) *Приватність*: Збирання особистих даних мешканців міст є важливою етичною проблемою, що ставить під сумнів забезпечення їх приватності та відповідального використання отриманої інформації.

3) *Інтероперабельність*: Сумісність різних IoT-пристроїв і платформ часто створює певні труднощі. Важливо впровадити єдині стандарти, щоб забезпечити ефективну взаємодію різноманітних технологій.

III. ПРИКЛАДИ УСПІШНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ІОТ ТА АІ У РІЗНИХ МІСТАХ

Розглянемо приклади впровадження ІоТ та АІ в різних містах світу, акцентуючи увагу на перевагах, які ці технології приносять в управління міською інфраструктурою та покращення життя мешканців (див. табл. I) [3].

- Барселона: одне з перших міст, що впровадило розумні системи для управління водопостачанням і паркуванням. Завдяки використанню сенсорів та аналітики ІоТ, місто знизило витрати на воду та зменшило затори, що позитивно вплинуло на екологічну ситуацію та комфорт мешканців.
- Сінгапур: яскравий приклад застосування машинного навчання для оптимізації громадського транспорту. Інтеграція АІ дозволяє прогнозувати трафік, коригувати розклад руху транспорту в режимі реального часу та надавати пасажиром актуальну інформацію, що сприяє зменшенню заторів і покращенню якості обслуговування.
- Лондон: використовує технології ІоТ для моніторингу якості повітря та води, що дозволяє оперативно реагувати на екологічні загрози. Це є частиною загальної стратегії покращення екологічної стійкості міста.
- Нью-Йорк: завдяки інтеграції розумних лічильників для управління споживанням енергії вдалося оптимізувати енергетичні ресурси, що призвело до зменшення витрат і підвищення ефективності електромережі.
- Фенікс (штат Арізона): активно проводяться випробування автономних автомобілів. Технологія Waymo використовує АІ для навігації в міських умовах, що допомагає зменшити затори, підвищити безпеку дорожнього руху та знизити викиди парникових газів завдяки енергозберігаючим поїздам [4].
- Торонто: проєкт Sidewalk Labs, ініційований Google, має на меті підвищення безпеки в місті за допомогою використання АІ для моніторингу та прогнозування злочинності. Хоча проєкт зазнав критики через порушення конфіденційності, він є важливим прикладом інновацій у сфері міської безпеки.
- Копенгаген: впровадження АІ для управління дорожнім рухом і боротьби з забрудненням повітря. Аналізуючи дані про транспортні засоби, пішоходів і погодні умови, місто оптимізує сигнали світлофорів, що дозволяє зменшити затори та час очікування на перехрестях, а також знижує викиди забруднюючих речовин. Додатково, місто розробляє рішення для боротьби з повеннями, щоб забезпечити стійкість до змін клімату та підвищення рівня моря.

Наведені приклади демонструють, як технології ІоТ та АІ можуть сприяти сталому розвитку міст,

підвищуючи ефективність міських процесів, екологічну стійкість та безпеку мешканців.

ТАБЛИЦЯ I. ПРИКЛАДИ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ У РОЗУМНИХ МІСТАХ

Технологія ІоТ	Призначення	Приклади застосування
Інтелектуальні лічильники	Контроль споживання енергії та води	Барселона: оптимізація водопостачання
Датчики дорожнього руху	Управління трафіком та паркуванням	Нью-Йорк: прогнозування заторів
Екологічні сенсори	Моніторинг забруднення повітря	Лондон: екологічний моніторинг
Системи керування освітленням	Автоматичне регулювання міського освітлення для підвищення енергоефективності	Копенгаген: управління енергією
Розумні паркувальні системи	Оптимізація паркувальних місць	Львів: автоматизована система контролю оплати паркування
Системи моніторингу якості повітря	Моніторинг забруднення повітря, сповіщення про радіаційну та хімічну небезпеку	Понад 40 міст України: мережа сенсорів EcoCity для моніторингу якості повітря
GPS-моніторинг громадського транспорту	Відстеження руху транспорту	По всій Україні: система DozoR для моніторингу громадського транспорту в режимі реального часу

IV. ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ У СОЦІАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ

Однією з наймасштабніших ініціатив у сфері моніторингу та оцінки громадян і компаній на основі їхньої поведінки є рейтингова система в Китаї, відома як *Social Credit System* (Система соціального кредиту). Це складна технологічна інфраструктура, яка поєднує можливості ІоТ, штучного інтелекту та аналізу великих даних. Система використовує інформацію з різних джерел, таких як фінансові установи, державні органи, камери спостереження, соціальні мережі та транзакції для формування цифрового профілю кожного громадянина або організації. Ця технологія має на меті заохочення «позитивної» поведінки, зокрема фінансової відповідальності, дотримання законів і етичних норм, проте викликає занепокоєння щодо конфіденційності та етичних питань [5].

Розглянемо основні характеристики системи соціального кредиту (див. табл. II).

A. Моніторинг громадян та підприємств

Система збирає дані про дії громадян та компаній, такі як сплата податків, своєчасне повернення боргів, дотримання правил дорожнього руху, поведінка в інтернеті тощо. Позитивні дії підвищують рейтинг, тоді як негативні призводять до його зниження.

B. Механізм покарань та заохочень

Високий рейтинг надає певні привілеї, такі як спрощений доступ до кредитів, знижки на

комунальні послуги, можливість отримання кращої роботи або швидше проходження бюрократичних процедур. Низький рейтинг може призвести до обмежень, таких як заборона на подорожі, обмеження доступу до закладів освіти, труднощі з отриманням кредитів або навіть публічне оголошення про порушення, що може призвести до осуду з боку суспільства.

C. Технологічна підтримка та IoT

Китай активно використовує технології IoT та AI для функціонування рейтингової системи. Мережі камер відеоспостереження з функцією розпізнавання обличчя, розумні лічильники та інші пристрої допомагають у реальному часі фіксувати поведінку громадян та підприємств, надаючи інформацію для обробки AI, який автоматизує процес прийняття рішень щодо надання певних балів або накладання санкцій.

D. Критика та виклики

Система соціального кредиту викликає значні занепокоєння щодо приватності та свободи. Критики вказують, що така система може призвести до масового контролю над громадянами, порушення їх прав на особисте життя та формування суспільства, де кожен вчинок підлягає оцінці. Проте, китайська влада запевняє, що система спрямована на зміцнення довіри в суспільстві та економіці.

ТАБЛИЦЯ II. ПРИКЛАДИ ТЕХНОЛОГІЙ IoT ТА AI У СОЦІАЛЬНОМУ КОНТРОЛІ

Технологія	Призначення	Застосування
Системи розпізнавання обличчя	Моніторинг громадян у публічних місцях	Використання в системі соціального кредиту в Китаї
Інтелектуальні камери	Автоматизований моніторинг для виявлення порушень	Виявлення правопорушень у транспортних системах
Аналітика великих даних	Обробка та аналіз даних для оцінки поведінки	Створення профілів громадян для соціального кредиту
Смарт-лічильники	Моніторинг споживання ресурсів у реальному часі	Контроль використання енергії та води
Датчики руху	Виявлення переміщення людей у певних зонах	Безпека в громадських місцях
Інтелектуальні системи спостереження	Аналіз дій людей для визначення нетипових поведінкових патернів	Виявлення кримінальних інцидентів
Платформи для аналізу соцмереж	Моніторинг громадської думки та емоцій	Аналіз відгуків громадян на політичні рішення
Сенсори для відстеження транспортних засобів	Контроль за дотриманням правил дорожнього руху	Вимірювання швидкості, моніторинг порушень
Віртуальні асистенти	Надання інформації та рекомендацій для громадян	Автоматизовані відповіді на запити з приводу законодавства

Ці технології демонструють, як IoT та AI можуть бути застосовані для соціального контролю,

підвищуючи рівень безпеки, але водночас викликають занепокоєння щодо етики та конфіденційності. Важливо знайти баланс між впровадженням інноваційних технологій і захистом прав громадян, щоб забезпечити їх безпеку без порушення приватності.

V. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Інтеграція IoT та AI в міську інфраструктуру відкриває нові можливості для ефективного управління ресурсами та покращення якості життя мешканців. IoT забезпечує збір даних у реальному часі, що дозволяє більш точно реагувати на виклики, такі як затори, енергоспоживання та екологічний моніторинг. У той же час, AI здатен аналізувати ці дані та приймати автоматизовані рішення, що сприяє більш ефективному функціонуванню міст.

Проте, ці технології несуть певні ризики. Зокрема, питання безпеки даних, захист приватності мешканців та етичні виклики. Необхідно вирішувати проблеми кібербезпеки та забезпечувати надійність систем, які використовуються. Крім того, для забезпечення сумісності різних IoT-пристроїв та платформ необхідна стандартизація, яка допоможе уникнути технічних збоїв та неузгодженостей у функціонуванні міських систем [6].

У майбутньому міста продовжать впроваджувати IoT і AI для вирішення ключових завдань міського управління, серед яких енергозбереження, ефективність транспорту та екологічна стійкість. Очікується, що майбутні розумні міста будуть краще інтегровані між собою, що сприятиме обміну даними та підвищенню ефективності міських процесів. Водночас, важливість розробки нових законодавчих та етичних стандартів залишатиметься актуальною для подальшого впровадження цих технологій.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] J. Clerk Maxwell, "Smart Cities of the Future," San Jose, CA, USA: Cisco Systems, Inc., White Paper, 2018.
- [2] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista and M. Zorzi, "Internet of Things for Smart Cities," *IEEE Internet of Things Journal*, Volume 1, Issue 1, 2014, pp. 22-32. DOI: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>
- [3] M. Batty, "Artificial intelligence and smart cities," *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, Volume 45, Issue 1, 2018, pp. 3-6. DOI: <https://doi.org/10.1177/2399808317751169>
- [4] Jess Brant, "The Future of AI in Smart Cities: Trends and Predictions," URL: <https://www.linkedin.com/pulse/future-ai-smart-cities-trends-predictions-jess-brant-gruke> (application date: 14.10.2024).
- [5] "Artificial Intelligence and Social Credit System in China," Ankara, Turkey: Middle East Technical University, 2021.
- [6] L. Mora, M. Deakin, Y. A. Aina, and F. P. Appio, "Smart City Development: ICT Innovation for Urban Sustainability," in *Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals: Sustainable Cities and Communities*, Cham: Springer, 2019. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71061-7\\_27-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71061-7_27-1)