

УДК 621.391

DOI: 10.31673/2786-8362.2026.015196

Блаженний Н.В., PhD; Бойко О. В.;  
Харлай Л.О.

## РОЗВИТОК КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНИХ МІСТ» В УКРАЇНІ

**Blazhennyi N.V., Boyko O.V., Kharlay L.O. Development of the concept of “smart cities” in Ukraine.** The article is devoted to the consideration of the use of the concept of “smart cities”, taking into account the application of modern technologies and innovations to ensure a comfortable life in the megacities of Ukraine.

An analysis of the use of augmented reality elements was carried out with an assessment of the basic principles of building “smart cities”, key tasks and an analysis of the most modern approaches and solutions to improve such aspects of life as local government, energy, heat and water supply, construction, art, security, medicine, transport, ecology, waste.

The article proves that the use of information additions forms new principles of organizing the life of a large city.

An innovative approach to improving the infrastructure of Ukrainian cities, which is of great economic, political, cultural and social importance, is separately emphasized.

Proposed options for preserving national cultural heritage and monitoring the preservation of art exhibits in the Kyiv-Pechersk Lavra and in art museums of Ukraine using augmented reality technology.

An innovative model of preventive storage is considered, which includes a radio module and special-purpose sensors used to determine parameters - lighting, air quality, temperature, humidity, ultraviolet radiation, wind load, shock load, etc.

**Keywords:** concept, Internet of Things, smart city, augmented reality, city management, visualization, cloud platforms

### **Блаженний Н.В., Бойко О.В., Харлай Л.О. Розвиток концепції «розумних міст» в Україні.**

Стаття присвячена розгляду використання концепції «розумних міст», зважаючи на застосування сучасних технологій та інновацій для забезпечення комфортного життя в мегаполісах України.

Проведений аналіз застосування елементів доповненої реальності з оцінкою базових принципів побудови «розумних міст», ключових завдань та аналізу найсучасніших підходів та рішень для покращення таких аспектів життя як місцеве управління, енергетика, тепло та водопостачання, будівництво, мистецтво, безпека, медицина, транспорт, екологія, відходи.

В статті доведено, що використання інформаційних доповнень формує нові принципи організації життя великого міста.

Окремо підкреслено інноваційний підхід по покращенню інфраструктури міст України, яка має велике економічне, політичне, культурне та соціальне значення.

Запропоновані варіанти збереження вітчизняної культурної спадщини та моніторингу збереження мистецьких експонатів в Києво-Печерській лаврі та в художніх музеях України шляхом використання технологій доповненої реальності.

Розглядається інноваційна модель превентивного зберігання, яка включає в себе радіомодуль та датчики спеціального призначення, які використовують для визначення параметрів – освітлення, якості повітря, температури, вологості, ультрафіолетового випромінювання, вітрового навантаження, ударного навантаження тощо.

**Ключові слова:** концепція, Інтернет речей, розумне місто, доповнена реальність, управління містами, візуалізація, хмарні платформи

### **Вступ**

На сьогодні актуальність використання технологій доповненої реальності виходить на перший план, зважаючи на забезпечення зручності громадянам України для вирішення безлічі завдань, які стоять перед комунальними службами, громадами міст щодо контролю за енерго- і теплозбереженням.

Під «розумним містом» будемо розуміти комплекс заходів, спрямованих на покращення якості управління містами та покращення якості життя громадян за рахунок впровадження інноваційних технологій, передових інженерних і технологічних рішень при забезпеченні безпеки і комфортних умов життя містянам.

У світі є приклади впровадження елементів «розумних міст». Так, наприклад, в Сингапурі використовують систему датчиків для контролю за енерго- та водопостачанням, використовують вакуумні сміттєзбирачі, системи моніторингу за літніми та хворими людьми.

В Китаї використовують системи розпізнавання облич для оплати покупок в супермаркетах.

В США компанія Google запровадила додаток у смартфони, який аналізує дорожню обстановку в місті та пропонує оптимальні маршрути слідування. Планується також впровадження безпілотних автобусів та таксі.

У Європі активно впроваджують інноваційні технології для покращення якості життя, екологічної стійкості, транспортної мобільності та залучення громадян до голосувань та прийняття рішень. Такі програми, такі як Horizon Europe та Європейський зелений курс, забезпечують значне фінансування та підтримку, що дозволяє містам досягати кліматичної нейтральності та впроваджувати передові цифрові рішення.

В Україні концепція Smart City залишається актуальною, акцентуючи увагу на безпеці, енергоефективності та оперативному управлінні ресурсами. Ініціативи, наприклад Smart City Ukraine, Smart City Hub і Асоціація енергоефективних міст України, сприяють впровадженню інновацій, мобільних додатків та цифрових платформ, які стали ефективними інструментами підтримки громадян.

В Японії широко використовуються датчики по впровадженню «розумного освітлення» - ліхтарі загоряються лише тоді, коли поруч з'являється будь-який об'єкт.

Лише завдяки доповненій реальності інформація про мегаполіс стане наочною, що забезпечить «розумним містам» стати частиною нашого повсякденного життя в Україні.

Контроль та управління безліччю сучасних і нових послуг з високими вимогами щодо якості обслуговування стосуються насамперед сфер управління містом [1, 2-3], яке повинне залучати громадян до планування розвитку міста, пропонувати шляхи розвитку міста, враховувати побажання громадян, прислуховуватися до їх скарг і звернень щодо кількості та якості надання послуг.

Більшість послуг на які необхідно звертати увагу при створенні «розумних міст» стосуються енергетики, тепlopостачання, водопостачання, будівництва, безпеки, транспорту, медицини, екології, вивезення сміття.

**Аналіз останніх досліджень.** Реалізації концепції «розумного міста» під яким будемо розуміти якісне покращення життя громадян через впровадження інноваційних технологій і реалізується шляхом переходу від екологічності до створення максимального комфорту [1,4] для кожного громадянина з використанням елементів штучного інтелекту, спеціальних датчиків, безпілотного транспорту та доповненої реальності з використанням цифрових технологій.

Роль доповненої реальності зводиться до візуалізації обстановки на вулицях міста, забезпечення доступності до інформації через смартфони та навігатори, інтеграція доповненої реальності до повсякденного побуту громадян.

Результатом впровадження концепції «розумного міста» є конкурентноспроможність і ефективність керування всіма службами міста в режимі реального часу цілодобово.

Перевагами «розумного міста» можна визначити наступні складові: економія часу, шляхом оптимізації маршрутів пересування, врахування заторів, швидка доставка пацієнтів каретами швидкої допомоги до лікарень. Миттєве реагування служб на надзвичайні ситуації, стан здоров'я пацієнтів, потреби громадян, спрощення доступу до адміністративних та фінансових послуг. Впровадження технологій «розумного міста» є життєвою необхідністю, а не данина моді.

Поєднання датчиків, штучного інтелекту, доповненої реальності дозволяє перетворити складне міське середовище на простір де життя комфортне, забезпечується сталий розвиток суспільства та високий рівень життя.

**Постановка завдання.** Актуальним науковим завданням є реалізація концепції «розумного міста» з використанням елементів штучного інтелекту [4,5], спеціальних датчиків, безпілотного транспорту та доповненої реальності.

**Метою роботи** є розробка методики побудови «розумного міста» для якісного покращення життя громадян через впровадження інноваційних технологій шляхом переходу до створення максимального комфорту для кожного громадянина.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Насамперед проведемо аналіз застосування доповненої реальності в музейних та історичних культурних пам'ятках України на прикладі Києво-Печерської лаври.

Наша столиця є містом з великою культурною спадщиною. Запровадження інноваційних технологій в роботу музеїв та культурно-пізнавальних сайтів є одним із шляхів залучення сучасних користувачів, збільшення відвідуваності та підвищення емоційного сприйняття відвідувачів. Доповнена реальність є важливою складовою для збільшення сприйняття відвідувачів, поглиблення їх знань.

Структурну схему системи доповненої реальності можна представити у вигляді елементів превентивної охорони та відеоспостереження [6], а також елементів надання допомоги відвідувачам Києво-Печерської лаври. Система доповненої реальності для забезпечення охорони об'єктів культурної спадщини представлена на рис.1.

Елементи превентивної охорони та відеоспостереження забезпечують збереження та управління яким користуються в основному працівники об'єкту культурної спадщини, які відповідають за збереження та безпеку.

Елементи надання допомоги відвідувачам забезпечують інтерактивність і доступність інформації для відвідувачів. До складу елементів превентивної охорони та відеоспостереження входить радіомодуль і спеціальні датчики для визначення параметрів – освітлення, якості повітря, температури, вологості, ультрафіолетового випромінювання, вітрового навантаження, ударного навантаження тощо. Датчики розподіляють таким чином, щоб максимально охопити всі експонати в Києво-Печерській лаврі. При цьому всі датчики управляються через базову станцію [7], яка знаходиться на дзвіниці. Для передачі даних між датчиками використовується LPVAN-LoRa яка забезпечує можливість нарощування системи в майбутньому. Базова станція поєднана з хмарним середовищем яке має інтелектуальну систему для обробки отриманої інформації від датчиків.

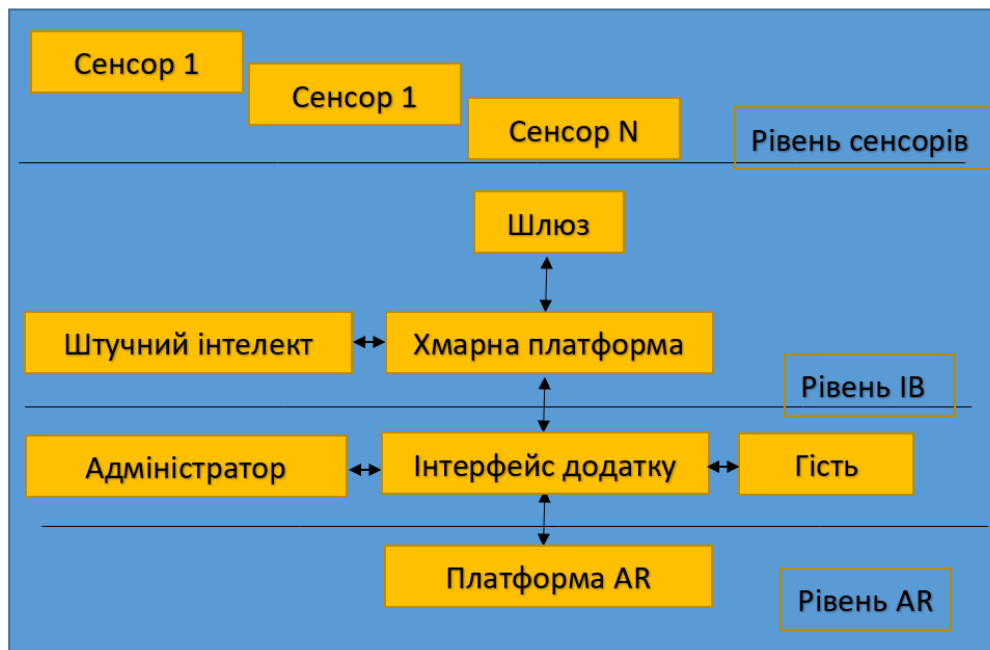


Рис. 1. Система доповненої реальності для забезпечення охорони об'єктів культурної спадщини.

Базова станція зв'язана з хмарним сервером, який відповідає за коректну роботу системи. В хмарній платформі розгортається інтелектуальна система для обробки отриманих даних з

датчиків і визначення внесення необхідних коригувань по відношенню до експонатів культурної спадщини.

Блок допомоги відвідувачам надає послуги на базі технології доповненої реальності.

На сьогодні широко використовуються QR-коди, які дозволяють відвідувачам отримати більше інформації про об'єкти. При цьому доповнена реальність дозволяє представити інформацію в різних формах [8,9] – мова, текст, відео-, графіка, тощо, які зручні відвідувачам.

Доповнення інформації може бути реалізовано двома способами. Насамперед можливе облаштування експонатів спеціальними знаками, які при активації відкривають інтерактивні можливості для взаємодії з експонатом.

Другий спосіб – використання штучного інтелекту, нейронної мережі для аналізу і визначення розподілених об'єктів культурної спадщини в Києво-Печерській лаврі. Нейронна мережа може визначати речі і порівнювати їх властивості із записами в базі даних і активуючи ті ж самі інтерактивні можливості для взаємодії з експонатом.

Прикладом додаткових інтерактивних функцій може бути додавання довідкової інформації про об'єкт культурної спадщини.

Більш складним варіантом може бути відтворення відео або візуалізація персонажів, які зображені на полотні. Для відтворення такої інформації відвідувачам можна використовувати окуляри доповненої реальності, а також можна використовувати мобільні додатки з аналогічними функціями. Наприклад використовувати інтерактивну карту об'єкту культурної спадщини.

Розглянемо приклад реалізації системи доповненої реальності для забезпечення охорони об'єктів культурної спадщини.

Блок моніторингу збереження експонатів включає: IoT – шлюз, який реалізується на платі NodeMCU V3 з модулем ESP 8266, який використовується для створення різноманітних IoT.

Шлюз може відправляти і отримувати інформацію із локальної або глобальної мережі через вбудований Wi-Fi модуль. Цей прилад часто виступає в ролі IoT шлюзу завдяки економічній ефективності, доступності на ринку та зручності роботи. IoT-шлюз NodeMCU програмується за допомогою Sketch в Arduino IDE, що дозволяє здійснювати ініціалізацію безпроводового з'єднання і генерацію HTTP-запитів POST через API до хмарної платформи ThingSpeak.

Хмарна платформа. В системі використовується хмарна платформа ThingSpeak, яка представляє собою додаток з відкритим вихідним кодом для IoT та API при зберіганні і використанні даних за допомогою протоколу HTTP. ThingSpeak підтримується протоколами mathworks і має вбудовані бібліотеки Matlab для підтримки приладів IoT.

ThingSpeak дозволяє користувачам аналізувати і візуалізувати завантажені дані за допомогою Matlab, а не купувати ліцензію Matlab в Mathworks.

Датчики. При реалізації системи використовують датчики DHT11, які складаються з двох вимірювальних датчиків: термометра і гігromетра. Отримані дані з датчиків передають на хмарну платформу ThingSpeak через шлюз IoT. Хмарна платформа аналізує і обробляє дані і відправляє звіт і сигнали через додаток. Структура системи показана на рис. 2.

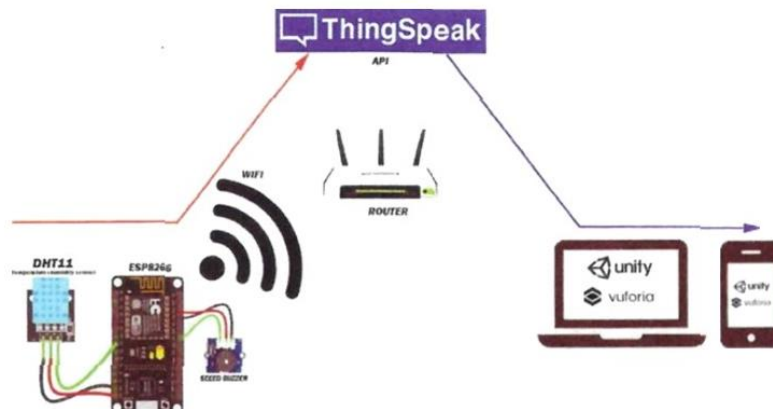


Рис. 2. Структура системи моніторингу

Для надання візуальної інформації відвідувачам і співробітникам розробляються додаткові застосунки доповненої реальності. Для наочності і зручності користування можна використовувати окуляри або смартфони.



Рис. 3. Інтерфейс працівника Києво-Печерської лаври

Для створення таких доповнень використовують наступні платформи:

Unity – кросплатформове середовище, яке використовується для дво- і тривимірних відеоігор. Ця платформа дозволяє створювати гетерогенні додатки для більш ніж 20 операційних систем.

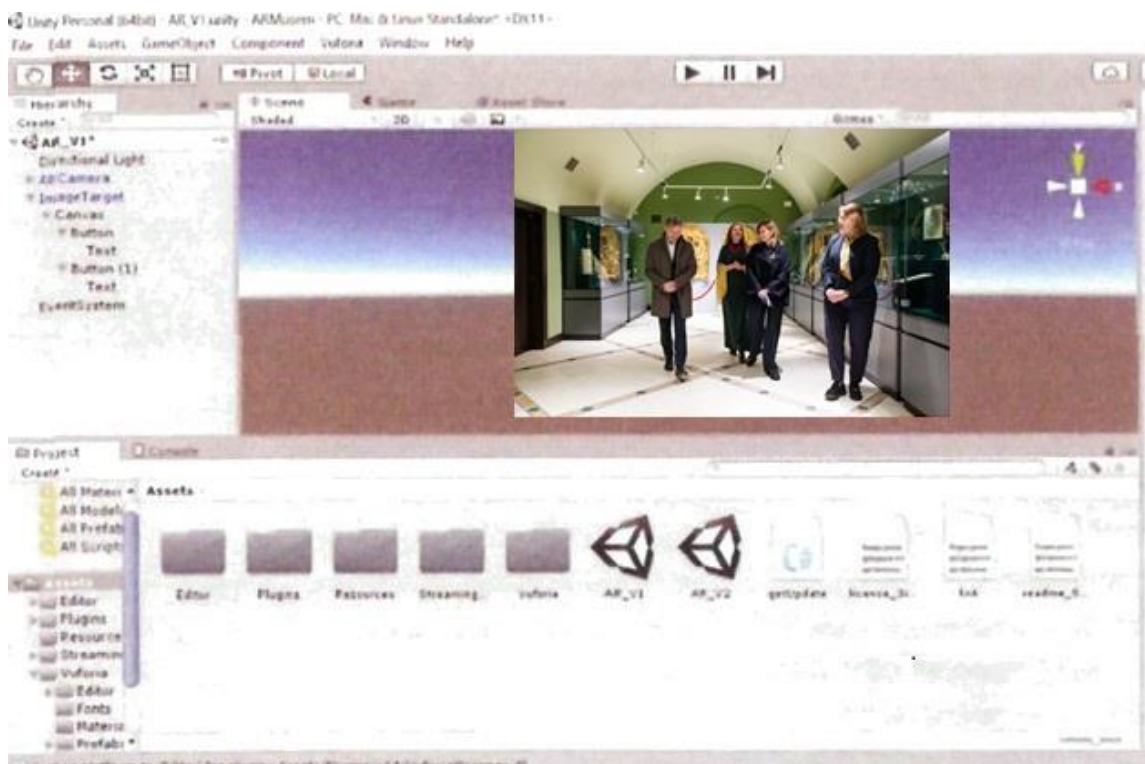


Рис. 4. Інтерфейс відвідувачів Києво-Печерської лаври

Основною перевагою є наявність середовища візуальної обробки, кросплатформенна підтримка і модульна система компонентів. Основним недоліком є виникнення складнощів при роботі з багатокомпонентними схемами і підключенням зовнішніх бібліотек.

Vuforia – платформа доповненої реальності для мобільних пристроїв, яка розроблена Qualcomm і відстежує плоскі зображення і прості реальні об'єкти в режимі реального часу.

Віртуальний об'єкт орієнтований на реальне зображення і людське око сприймає його як єдине ціле і створюється відчуття, що віртуальний об'єкт є частиною реального світу.

Крім того Vuforia пропонує інтерфейси прикладного програмування на мовах C++, Java, Objective-C та .Net шляхом інтеграції з ігровою платформою Unity.

Відповідно до стандарту зв'язку IMT-2020, підтримує три основні сценарії використання: eMBB (Enhanced Mobile Broadband) – удосконалений мобільний широкопasmовий зв'язок, який забезпечує швидкості до 1 Гбіт/с у приміщеннях і до 300 Мбіт/с зовні. Реалізація цього сценарію залежить від розгортання малих базових станцій (Small Cells), що працюють у міліметровому діапазоні (mmWave) і легко інтегруються в міську інфраструктуру [10,12,13]. URLLC (Ultra - Reliable Low - Latency Communication) – наднадійний зв'язок із низькою затримкою, який використовується для здійснення та виконання критично важливих завдань. Наприклад, це транспорт (таксі) із автопілотом, де рішення повинні прийматися за доли секунди, а також логістика з використанням технології блокчейн для відстеження товарів користувачів. mMTC (Massive Machine-Type Communication) – масовий зв'язок між машинами, орієнтований на IoT. Цей сценарій забезпечує стабільність і безперервність зв'язку для пристроїв, таких як датчики, детектори та інші вимірювальні пристрої, що можуть використовуватися в інфраструктурі «розумного міста».

## Висновки

У статті зазначено, що використання технологій доповненої реальності розширюють взаємодію з віртуальним світом та його даними, при цьому технології доповненої реальності в більшості випадків використовуються в сфері розваг та відеоігор.

Однак використання мереж зв'язку ITM-2020 з метою моніторингу і управління приладами виводять концепцію IoT на зовсім інший рівень

Запропоновані системи можуть стати основою для збереження культурної спадщини, а також для залучення відвідувачів і підсилення сприйняття від відвідування об'єктів культурної спадщини.

Запропонована інноваційна модель може стати основою для доповненої реальності розвитку розумних міст. При цьому шлюз IoT, який встановлюється для кожного культурного об'єкту пов'язаний з хмарними платформами, які забезпечують можливість зберігання і обробки різноманітних даних. Використання штучного інтелекту в мережах зв'язку представляє собою концепцію мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані датчики, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами. Це відбувається за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку. В мережах можуть використовуватись виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти і пов'язані між собою через бездротові або дротові мережі. Ці взаємопов'язані пристрої мають можливість зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дозволяють виключити необхідність участі людини, за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів. При цьому набуває поширення всеосяжний або всеохоплюючий Інтернет, що висуває проблему використання інформації на новий рівень.

На основі науково-дослідних досягнень у галузі використання штучного інтелекту для мереж зв'язку запропоновано концепцію створення розподіленого штучного інтелекту.

При цьому подальшим напрямком досліджень може бути нормування та безпека технологій використання запропонованих технічних рішень.

**Список використаної літератури:**

1. Б. Толубко, Л. Н. Беркман, Л. П. Крючкова, А. Ю. Ткачов. Підвищення показників якості системи управління послугами мережами майбутнього / В // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. - 2018. - № 3. - С. 5-11.
2. Xu C. K., Tang T. Closing the gap or widening the divide: The impacts of technology enabled coproduction on equity in public service delivery. *Public administration review*. 2020. № 80 (6). С. 962–975. URL: <https://doi.org/10.1111/puar.13222>.
3. Zhang M., Zhao P., Qiao S. Smartness-Induced Transport Inequality: Privacy Concern, Lacking Knowledge of Smartphone Use and Unequal Access to Transport Information. *Transport Policy*. 2020. № 99. С. 175–185.
4. Перелі Д. Д. Концепція смарт-міста в умовах розвитку інформаційного суспільства. Публічне управління і адміністрування в Україні. 2023. Випуск 33. С. 136–140. URL: <https://doi.org/10.32782/pma2663-5240-2023.33.25>.
5. Пінь, А. М. (2018). Концепція розумного міста в контексті розвитку інноваційного управління. *Інвестиційно-інноваційна діяльність*, 4(132), 114-118.
6. John V. Winters. (2023) Why Are Smart Cities Growing? Who Moves and Who Stays. January. *Electronic Journal*. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4358547>.
7. Rana, A., Chauhan, R., Sajwan, V.S., Devliyal, S., Gupta, S. (2024). Implementation of Internet of things in building smart cities. Published in International Conference on 24 January 2024. *Engineering, Environmental Science, Computer Science. International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE)*. URL: <https://doi.org/10.1109/IITCEE59897.2024.10467428>.
8. Monzon, A. (2015). Smart cities concept and challenges: Bases for the assessment of Smart City projects. *Communications in Computer and Information Science*, 579, 17-31. DOI: 10.1007/978-3-319-27753-0\_2.
9. Caragliu, A., Del Bo, C., Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82. URL: <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>.
10. Mosannenzadeh, F., Vettoriato, D. (2014). Defining smart city. A conceptual framework based on keyword analysis. *Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 6, 683-694. URL: <https://doi.org/10.6092/1970-9870/2523>.
11. Мураєв, Є. В. (2020). Український досвід впровадження концепції смарт-міст: основні досягнення та проблеми. *Вісник ХНУ. Економічні науки*, 2, 91-96.
12. Захарова, О., Бабіч, І. (2024). Європейський досвід переходу до технологій «Розумних міст» в умовах інформаційної економіки. *Scientific Journal «City Development»*, 2(02), 130-135. DOI 10.32782/city-development.2024.2-16.
13. Концепція розумного міста (smart city): визначення, особливості та характеристика українських реалій /О. Булавка, І. Вінніченко, Г. Іобідзе, Р. Кубанов. (2023). Структурні, просторові, технічні та організаційно-економічні чинники інноваційного розвитку будівельної галузі України в сучасних умовах: матеріали науково-практичної конференції (30-31 травня 2023р, м. Київ) / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. Київ: КНУБА, 20-22.
14. Єршова, О. Л., Бажан, Л. І. (2020). Розумне місто – концепція, моделі, технології, стандартизація. *Статистика України*, 2-3, 68-77.

**Автори статті**

**Блаженний Назарій** – PhD, доцент, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0002-3826-7400

**Бойко Олег** – аспірант, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

ORCID: 0009-0001-3761-7528

**Харлай Людмила** – кандидат технічних наук, доцент, Київський фаховий коледжу зв'язку, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0002-7633-933X

*Authors of the article*

**Blazhenyi Nazariy** – PhD (technical), Associate Professor, State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0000-0002-3826-7400

**Boyko Oleh** – postgraduate, State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0009-0001-3761-7528

**Kharlai Liudmila** – Candidate of Sciences (technical), Associate Professor, Kyiv Applied College of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0000-0002-7633-933X

---

Надійшла до редакції: 01.04.2026

Прийнята до друку: 06.04.2026

Опубліковано: 25.05.2026

© 2026 Галаган Н.В., Блаженний Н.В., Бойко О.В., Харлай Л.О.

Цей матеріал ліцензовано за умовами CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>