

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-75>

УДК 711.4:004.9:330.341.1

КОНЦЕПТУАЛЬНА ЕВОЛЮЦІЯ ТА СУТНІСТЬ РОЗУМНОГО МІСТА

CONCEPTUAL EVOLUTION AND ESSENCE OF THE SMART CITY

Чернова Наталія Сергіївнакандидат економічних наук, доцент,
Український державний університет науки і технологій
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8461-498X>**Chernova Nataliia**

Ukrainian State University of Science and Technologies

Статтю присвячено критичному переосмисленню еволюції концепції «розумне місто» та уточненню її сутності. Простежено перехід від технологічно детермінованої моделі Smart City 1.0 через сервісно-управлінську Smart City 2.0 до людиноцентричної, місійно орієнтованої Smart City 3.0, що інтегрує цифрову й зелену трансформації. Показано, що сучасне smart-місто функціонує як соціотехнічна система, у якій цифрова інфраструктура, економіка знань, екологічна сталість і партисипативне врядування формують єдиний контур розвитку та рамку цифровізованого відновлення українських міст і їх інтеграції до норм та практик ЄС, зокрема місії «Кліматично нейтральні та розумні міста». Узагальнено досвід ЄС, Сінгапуру та Південної Кореї, окреслено параметри ринку smart-рішень і глобальної динаміки IoT-екосистеми.

Ключові слова: розумне місто, цифровізація, інноваційний розвиток, міське врядування, цифровий двійник, кліматична нейтральність, відновлення України, інноваційні хаби.

The article offers a comprehensive reappraisal of how the smart city concept has evolved and clarifies its substantive meaning. It traces the shift from an initially technology-driven and vendor-oriented Smart City 1.0 model towards a more service- and governance-oriented Smart City 2.0, and further towards a human-centred, mission-oriented Smart City 3.0 that deliberately synchronises digital and green transitions, links urban innovation portfolios to measurable climate and resilience objectives, and relies on multi-stakeholder co-creation mechanisms. Within this framework, the smart city is conceptualised as a socio-technical innovation system that integrates advanced digital infrastructure, data platforms and IoT ecosystems with knowledge-based local economies, environmentally sustainable urban metabolism and participatory, accountable forms of urban governance. The paper synthesises international experience, including the EU Mission on Climate-Neutral and Smart Cities, Singapore's Smart Nation strategy and Seoul's Digital Twin S-Map, drawing on available performance indicators, investment volumes, market statistics and documented policy outcomes to illustrate how different governance models shape smart city trajectories. Particular attention is paid to the specific situation of Ukrainian cities, which simultaneously face the tasks of post-war reconstruction, European integration and rapid digital transformation. It is argued that, under these conditions, the smart city paradigm should function as a methodological backbone for digitalised recovery and long-term modernisation: it provides a coherent logic for structuring urban innovation portfolios, aligning them with EU standards and regulatory frameworks, embedding climate and sustainability targets into local development strategies, and designing transparent pathways from project-level results to city-wide socio-economic and environmental impacts that can be monitored, compared and continuously improved over time.

Keywords: smart city, digitalisation, innovation development, urban governance, digital twin, climate neutrality, Ukraine recovery, innovation hubs.

Постановка проблеми. У XXI ст. міста перетворюються на ключові «майданчики» цифрової та інноваційної економіки, а конкуренція за інвестиції, людський капітал і якість життя дедалі більше залежить від здатності муніципалітетів управляти інноваціями. Євро-

пейська політика закріплює цю логіку через місію Horizon Europe «100 кліматично нейтральних та розумних міст до 2030 року», яка розглядає міста як інноваційні хаби для трансформацій усієї Європи [10]. Для України smart-концепт отримав додатковий вимір:

відбудова інфраструктури, енергоефективність, прозоре управління ресурсами та безпекові виклики без цифрових систем і інноваційних моделей врядування стають практично неможливими. Водночас українська наукова дискусія про розумні міста часто залишається або надто технократичною (зводить smart до ІКТ-проектів), або описовою (перелік сфер без інструментальної управлінської рамки). Це вимагає уточнення сутності smart-міста саме як об'єкта управління інноваційним розвитком.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

а останні два десятиліття проблематика розумних міст перетворилася на один із провідних напрямів урбаністичних та управлінських досліджень. Однією з перших системних спроб операціоналізувати поняття smart city у європейському контексті став проект Ranking of European Medium-Sized Cities під керівництвом Р. Гіффінгера, де було запропоновано комплекс із шести вимірів «розумності» міста (економіка, люди, врядування, мобільність, довкілля, якість життя) та побудовано рейтинг середніх європейських міст за цими індикаторами [11]. Ця робота задала багатовимірну рамку аналізу, яку згодом широко використовували як науковці, так і практики міської політики.

Подальший розвиток концептуального поля пов'язують із статтею А. Caragliu, С. Del Bo та Р. Nijkamp «Smart Cities in Europe», де smart-місто визначається як місто, яке завдяки інвестиціям у людський і соціальний капітал, традиційну та сучасну (цифрову) інфраструктуру забезпечує стале економічне зростання, високу якість життя та належне врядування, за активної участі громадян [9]. Це визначення є одним з найцитованіших у європейській літературі й акцентує, що «розумність» не зводиться до технологій, а включає людський капітал і інституційну спроможність.

Паралельно сформувався потужний критичний напрям. У статті R. G. Hollands «Will the Real Smart City Please Stand Up?» показано, що smart-місто часто виступає як «високотехнологічна версія підприємницького міста», орієнтована на конкуренцію за інвестиції й імідж, а не на розв'язання структурних соціальних проблем [13]. Автор звертає увагу на ризики посилення просторової та цифрової нерівності, комерціалізації міського простору та відсутності реальної участі громадян у прийнятті рішень.

Спробу систематизувати фрагментоване поле підходів здійснили V. Albino, U. Berardi та R. Dangelico, які на основі глибокого огляду

літератури проаналізували ключові дефініції smart-міста, виділили основні виміри (економічний, людський, управлінський, екологічний, технологічний) та окреслили різні групи ініціатив – від технологічних проєктів до комплексних міських програм [2]. У подібному ключі працюють W. Kozłowski та K. Suwar, які на основі широкого огляду джерел пропонують узагальнене визначення smart-міста та показують, як смарт-ініціативи роблять європейські міста «розумнішими» [17]. Ці дослідження фіксують відсутність єдиного підходу та підкреслюють багатовимірність і контекстуальність концепції.

Важливий внесок у концептуалізацію зробила робота T. Nam і T. A. Pardo «Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions», де smart-місто розглядається крізь три взаємопов'язані виміри: технології, люди та інституції [18]. Автори показують, що успішні smart-ініціативи потребують не лише цифрової інфраструктури, а й соціального навчання (social learning) та інституційних змін у врядуванні. Ця тривимірна рамка суттєво вплинула на подальші дослідження, де smart-місто трактується як соціотехнічна система, а не лише як сукупність технологічних рішень.

З іншого боку, дослідження Р. Neirotti та співавт. «Current Trends in Smart City Initiatives: Some Stylised Facts» пропонує емпірично обґрунтовану таксономію smart-ініціатив у різних містах світу та демонструє велику різноманітність конфігурацій у сферах транспорту, енергетики, управління, якості життя тощо [19]. Автори підкреслюють, що спільного «універсального» шляху до smart-міста не існує, а реальні стратегії значною мірою залежать від локального контексту, ресурсів і пріоритетів політики.

Окремий напрям становлять роботи, що пропонують узагальнюючі моделі й рамки для порівняння smart-міст. Так, L. Anthopoulos, M. Janssen та V. Weerakkody розробляють Unified Smart City Model (USCM), який структурує смарт-інфраструктуру, сервіси, врядування, дані та людей у єдину концептуальну модель і дозволяє здійснювати бенчмаркінг різних міст [4]. Натомість W. Kozłowski та K. Suwar акцентують на демократичному характері smart-міста, де ключову роль відіграють взаємодія стейкхолдерів, поєднання ІКТ, соціальної інфраструктури та публічних інституцій [17].

Суттєвою тенденцією останніх років є зближення концептів smart city та sustainable

city. У фундаментальній монографії S. E. Bibri «Smart Sustainable Cities of the Future» smart-міста розглядаються як smart sustainable cities, де цифрові технології, великі дані та міська аналітика мають працювати на досягнення цілей сталого розвитку – енергоефективності, скорочення викидів, підвищення якості життя та соціальної справедливості [7]. У подальшій роботі автор розробляє модель data-driven smart sustainable cities, у якій центральне місце посідає використання даних та міських цифрових платформ для стратегічного планування й моніторингу результатів міської політики [8].

Своєю чергою, Z. Allam і P. Newman пропонують альтернативну рамку переосмислення smart-міста через призму культури, метаболізму й врядування (culture, metabolism, governance), наголошуючи на тому, що цифрові рішення мають оцінюватися не лише з точки зору технологій, а передусім через міські результати (urban outcomes) та культурно-історичний контекст [1]. Таке бачення зміщує акцент із «технологічного ентузіазму» до більш реалістичної, інституційно вбудованої й людиноцентричної моделі smart-урбанізації.

В українському науковому просторі тема smart-міст поки розроблена значно менше, однак за останні роки з'являється дедалі більше досліджень, присвячених теоретичним основам розбудови smart-міст, інструментам їх впровадження та зв'язку зі сталим розвитком і відновленням інфраструктури. Зокрема, у статті А. Олешко та Д. Чернаєнко проаналізовано теоретичні засади розбудови SMART-міст України в трансформаційній економіці, наголошено на потребі адаптації глобальних моделей до вітчизняних умов і розроблено перелік ключових чинників, що визначають успішність смартизації українських міст [21]. Однак недостатньо опрацьованими залишаються питання концептуальної еволюції та сутнісного визначення розумного міста як об'єкта управління інноваційним розвитком у контексті цифровізації та післявоєнного відновлення. Саме подолання цієї прогалини – через узагальнення існуючих моделей, критичний аналіз еволюції концепту та формування цілісної методологічної рамки для розумних міст України – і визначає наукову нішу даного дослідження.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є здійснити цілісне теоретико-методологічне осмислення концептуальної еволюції smart-міста та уточнити його сутність як соціотехнічної системи управ-

ління інноваційним розвитком урбанізованих територій у контексті цифровізації та післявоєнного відновлення України. Досягнення поставленої мети передбачає, по-перше, узагальнення та систематизацію основних теоретичних підходів до трактування smart-міста з виявленням ключових змістових акцентів у класичних і сучасних дослідженнях, по-друге, реконструкцію логіки еволюції концепції від технологічно-детермінованої моделі Smart City 1.0 через сервісно-управлінську Smart City 2.0 до людиноцентричної, місійно-орієнтованої Smart City 3.0 з виокремленням їх змістових «ядер» та управлінських характеристик.

Далі стаття спрямована на формулювання уточненого авторського визначення розумного міста як соціотехнічної інноваційної системи, що інтегрує цифрову інфраструктуру, інституційні механізми, людський капітал та екологічну складову, а також на узагальнення міжнародного досвіду розвитку smart-міст із врахуванням кількісних параметрів і виявленням управлінських інструментів, релевантних для українського контексту. Окремим завданням є обґрунтування методологічних орієнтирів використання smart-парадигми як рамки цифровізованого відновлення українських міст та їх інтеграції до європейських політик і місій, зокрема «Кліматично нейтральні та розумні міста».

Виклад основного матеріалу дослідження. Подальший виклад матеріалу побудовано в логіці послідовного розкриття smart-парадигми як наукової та управлінської категорії. Спочатку характеризуються етапи концептуальної еволюції розумного міста (Smart City 1.0-3.0), що дозволяє виявити зміщення фокусу від технологічного детермінізму до людиноцентричних і місійних трансформацій. Далі уточнюється сутність smart – міста як соціотехнічної інноваційної системи та аналізуються її функціональні виміри. Для підсумовування відмінностей між поколіннями smart – міст подано порівняльну таблицю, яка слугує аналітичною основою для подальших висновків.

Smart City 1.0: технологічний детермінізм. Початковий етап (кін. 1990-х – поч. 2010-х) спирався на впровадження ІКТ у транспорті, освітленні, енергетиці, безпеці. Міста виступали радше «споживачами» рішень великих компаній, а успіх вимірювався кількістю сенсорів чи цифрових сервісів. Критика цього підходу наголошує на ризиках технологічного lock-in й соціальної сліпоти технократичних програм [13].



Рис. 1. Еволюція концепції Smart City 1.0–3.0

Джерело: сформовано автором на основі [1; 7; 13; 18]

Smart City 2.0: сервісно-управлінська модель. У 2010-х фокус змістився від технологій до сервісів і управління даними: з'являються міські платформи, відкриті дані, цифрові канали взаємодії влади і громадян [18]. Муніципалітети починають самі формувати пріоритети smart-політик і вимірювати їх через ефекти для мешканців.

Smart City 3.0: людиноцентрична, місійна трансформація. Сьогодні smart-місто розглядають як інноваційну екосистему, де цифрові рішення створюються через співтворення (co-creation), міські living labs і партнерства «влада-бізнес-наука-громада» [1; 7]. Європейський Союз підсилює цей підхід через місію «Climate-Neutral and Smart Cities» і Climate City Contracts – дорожні карти переходу до нейтральності, сформовані спільно зі стейкхолдерами [10; 20]. Отже, «смайт» виходить за межі ІКТ та стає управлінською парадигмою інноваційних перетворень.

Синтез сучасних підходів дає підстави для авторського визначення:

«Розумне місто – це соціотехнічна система управління інноваційним розвитком урбанізованої території, яка через цифрову інфраструктуру, відкриті дані та партнерські моделі (quadruple helix) забезпечує стале зростання якості життя, конкурентоспроможності й екологічної безпеки» [2; 4; 7; 9; 17].

Цифровізація тут виконує роль «нервової мережі» міста, але рушієм змін є інституції, людський капітал і здатність координувати інновації.

Масштабність smart-парадигми підтверджують глобальні тренди. Ринок smart-міст у 2024 р. оцінювали приблизно у 877,6 млрд дол. США з прогнозом зростання до 3,7 - 6,0 трлн дол. до 2030 р., що відображає надвисокі темпи інвестицій у міські інновації [3; 12]. Кількість IoT-пристроїв у світі у 2025 р. становить

близько 21,1 млрд і може сягнути 39 млрд до 2030 р., тобто дані та сенсорні мережі стають базовим ресурсом урбаністичного розвитку [16]. Варто зазначити, що наведені оцінки ґрунтуються на різних методиках обліку (інфраструктурні рішення, цифрові сервіси, міські платформи, green-tech), тому у звітах фіксується розкид прогнозів. Для міського інноваційного управління це означає зростання конкуренції за smart-інвестиції та необхідність переходу до чітких бізнес-кейсів, портфельної пріоритезації й прозорих KPI, які роблять проекти привабливими для донорів і приватного сектору.

Найбільш практичною для інноваційного менеджменту є модель шести вимірів smart-урбанізації [11]:

- 1) Smart economy – інноваційні кластери, підприємництво, R&D-закупівлі;
- 2) Smart mobility – мультимодальні сервіси, data-driven транспорт, електромобільність;
- 3) Smart environment – цифровий моніторинг довкілля, ресурсоефективність, енергоуправління;
- 4) Smart people – цифрові компетентності, освіта, креативний потенціал;
- 5) Smart living – безпека, здоров'я, комунальні та культурні сервіси;
- 6) Smart governance – відкриті дані, е-послуги, участь громадян, KPI-моніторинг.

Кожен вимір формує поле міських інновацій, тобто портфель проектів, яким місто має управляти за життєвим циклом – від пріоритезації проблем до масштабування результатів.

Управління інноваційним розвитком у smart-місті передбачає перехід від «набору цифрових проектів» до портфельної логіки. Для кожного з шести вимірів доцільно формувати міський портфель інновацій із чіткими місіями та KPI: у smart economy – програми

підтримки міських стартапів, R&D-закупівлі та кластери з показниками створених інновацій/робочих місць; у smart mobility – проекти мультимодальної мобільності, керування трафіком і електромобільності з метриками скорочення часу поїздок та викидів; у smart environment – енергоменеджмент і моніторинг ресурсів з KPI енергоефективності та зменшення втрат; у smart people – освітні й компетентнісні програми з індикаторами цифрових навичок; у smart living – сервіси безпеки, здоров'я й ЖКГ з KPI доступності та якості; у smart governance – відкриті дані, електронна демократія й «управління за результатами» через ланцюжок results → outcomes → impacts. Таким чином, smart-виміри виступають каркасом міського інноваційного менеджменту, що дозволяє оцінювати прогрес не за кількістю впроваджених технологій, а за суспільним ефектом.

Узагальнюючи наведені ознаки та управлінські підходи, доцільно зіставити ключові характеристики трьох поколінь smart-міста. Таке порівняння дозволяє чітко побачити, як змінювалися пріоритети, роль муніципалітету й інструменти інноваційного розвитку на кожному етапі.

Європейські міста: інтероперабельність даних і економічні ефекти.

Барселона є еталонним прикладом переходу до Smart City 3.0. Місто розгорнуло open-source платформу Sentilo для збору та стандартизації даних інфраструктури [14]. За опублікованими оглядами, у Барселоні

встановлено понад 19,5 тис. сенсорів для керування освітленням, парковками, відходами та водними ресурсами [6]. Впровадження smart-освітлення забезпечило близько 37 млн дол. США щорічної економії енергії, а сумарний ефект моніторингових програм оцінюють приблизно у 92 млн євро економії міських ресурсів [5; 6].

Амстердам реалізує smart-підхід через платформу living labs Amsterdam Smart City / InChange. За даними Interreg Europe, екосистема об'єднує понад 100 партнерів і реалізувала понад 130 міських інноваційних проєктів, керованих як портфель, зорієнтований на потреби мешканців і кліматичні цілі [15]. Це демонструє, що smart-урбанізація працює тоді, коли місто виступає координатором інноваційної екосистеми, а не лише «замовником технологій».

Сінгапур представляє модель «whole-of-government/whole-of-society», де smart-урбанізація є частиною державної стратегії Smart Nation [23]. Важливий індикатор інституційної цифровізації – майже 95% МСП використовують щонайменше одну цифрову технологію (хмарні сервіси, е-платежі, кіберзахист, AI/IoT) [24]. Це створює соціально-економічну базу для швидкого впровадження міських інновацій і їхнього масштабування.

Сеул активно розвиває Digital Twin S-Map – тривимірний «двійник» міста, який застосовують для симуляцій транспортних сценаріїв, планування інфраструктури та оцінки ризиків [22]. Платформа охоплює близько 605 км²,

Таблиця 1

Порівняльна характеристика поколінь smart-міста

Покоління	Ключовий фокус	Роль міської влади	Типові інструменти / рішення	Основні ризики / обмеження
Smart City 1.0	ІКТ-інфраструктура, автоматизація сервісів, технічна ефективність	Споживач корпоративних рішень	сенсори та IoT, «розумне» освітлення, лічильники, диспетчеризація ЖКГ	лок-ін, фрагментація, слабка участь громади
Smart City 2.0	Цифрові послуги та управління міськими даними	Замовник і координатор платформ	open data, міські платформи, е-послуги, міські ситуаційні центри	digital divide, кіберризики, «цифровізація без місійності»
Smart City 3.0	Людиноцентрична зелено-цифрова трансформація, місійність	Оркестратор інноваційної екосистеми (quadruple helix)	living labs, co-creation, цифрові двійники, портфель інновацій, Climate City Contracts	високі вимоги до інституційної спроможності та довіри

Джерело: сформовано автором на основі [2; 4; 11; 17; 18; 19]

містить дані про приблизно 600 тис. об'єктів і підземні комунікації, що дозволяє тестувати інновації у віртуальному середовищі перед реальним впровадженням [22].

Узагальнення міжнародного досвіду показує чотири стійкі закономірності: перехід від ізольованих ІКТ-проектів до портфельного управління інноваціями; відкриті й інтероперабельні платформи даних як базова інфраструктура; living labs та quadruple helix-партнерства як механізм співтворення; орієнтація на вимірювані outcomes/impacts, а не на кількість технологічних рішень [1; 7; 8; 19; 20].

Український контекст підтверджує актуальність smart-підходу як інструмента відновлення. Так, Київ розвиває міську цифрову екосистему (Kyiv Smart City) з акцентом на мобільність, безпеку та електронні сервіси, що створює базу для інтеграції транспортних і комунальних даних. Львів послідовно впроваджує відкриті дані та цифрові інструменти управління мобільністю і туристичними потоками, паралельно розвиваючи інноваційну екосистему за участі IT-кластера. Дніпро, маючи сильну промислову та університетську базу, потенційно може виступити пілотною зоною для цифрових двійників у сфері енергоінфраструктури, промислової екології та міської логістики. Вінниця демонструє результативні практики цифрових адміністративних послуг і партисипативного врядування через інструменти е-демократії. Ці приклади свідчать: українські міста вже мають «зародки» Smart City 2.0, а перехід до Smart City 3.0 потребує портфельного управління інноваціями, living labs і узгодження з політиками ЄС.

Для українських міст smart-парадигма має бути інструментом керованого інноваційного відновлення. Практична реалізація передбачає: нормативну та технологічну сумісність з ЄС у частині відкритих даних, кіберзахисту і зеленого переходу [10; 20]; формування муніципальних портфелів інновацій за шістьма вимірами smart-урбанізації з KPI-оцінкою; впровадження цифрових двійників ключових систем (транспорт, енергоінфраструктура, водопостачання, безпека) для сценарного планування за моделлю провідних міст [5; 6; 22]; запуск міських living labs разом із університетами й бізнесом як механізм розвитку інновацій у відбудові [1; 4; 15]. Саме така логіка безпосередньо кореспондує з дисертаційною проблематикою управління іннова-

ційним розвитком smart-міст України в умовах цифровізації.

Висновки. Узагальнення світового досвіду впровадження інноваційних процесів управління у розумних містах дає підстави стверджувати, що вирішальним фактором успіху є не «насиченість» міста технологіями, а здатність муніципальної системи організувати керований, безперервний і підзвітний процес змін. Розумне місто доцільно трактувати як динамічну соціотехнічну систему, у якій цифрові рішення виконують роль інфраструктури та інструмента, тоді як результат формується управлінськими механізмами: постановкою пріоритетів, узгодженням інтересів стейкхолдерів, правилами роботи з даними, організацією міжвідомчої координації та системним вимірюванням ефектів.

Порівняльний аналіз практик різних країн показує, що стабільні ефекти досягаються тоді, коли smart-ініціативи розглядаються як портфель міських інновацій із чіткою логікою відбору, пілотування, масштабування і підтримки в експлуатації. Відсутність портфельної логіки призводить до фрагментації, дублювання рішень та «вітринних» проектів, які не дають накопичувального результату. Тому ключовою управлінською компетенцією стає перехід від управління окремими IT-проектами до управління міськими результатами, де кожна ініціатива має бути пов'язана з вимірюваними змінами в якості послуг, ресурсній ефективності, безпеці, екологічних показниках і довірі мешканців.

Окремим висновком є те, що врядування даними виступає «каркасом» сучасного smart-управління. Саме правила даних визначають, чи здатне місто приймати рішення на основі доказів, зберігати легітимність і довіру, забезпечувати кіберстійкість і водночас уникати конфліктів навколо приватності. Без сформованих процедур доступу, відповідальності, етики та якості даних цифрова трансформація підвищує ризики замість того, щоб зменшувати їх. У цьому ж контексті інтероперабельність слід розглядати не як технічну деталь, а як управлінський принцип, який має бути вбудований у стандарти, архітектуру, закупівлі та контракти, інакше масштабування блокується несумісністю систем і залежністю від окремих постачальників.

Досвід різних моделей (централізованих, федеративних, платформно-екосистемних, партнерських) підтверджує: універсальної «формули» smart-міста не існує, але є уні-

версальні вимоги до якості управлінського процесу – прозорість, підзвітність, сталість інституційних рішень, участь громадян і здатність вчитися на даних через регулярний моніторинг та корекцію політик. Саме ці характеристики визначають, чи перетворюються цифрові інструменти на суспільну цінність, чи залишаються набором ізольованих -- сервісів.

Для українських міст практичний сенс smart-парадигми полягає в тому, щоб стати

рамкою керованого інноваційного відновлення: поєднати відбудову з модернізацією, закласти інституційні правила даних і стандартів, забезпечити прозорість рішень і контроль результатів, а також створити умови для повторного використання рішень між громадами. Такий підхід дозволяє зменшити залежність від випадкових проєктів і перейти до системної трансформації, де цифровізація підтримує довгострокові цілі розвитку, безпеки та стійкості, а не підміняє їх.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Allam, Z., & Newman, P. (2018). Redefining the smart city: Culture, metabolism and governance. *Smart Cities*, 1(1), 4–25. <https://doi.org/10.3390/smartcities1010002>
2. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
3. Allied Market Research. (2024). Smart Cities Market Outlook 2024–2030. Allied Market Research. Retrieved November 24, 2025, from <https://www.alliedmarketresearch.com/smart-cities-market>
4. Anthopoulos, L. G., Janssen, M., & Weerakkody, V. (2016). A unified smart city model (USCM) for smart city conceptualization and benchmarking. *International Journal of Electronic Government Research*, 12(2), 76–93. <https://doi.org/10.4018/IJEGR.2016040105>
5. Bakici, T., Almirall, E., & Wareham, J. (2013). A smart city initiative: The case of Barcelona. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), 135–148. <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0084-9>
6. Barcelona City Council. (2020). Sentilo sensors network and smart city services: Overview and results. *Ajuntament de Barcelona*. Retrieved November 24, 2025, from <https://ajuntament.barcelona.cat/digital/en/smart-city/sentilo>
7. Bibri, S. E. (2018). *Smart sustainable cities of the future: The untapped potential of big data analytics and context-aware computing for advancing sustainability*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-73981-6>
8. Bibri, S. E. (2021). A novel model for data-driven smart sustainable cities of the future: A strategic roadmap to transforming the city for sustainability. *Energy Informatics*, 4(Suppl. 2), 1–45. <https://doi.org/10.1186/s42162-021-00138-8>
9. Caragliu, A., Del Bo, C. F., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
10. European Commission. (2021). *Horizon Europe Mission on Climate-Neutral and Smart Cities*. Publications Office of the European Union.
11. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart Cities – Ranking of European Medium-Sized Cities*. Vienna University of Technology.
12. Grand View Research. (2024). Smart Cities Market Size, Share & Trends Analysis Report 2024–2030. Grand View Research. Retrieved November 24, 2025, from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-cities-market>
13. Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City*, 12(3), 303–320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
14. Interoperable Europe. (2014). Sentilo: Sensor and actuator platform for smart cities (Barcelona). *European Commission*. Retrieved November 24, 2025, from <https://joinup.ec.europa.eu/collection/interoperable-europe/solution/sentilo>
15. Interreg Europe. (2022). Amsterdam Smart City (good practice). *Interreg Europe Policy Learning Platform*. Retrieved November 24, 2025, from <https://www.interregeurope.eu/good-practices/amsterdam-smart-city>
16. IoT Analytics. (2025). State of IoT 2025: Number of connected IoT devices worldwide. *IoT Analytics*. Retrieved November 24, 2025, from <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>
17. Kozłowski, W., & Suwar, K. (2021). Smart city: Definitions, dimensions, and initiatives. *European Research Studies Journal*, 24(Special Issue 2, Part 1), 509–520. <https://doi.org/10.35808/ersj/2442>
18. Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times* (pp. 282–291). ACM. <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>

19. Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>
20. NetZeroCities. (2023). *Climate City Contracts: Guidance and framework for cities*. NetZeroCities/Climate-KIC.
21. Oleshko, A. A., & Chernaienko, D. V. (2023). Teoretychni osnovy rozbudovy SMART-mist Ukrainy v transformatsiinii ekonomitsi [Theoretical foundations of the SMART cities development in the transformational economy]. *Zhurnal stratehichnykh ekonomichnykh doslidzhen*, 6(17), 108–115. (in Ukrainian).
22. Seoul Metropolitan Government. (2022). S-Map: Digital twin platform for Seoul (Virtual Seoul) – technical and policy brief. Seoul Metropolitan Government. Retrieved November 24, 2025, from <https://smap.seoul.go.kr/>
23. Smart Nation and Digital Government Office. (2024). Smart Nation Singapore: Strategy and pillars. Government of Singapore. Retrieved November 24, 2025, from <https://www.smartnation.gov.sg/>
24. Smart Nation and Digital Government Office. (2025). SMEs Go Digital: Adoption statistics and programmes. Government of Singapore. Retrieved November 24, 2025, from <https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/smes-go-digital/>