

УДК 332.1: 316.3

DOI: <https://doi.org/10.31651/2076-5843-2025-4-25-39>

СИГИДА Любов Олексіївна¹,
кандидат економічних наук, доцент, доцент
кафедри бізнес-економіки та адміністрування,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0319-8070>

МАЛІЙ Сергій Вікторович¹,
аспірант кафедри бізнес-економіки та
адміністрування,
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-9825-2996>

¹Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка,
м. Суми, Україна

ВИКЛИКИ РОЗВИТКУ РОЗУМНИХ МІСТ: БІБЛІОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ГЛОБАЛЬНИХ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ТЕНДЕНЦІЙ

***Анотація.** У статті здійснено бібліометричний аналіз наукових публікацій, присвячених бар'ерам, викликам і проблемам формування та розвитку розумних міст. Інформаційною базою дослідження слугували дані з наукометричної БД Scopus (станом на січень 2026 р.). До аналізу включено 347 статей за період 2018 по 2025 рік.*

Встановлено зростання публікаційної активності та цитованості досліджень із піком у 2025 році. Тематика еволюціонувала від зосередження на інституційних і технологічних аспектах до посилення уваги до людиноцентричності, цифрової рівності, етики штучного інтелекту, інклюзивності та сталого розвитку. Визначено провідні журнали, авторів і країни за кількістю публікацій та цитувань, а також сформовано карту наукової співпраці між країнами. Лідерами за публікаційною активністю є Китай, Великобританія та Індія. Аналіз ключових слів і мережевих зв'язків підтвердив міждисциплінарний характер досліджень. Результати дослідження окреслюють наявні наукові тенденції та формують підґрунтя для подальших комплексних досліджень проблем розвитку розумних міст.

***Ключові слова:** розумні міста; технології; бар'єри; виклики; проблеми; обмеження; бібліометричний аналіз; візуалізація.*

Постановка проблеми. Питання розумних міст хоч і є відносно новим, але викликає зацікавленість значної кількості науковців, які опрацьовують різноманітні напрямки. Міста дедалі більше визначають траєкторію глобального розвитку, виступаючи ключовими центрами економічного зростання, соціальних трансформацій та екологічного впливу.

За даними Організації Об'єднаних Націй, якщо у 2018 році 55 відсотків населення світу проживало в містах, то до 2050 року очікується його зростання до 68% [1]. Така динаміка урбанізації супроводжується посиленням навантаження на міську інфраструктуру.

Зростання міст безпосередньо впливає на споживання ресурсів та стан довкілля. Висока щільність населення зумовлює зростання потреб у транспорті, житлі, енергопостачанні, водних ресурсах і системах управління відходами. Урбанізація також породжує комплексні виклики – транспортні затори, злочинність, нерівність доступу до освіти й охорони здоров'я, дефіцит житла, забруднення повітря та шумове навантаження.

Відповіддю на зазначені проблеми стала концепція розумного міста (smart city), що поєднує інноваційні технології, стратегічне управління та орієнтацію на підвищення якості життя громадян.

Попри активне включення концепції smart city до національних стратегій і програм розвитку, її практична реалізація нерідко стикається з інституційними, фінансовими та управлінськими бар'єрами й викликами, що потребує подальшого розгляду.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю визначення бар'єрів, викликів та проблем, що виникають при розвитку розумних міст в умовах масштабної глобальної урбанізації, зростаючим ресурсним навантаженням на міста та необхідністю впровадження інноваційних, технологічно орієнтованих і водночас соціально чутливих моделей розвитку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання розумних міст хоча і є новим напрямком досліджень, але за короткий проміжок часу набуло розвитку та зацікавлює все ширшу наукову спільноту.

Проблематика розумних міст розглядається і розробляється не тільки в наукових працях, а й на рівні міжнародних організацій та проєктів. Так, розроблений United Nations Development Programme матеріал [2] містить практичні рекомендації для гравців із приватного та державного секторів, які працюють в умовах розвитку розумних міст, та спрямовують зусилля на забезпечення дотримання прав людей із врахуванням важливості інклюзивних процесів, прозорого управління та активної участі громад.

У «World Smart Cities Outlook 2024» [3] запропонований комплексний огляд сучасного стану практик розумних міст, орієнтованих на людей, на основі поєднання якісних та кількісних даних. При цьому увага приділяється шести основним напрямкам: стратегічні програми, політика та регулювання, лідерство державного сектору, екосистеми співпраці, міська цифрова інфраструктура та застосування концепції «розумного міста» у сфері державних послуг.

У звіті [4] надано рекомендації (у першу чергу, розробникам політик на місцевому, національному та європейському рівнях) щодо політик розвитку проєктів «Розумних міст» для подальшої підтримки та стимулювання поширення успішних інноваційних практик, що були випробувані в рамках проєктів, які фінансуються ЄС.

У [5] запропоновано курс «Smarter and Inclusive Cities». Він спрямований на формування комплексного розуміння концепції розумних та інклюзивних міст – від пояснення необхідності переходу сучасних міст до більш інноваційних, сталих і людиноцентричних моделей розвитку, до розгляду важливості моніторингу й оцінювання для забезпечення сталого, адаптивного розвитку міст.

У наукових статтях питання, що стосуються різних аспектів формування, розвитку розумних міст, висвітлюється все ширше, включаючи і розгляд перешкод, викликів, бар'єрів, що виникають перед розумними містами, зокрема, у [6, 7].

Крім того, у [8] автори визначили категорії, за якими згрупували 31 ключову перешкоду/виклики для розвитку розумних міст: Governance (управління), Economic (економіка), Social (соціальна сфера), Technology (технології), Environmental (навколишнє середовище), Legal and Ethical (правові та етичні питання).

У дослідженні [9] автори згрупували виокремлені перешкоди/виклики за трьома напрямками, у межах кожного виділивши відповідні категорії:

1. Уряд: економіка, управління, використання ресурсів, управління відходами, ІТ/ІКТ.
2. Бізнес: адміністрація, ІТ/ІКТ.
3. Населення: транспорт, ІТ/ІКТ, інтернет-послуги.

Схожі категорії для розподілу 18 виокремлених перешкод/викликів для розвитку розумних міст зазначено у праці [10]: Governance and Legal (управління та правова сфера), Social and Economic (соціально-економічна сфера), Technology (технології), Environment (навколишнє середовище).

Детальнішого дослідження вимагає аналіз розробленості проблематики перешкод, що стримують розвиток розумних міст.

Метою статті є проведення бібліометричного аналізу літературних джерел, у яких розглядаються питання бар'єрів, проблем, викликів при формуванні та розвитку розумних міст.

Викладення основного матеріалу дослідження. Щоб визначити розробленість тематики та наявні прогалини, скористаємося бібліометричним аналізом. Як джерело інформації використаємо наукометричну базу даних Scopus, дані станом на січень 2026 року.

Враховуючи тематику, що нас цікавить, пошук вівся за ключовими словами у полі TITLE-ABS-KEY. Пошуковий запит виглядав таким чином:

- TITLE-ABS-KEY «barriers» AND «smart cities development»
- OR
- TITLE-ABS-KEY «challenges» AND «smart cities development»
- OR

➤ TITLE-ABS-KEY «problems» AND «smart cities development».

Поняття «barriers», «challenges» та «problems» були використані як синонімічні, щоб врахувати можливі варіанти використання авторами статей слів для пояснення причин викликів, бар'єрів, проблем на шляху розвитку розумних міст.

У таблиці 1 подані пошукові фільтри, використані для відбору даних в наукометричній базі даних Scopus для подальшого аналізу.

Таблиця 1 - Пошукові фільтри

Категорія пошуку	Обмеження
Тип документу / Document type	Обмежено до статей (Articles) для зосередження на офіційних наукових дослідженнях
Тип джерела / Source type	Обмежено до журналів (Journal), виключені матеріали конференцій, розділи в книгах та інші менш поширені типи документів
Стадія публікації / Publication stage	Обмежено до статей у фінальній версії (Final), завершені роботи
Мова / Language	Обмежено до статей, опублікованих англійською мовою (English), враховуючи що англійська є міжнародною мовою та охоплює широке наукове коло

Після використання фільтрів, ми отримали 369 статей, що відповідають специфіці пошуку.

Додатково був використаний часовий фільтр (Year), після застосування якого до подальшого розгляду включаємо 347 статей. Хоча перша стаття за тематикою була опублікована у 2012 році, нарощування публікацій (більше 10 статей на рік) почалося з 2018 року, тому до уваги візьмемо статті з 2018 року по 2025.

Динаміка публікаційної активності із цитуванням статей подана на рис. 1.



Рис. 1 - Публікаційна активність науковців протягом досліджуваного періоду

Джерело: складено автором на основі даних із наукометричної БД Scopus

З 2018 по 2025 рік публікаційна активність поступово зростала, досягнувши піку у 2025 році – 96 статей за рік. За останні 5 років (з 2021 по 2025 роки) науковці опублікували 82% від усіх аналізованих статей.

У статтях, опублікованих у 2018 році, автори фокусувалися на таких темах:

1. Роль державної політики, бюрократичні реформи і багаторівневе управління у впровадженні smart city, з фокусом та національні програми. Зокрема, на прикладі Китаю, В'єтнаму, Індонезії, Індії, Великобританії.

2. Socio-technical system: взаємодія між smart city та громадянами, публічне сприйняття та соціальні ризики.

3. Сталий розвиток, екологія та енергоефективність – smart city як інструмент екологічної трансформації.

4. Роль штучного інтелекту, Big Data, нейронних мереж і аналітичних моделей у розвитку smart city, цифрової інфраструктури та кіберфізичних систем.

Загалом статті за 2018 рік визначають, що ключові виклики для smart city пов'язані не лише з IT, а й з governance, довірою та інституційною спроможністю.

У статтях, опублікованих у 2025 році, частина розглянутих тем залишається незмінно актуальною та продовжує розвиватися науковцями, це, зокрема:

1. Governance, політики та інституційні моделі.

2. Екологічна сталість та енергетична ефективність smart city, зокрема декарбонізація цифрової інфраструктури, інтеграція відновлюваної енергії, зниження забруднення повітря та формування кліматично стійких міських систем.

3. AI, машинне навчання, графові нейронні мережі і digital twin моделі для оптимізації міського трафіку, управління інфраструктурою, моніторингу довкілля та прогнозування міських процесів та ін.

Крім того, у 2025 році у статтях увага акцентується на людиноцентричному, інклюзивному та управлінському вимірах smart city. Досліджуються питання етики AI, захисту персональних даних, цифрової рівності, ментального здоров'я, довіри громадян і міжстейкхолдерної співпраці.

Відповідно smart city розглядається вже не тільки як технологічний проект, а як стратегія міського розвитку, ефективність якої залежить від узгодженості технологій, інституційних механізмів і соціальних цінностей.

Додатково опрацьовано питання розвитку розумних міст, що стосуються інклюзивності, соціальної справедливості, цифрової нерівності, mental health, quality of life, довіри громадян, забезпечення приватності.

Зростає і рівень цитованості статей із досліджуваної тематики – з 52 цитувань у 2018 році до 2 609 цитувань у 2025 році. Загалом за весь досліджуваний період виокремлені статті були процитовані 7 926 рази.

Зі 204 академічних журналів, які публікували дослідження з питань бар'єрів, викликів, проблем розвитку розумних міст, у таблиці 2 представлені журнали із найбільшою кількістю опублікованих статей (не менше 10 статей) станом на січень 2026 року.

Згідно з даними таблиці 2, до списку журналів з десятьма або більше опублікованими статтями належать загалом 5 – крім «Sustainability», це також «IEEE Access», «Smart Cities», «Sustainable Cities and Society» та «Cities». Беззаперечне лідерство за кількістю опублікованих наукових статей належить виданню «Sustainability (Switzerland)». Важливо зазначити, що в 110 журналах була опублікована лише 1 стаття за досліджуваною тематикою; ще у 27 журналах – по 2 статті. У решті журналів не більше 5 статей.

Усі журнали, що входять до топ-5, відносяться до квартиля Q1 та мають афіліацію чотирьох країн – Швейцарія, США, Нідерланди та Великобританія.

Загалом у топ-5 журналів опубліковано 22% всіх досліджуваних статей за тематикою. Загальна кількість цитувань статей опублікованих у цих журналах, досягла 2 700. Таким чином, середня кількість цитувань на 1 публікацію дорівнює 35,53.

Згідно з даними таблиці 2, до списку журналів з десятьма або більше опублікованими статтями належать загалом 5 – крім «Sustainability», це також «IEEE Access», «Smart Cities», «Sustainable Cities and Society» та «Cities». Беззаперечне лідерство за кількістю опублікованих наукових статей належить виданню «Sustainability (Switzerland)». Важливо зазначити, що в 110 журналах була опублікована лише 1 стаття за досліджуваною тематикою; ще у 27 журналах – по 2 статті. У решті журналів не більше 5 статей.

Усі журнали, що входять до топ-5, відносяться до квартиля Q1 та мають афіліацію чотирьох країн – Швейцарія, США, Нідерланди та Великобританія.

Таблиця 2 – Найактуальніші журнали, що публікують дослідження у науковій галузі викликів, бар'єрів, проблем розвитку розумних міст

Журнал	К-ть опублікованих статей	К-ть загальних цитувань статей	Цитування на 1 публікацію	SNIP журналу / Квартиль / Країна афіліації	Бібліографічний опис / К-ть цитувань
Sustainability (Switzerland)	24	897	37,38	1.113 / Q1 / Швейцарія	Tan, S.Y., Taeihagh, A. Smart city governance in developing countries: A systematic literature review. Sustainability Switzerland, 2020, 12(3), 899 / 263
IEEE Access	16	639	39,94	1.504 / Q1 / США	Talebkhah, M., Sali, A., Marjani, M., ... Hashim, S.J., Rokhani, F.Z. IoT and Big Data Applications in Smart Cities: Recent Advances, Challenges, and Critical Issues. IEEE Access, 2021, 9, pp. 55465–55484, 9395117 / 121
Smart Cities	14	271	19,36	2.347 / Q1 / Швейцарія	Treiblmaier, H., Rejeb, A., Strebinger, A. Blockchain as a driver for smart city development: Application fields and a comprehensive research agenda. Smart Cities, 2020, 3(3), pp. 853–872 / 107
Sustainable Cities and Society	12	475	39,58	2.509 / Q1 / Нідерланди	Xia, L., Semirumi, D.T., Rezaei, R. A thorough examination of smart city applications: Exploring challenges and solutions throughout the life cycle with emphasis on safeguarding citizen privacy. Sustainable Cities and Society, 2023, 98, 104771 / 102
Cities	10	418	41,80	2.065 / Q1 / Великобританія	Neves, F.T., de Castro Neto, M., Aparicio, M. The impacts of open data initiatives on smart cities: A framework for evaluation and monitoring. Cities, 2020, 106, 102860 / 115

Джерело: складено автором на основі даних із наукометричної БД Scopus

Загалом у топ-5 журналів опубліковано 22% всіх досліджуваних статей за тематикою. Загальна кількість цитувань статей опублікованих у цих журналах, досягла 2 700. Таким чином, середня кількість цитувань на 1 публікацію дорівнює 35,53.

За кількістю цитувань на 1 статтю в лідерах журнал «Cities» (41,80 цитувань на 1 публікацію), йому з невеликою різницею поступаються журнали «IEEE Access» (39,94), «Sustainable Cities and Society» (39,58) та «Sustainability (Switzerland)» (37,38). Значно відстає Smart Cities (19,36).

Детальніше розглянемо активності науковців за тематикою (див. табл. 3). До уваги взяті науковці з кількістю статей за тематикою не менше 3.

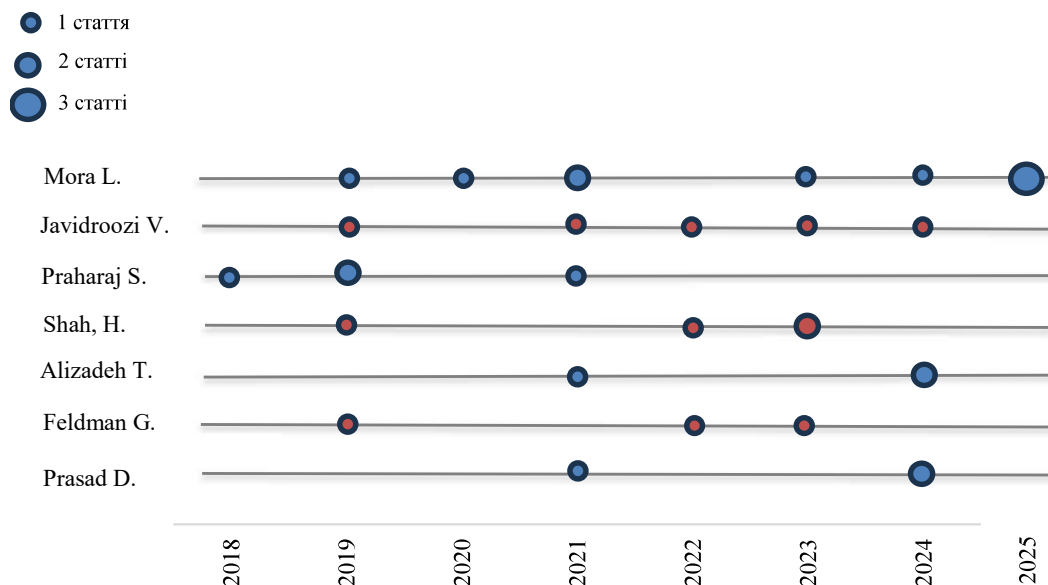
Таблиця 3 – Автори з найбільшою кількістю публікацій за тематикою

Автор	Кількість статей	К-ть загальних цитувань	h-index автора в БД Scopus	Загальна к-ть публікацій автора у БД Scopus	Афіліація автора (університет, країна)
Mora L.	9	225	23	66	Tallinna Tehnikaülikool / Естонія
Javidroozi V.	5	105	7	18	Birmingham City University / Великобританія
Praharaj S.	4	354	12	33	University of Miami / США
Shah H.	4	69	13	61	Birmingham City University / Великобританія
Alizadeh T.	3	88	19	69	The University of Sydney / Австралія
Feldman G.	3	140	21	5	Birmingham City University / Великобританія
Prasad D.	3	232	11	6	The University of Sydney / Австралія

Джерело: складено автором на основі даних із наукометричної БД Scopus

Зазначені в таблиці 3 науковці мають високі h-index у БД Scopus (у трьох авторів Mora L., Shah H. та Alizadeh T. h-index перевищує 60), тобто їх публікації викликають зацікавленість серед наукової спільноти та відповідають викликам сучасності. Крім того, топ-автори представляють три континенти, що говорить про міжнародних характер тематики та дотичність до неї різни країн. Три автори мають афіліацію у Birmingham City University (Великобританія), ще два – у The University of Sydney (Австралія). По одному науковцю є представниками університетів Естонії та США.

На основі опублікованих наукових статей на рисунку 2 показано час та тривалість дослідницької роботи вчених із таблиці 3.

**Рис. 2 – Дослідницька активність науковці у часовому розрізі**

Джерело: складено автором на основі даних із наукометричної БД Scopus

Відповідно до рис. 2, дослідницька робота вчених не є одноразовим явищем, набуває системного характеру. У міру опрацювання тематики роботи науковців стають детальнішими, глибшими, охоплюють все більше спеціалізованих проблемних питань. Так, наприклад, Mora L. у дев'яти опублікованих статтях розглянув різні аспекти розвитку розумних міст – від ролі

governance, стратегічного планування та інноваційного менеджменту в smart city ініціативах до дослідження нерівності у доступі до міських послуг, впливу регіональних соціально-економічних умов на політики smart city та необхідність адаптивних, а не універсальних рішень. Також помітною є увага до справедливості, інклюзивності та відповідальності розумних міст.

За результатами розгляду обраних публікацій з досліджуваної тематики зазначимо, що наукові дослідження проводяться вченими з різних куточків світу, а географічне охоплення є широким.

На рисунку 3 показано динаміку публікаційної активності найпродуктивніших країн, до яких належать Китай, Великобританія, Індія, США, Саудівська Аравія.

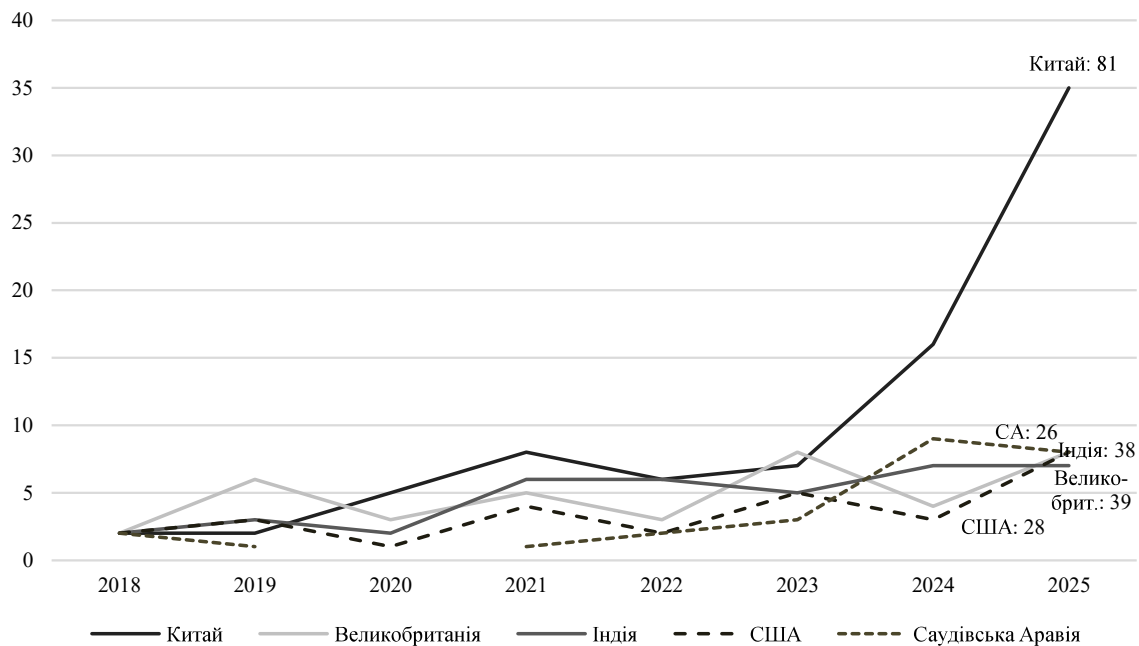


Рис. 3 – Публікаційна продуктивність країн протягом досліджуваного періоду

Джерело: складено автором на основі даних із наукометричної БД Scopus

За кількістю опублікованих статей із тематики лідирує Китай. Науковці з Китаю опублікували 81 статтю, що вдвічі перевищує кількість статей, опублікованих науковцями Великобританії. Загалом у Китаї опубліковано 23% всіх статей, що розглядаються, ще 22% – вченими Великобританії та Індії.

Зацікавленість вчених з Китаю в тематиці пояснюється широким розвитком розумних міст та необхідністю покращення підходів для уникнення чи подолання бар'єрів / викликів / проблем у розвитку розумних міст. Так, у Китаї уряд інвестує майже 75 мільярдів доларів у розвиток приблизно 500 розумних міст по всій країні. Китай також є одним із лідерів у впровадженні рішень на основі штучного інтелекту для управління інфраструктурою [2].

Одним із стратегічних проєктів розумного міста в Китаї є Xiong'an New Area – спеціальна економічна зона, що будується як «місто майбутнього», де поєднуюватимуться високі технології, інновації з орієнтацією на екологічність і низьковуглецевий розвиток, забезпечуватимуться комфортні умови для життя і роботи, взаємодія людини з природою. Екосистема Xiong'an New Area спрямована на модернізацію міського й соціального управління, підвищення відкритості та посилення глобального впливу. Вона інтегрує управління на основі даних, розумне життя та цифрові галузі на єдиній платформі. Крім того, що Xiong'an New Area став першим місцем у Китаї, де запроваджено концепцію «цифрового міста-близнюка», також впроваджуються ефективні рішення для вирішення проблем дорожнього руху [11-14]. Крім того, City Brain 3.0 у Ханчжоу став ключовим етапом переходу до міського управління на основі штучного інтелекту. Платформа інтегрує самонавчальний цифровий інтелект у державні послуги, міське управління та промисловість, підвищуючи ефективність, безпеку й якість сервісів [15].

Для ширшого розуміння розподілу навантаження додатково розглянемо внески в континентальному масштабі (рис. 4).

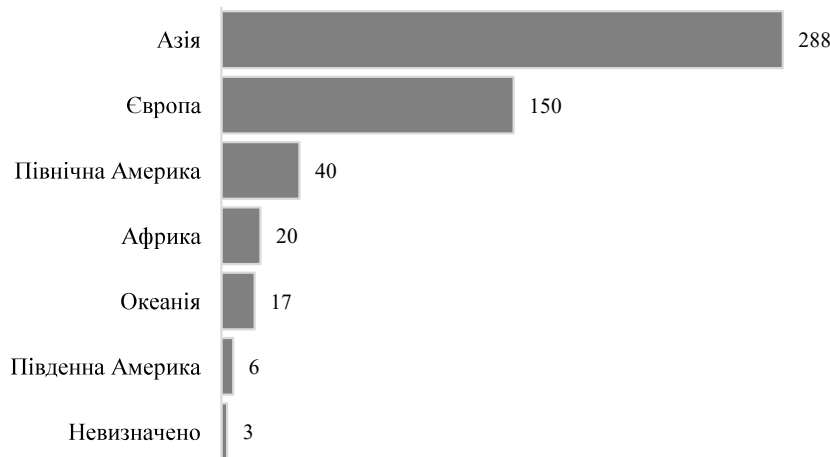


Рис. 4 – Розподіл публікаційної активності (кількість опублікованих статей) у континентальному розрізі

Джерело: складено автором на основі даних із наукометричної БД Scopus

Відповідно до рис. 4, тематика знаходиться в зоні інтересів вчених із різних континентів, що додатково підкреслюють географічну широту та глибину досліджень. Європа, Азія та Північна Америка є лідерами за кількістю країн, науковці з яких залучені до дослідження тематики. Цей розподіл відображає добре сформовані дослідницькі екосистеми в цих частинах світу, а також зростаючий академічний внесок країн Африки та Океанії. Відповідно, це створює попит на міждисциплінарні та комплексні дослідження з питань розумних міст, включаючи і пошук викликів, бар'єрів, проблем, для покращення в майбутньому нових концепцій розумних міст та їх реалізацію.

Країни, наведені на рис. 3, також потрапляють до першої десятки країн з найбільшою кількістю цитувань (таблиця 4).

Таблиця 4 – Країни з найбільшою кількістю цитувань за статтями

Країна	К-ть цитувань	Країна	Середнє цитування на 1 статтю
Великобританія	1391	Франція	122,00
Китай	1371	Сінгапур	81,50
Індія	1125	Пакистан	74,00
Південна Корея	827	Угорщина	58,50
Малайзія	643	ОАЕ	54,63
Австралія	642	Оман	51,00
США	629	Судан	48,50
Саудівська Аравія	532	Швеція	48,50
Сінгапур	489	Тайвань	48,44
ОАЕ	437	Греція	48,33

За кількістю загальних цитувань статей на першому місці публікації вчених з Великобританії. Цитування робіт вчених Китаю є трохи меншим (на 20 цитувань). Крім них лідируючі позиції за загальною кількістю цитувань, займають Південна Корея, Малайзія, Австралія, Сінгапур та ОАЕ.

Показники середньої кількості цитувань на наукову статтю частково відрізняються – лідером є Франція (із показником 122,00 цитування на 1 статтю), за нею слідують Сінгапур,

Пакистан, Угорщина та ОАЕ (із показниками цитування 81,50, 74,00, 58,50 та 54,63 на 1 статтю відповідно).

Для аналізу інтенсивності публікаційної активності за країнами сформували мережу зв'язків на основі країн афіліації авторів. Розмір кожного кола відображає кількість публікацій, підготовлених авторами з відповідної країни, тоді як стрілки між колами ілюструють наукову співпрацю між дослідниками з різних країн (рис. 5).

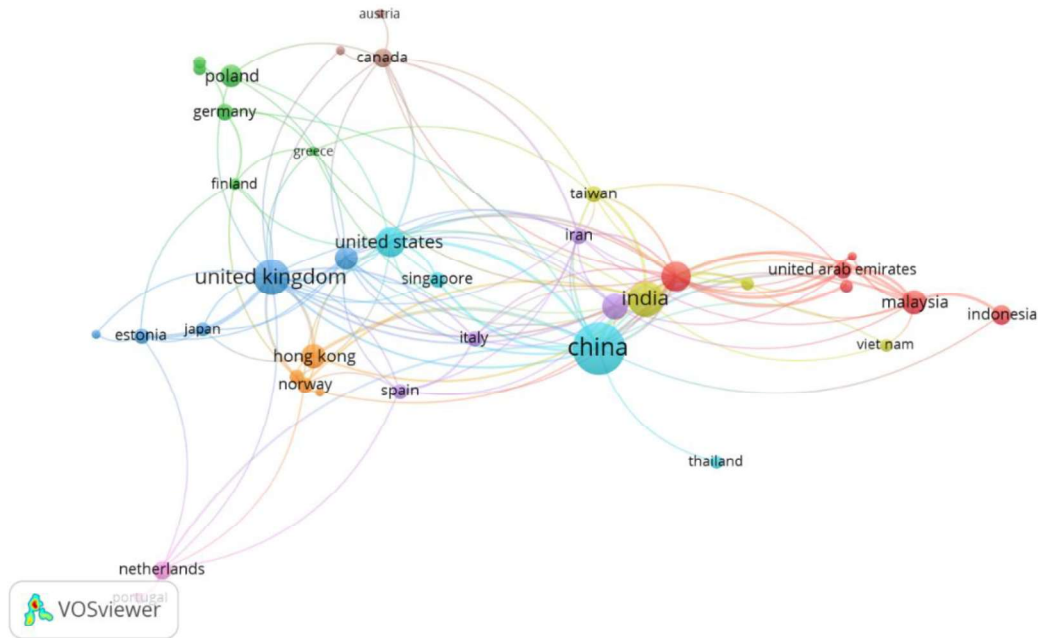


Рис. 5 – Мережа зв'язків між країнами

Джерело: досліджено та візуалізовано за допомогою VosViewers

Найбільші кластери сформувалися навколо країн, які відносяться до топ-5 за кількістю опублікованих статей: Китай (у зв'язку із США) – загальна сила зв'язків 44; Великобританія – загальна сила зв'язків 39; Індія – загальна сила зв'язків 34; Саудівська Аравія – загальна сила зв'язків 40. Менші кластери формуються навколо таких країн, як Малайзія, Гонконг, Південна Корея, Польща, Канада та Нідерланди.

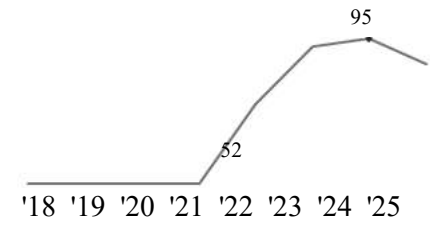
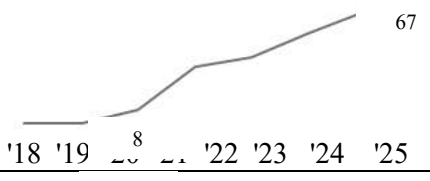
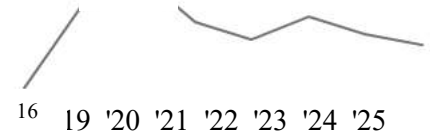
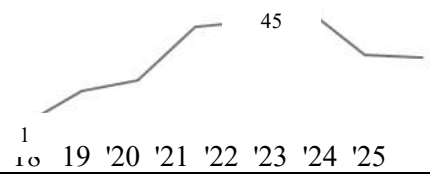
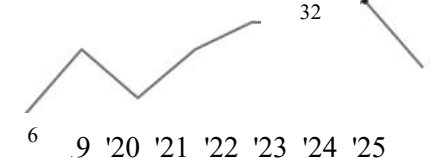
Також зосередимо увагу на найбільш цитованих статтях (див. табл. 5).

Автори статті *Smart cities: Fusion-based intelligent traffic congestion control system for vehicular networks using machine learning techniques* [16] розглянули проблему транспортних заторів у розумних містах, роль інтелектуальних транспортних систем у їх зменшенні і запропонували інтелектуальну систему управління трафіком на основі машинного навчання. Науковці запропонували інтелектуальну систему контролю заторів на дорогах для віртуальних мереж (FITCCS-VN), яка аналізує дані про рух транспорту та надає водіям можливість у реальному часі оцінювати стан доріг і обирати альтернативні маршрути. Система підвищує ефективність транспортних мереж і демонструє точність 95%.

У [17] автори, ґрунтуючись на систематичному огляді літератури, здійснили аналіз потенціалу і обмежень розвитку розумних міст у країнах, що розвиваються. Дослідження показало, що, незважаючи на позитивний вплив цифрових технологій на «боротьбу» міст із демографічним тиском і зростаючим попитом на послуги, їх впровадження стримується високими фінансовими витратами, слабкою інфраструктурою, неформальною економікою та проблемами управління. Науковці підкреслили, що успішна реалізація smart city можлива лише за умови комплексних соціально-економічних, правових і регуляторних реформ, розвитку людського капіталу, цифрової інклюзивності та екологічної стійкості. Автори підкреслили важливість контекстуальних чинників – рівень соціального й економічного розвитку,

технологічна грамотність громадян і культурні особливості, а також створення екосистеми з активною участю громадян, стартапів і державно-приватних партнерств.

Таблиця 5 – Найбільш глобально цитовані статті

№	Стаття	К-ть цитувань статей	Цитувань на рік (середнє значення)	Динаміка цитування за 2018-2025 роки
1	Saleem, M., Abbas, S., Ghazal, T.M., ... Sahawneh, N., Ahmad, M. Smart cities: Fusion-based intelligent traffic congestion control system for vehicular networks using machine learning techniques. <i>Egyptian Informatics Journal</i> , 2022, 23(3), pp. 417-426	315	79	
2	Tan, S.Y., Taeihagh, A. Smart city governance in developing countries: A systematic literature review, , <i>Sustainability Switzerland</i> , 2020, 12(3), 899	263	44	
3	Cowley, R., Joss, S., Dayot, Y. The smart city and its publics: insights from across six UK cities. <i>Urban Research and Practice</i> , 2018, 11(1), pp. 53-77	216	27	
4	Rana, N.P., Luthra, S., Mangla, S.K., ... Roderick, S., Dwivedi, Y.K. Barriers to the Development of Smart Cities in Indian Context, <i>Information Systems Frontiers</i> . 2019, 21(3), pp. 503-525	213	27	
5	Praharaj, S., Han, J.H., Hawken, S. Urban innovation through policy integration: Critical perspectives from 100 smart cities mission in India. <i>City Culture and Society</i> . 2018, 12, pp. 35-43	161	20	

Джерело: складено автором на основі даних із наукометричної БД Scopus

У [18] автори здійснили аналіз smart city-ініціатив шести міст Великобританії для визначення реалізації принципів орієнтації на людей. Науковці у дослідженні показали, що попри критику «розумних міст», у практиці домінують підприємницькі та сервісні моделі участі громадян, хоча їх громадянські й політичні ролі залишаються обмеженими та фрагментованими. Крім того, автори підкреслили необхідність глибшої інтеграції громадянської участі, орієнтації інновацій на реальні потреби мешканців і розвитку політичної залученості, щоб у майбутньому smart city стали більш інклюзивними та справді публічними. Ці висновки науковців виправдалися. У статтях авторів за 2025 рік усе більше згадок про врахування соціальних аспектів розвитку розумних міст.

Додатково розглянемо ключові слова, які найчастіше використовували науковці у статтях. Проведене дослідження за допомогою VosViewers дозволило виділити 143 ключових слова

(ключові слова, що з'являлися мінімум 4 рази). Після перевірки на релевантність до подальшого розгляду перейшло 113 ключових слова (були виключені слова, що є власними назвами, загальними термінами тощо).

Десять ключових слів, які зустрічалися найчастіше, подані в таблиці 6.

Таблиця 6 – Частовживані ключові слова

Ключове слово	Частота згадування	Ключове слово	Частота згадування
smart city	228	urban planning	34
urban growth	93	sustainability	32
urban development	55	decision making	25
internet of things	37	deep learning	24
sustainable development	36	smart city development	23

Зв'язки між основними ключовими словами представлено у вигляді кластерів (див. рис. 6). При побудові нетворкінга використали ключові слова, які зустрічалися від 4 разів.

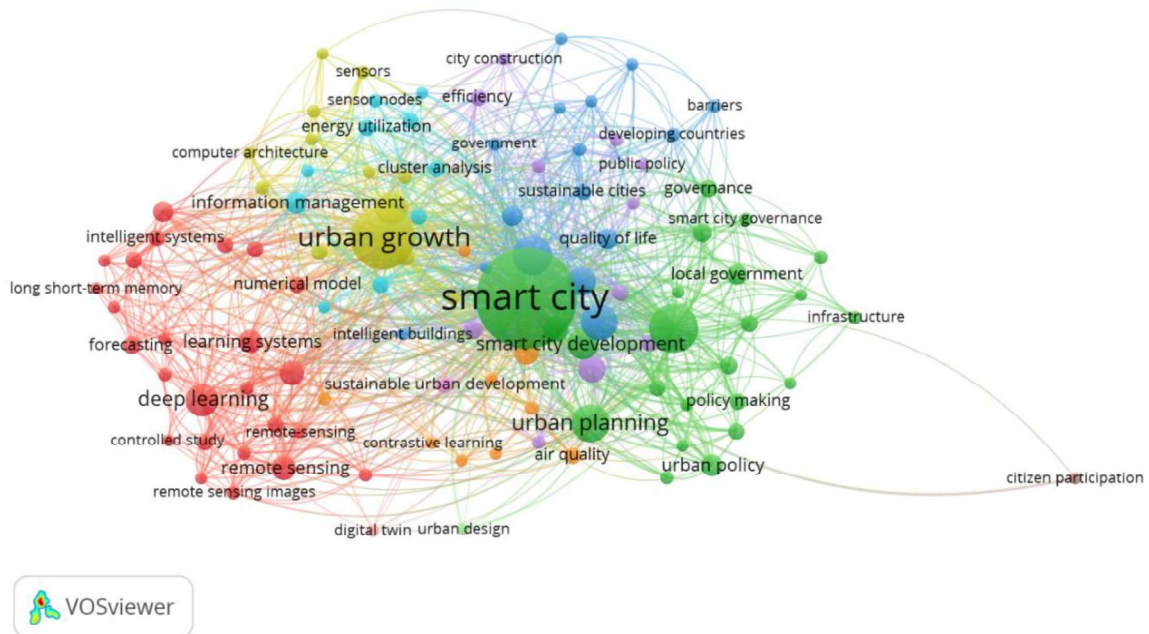


Рис. 6 – Частовживані ключові слова у досліджуваних публікаціях

Джерело: складено автором на основі даних із наукометричної БД Scopus

Найбільші кластери формуються навколо ключових слів Smart City, Urban Growth, Sustainable Development. Це базові поняття, які визначають розвиток і поширення розумних міст та відносять до ключових слів із найчастішим згадуванням (див. табл. 6)

Менші кластери формуються, зокрема, навколо таких ключових слів, як Sustainable City, Deep Learning, Efficiency, Information Management. Основою менших кластерів є поняття, які показують засоби, які сприяють формуванню та розвитку розумних міст, а також створюють виклики та бар'єри.

Висновки. Проведений бібліометричний аналіз на основі даних із наукометричної БД Scopus (станом на січень 2026 року) дозволив системно оцінити стан і динаміку наукових досліджень, присвячених бар'єрам, викликам і проблемам формування та розвитку розумних міст. Встановлено, що з 2018 року спостерігається стале зростання публікаційної активності, а за 2021-2025 роки було опубліковано понад 80% усіх проаналізованих статей. Тематика досліджень розумних міст поступово трансформується з технологічно орієнтованої моделі в комплексну

стратегію міського розвитку, що інтегрує технологічні, соціальні, екологічні та управлінські компоненти.

Географічний аналіз продемонстрував домінування Китаю, Великобританії та Індії за кількістю публікацій, а також провідні позиції Великобританії та Китаю за загальною кількістю цитувань. Активна участь країн Азії, Європи та Північної Америки підкреслює глобальний характер проблематики.

Аналіз найбільш цитованих робіт показав, що ключові виклики розвитку smart city пов'язані не лише з технологічними обмеженнями, а передусім із питаннями governance, фінансової спроможності, інституційних реформ, участі громадян та контекстуальних соціально-економічних умов. Успішна реалізація концепції розумного міста вимагає адаптивних моделей управління, міжсекторної взаємодії, розвитку людського капіталу та забезпечення цифрової інклюзивності.

Дослідження ключових слів підтвердило, що тематичні кластери формуються навколо понять smart city, urban growth, sustainable development. Водночас зростає увага до інструментальних рішень (deep learning, IoT, decision making), які одночасно виступають як драйверами, так і потенційними викликами у розвитку розумних міст.

Отже, результати бібліометричного аналізу дозволяють зробити висновок, що дослідження бар'єрів, викликів і проблем розвитку розумних міст перебуває на етапі інтенсивного зростання та концептуального поглиблення.

Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на розроблення моделі оцінювання бар'єрів, викликів розвитку розумних міст.

Список використаної літератури

1. 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. Department of Economic and Social Affairs. 16 May 2018. URL: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>.
2. United Nations Development Programme. Building Responsible Smart Cities: A Toolkit for Public and Private Sector Actors. 2025. Bangkok, Thailand.
3. UN-Habitat, World Smart Cities Outlook 2024. URL: https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/12/un_smart_city_outlook.pdf.
4. Ferrer J. N., Taranic I., Veum K., van den Oosterkamp P. Cordelia Wilson (supervision and review). The making of a smart city: policy recommendations. *European Commission*. URL: https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-04/the_making_of_a_smart_city_-_policy_recommendations.pdf.
5. Arup, TalTech, Climate-KIC, UNDP. Smarter & Inclusive Cities. Course Materials. 2024. Urban Learning Center.
6. Law K. H., Lynch J. P. Smart City: Technologies and Challenges. *IEEE Computer Society*. Column: Smart Cities. November/December 2019. pp. 46-51. URL: <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10126466?ref=sgi4.com>
7. Ilyas M. Smart Cities: Challenges and Opportunities. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*. 2023, 21(4), 1-6. <https://doi.org/10.54808/JSCI.21.04.1>
8. Atef Orabi O., Morsi Galil A. Challenges of Smart Cities: Methods of Prioritization. *International Journal of Computers and Informatics*. 2023, №2, Vol. 7. URL: <https://ijci.vsrp.co.uk> <https://doi.org/10.59992/IJCI.2023.v2n7p2>
9. Andejany M., Malik A., Ahmad W., Alharbi A. M., Umar S.. Transformation of urban cities to sustainable smart cities – challenges and opportunities faced by Saudi Arabia. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2023. vol.101, № 21, pp. 6663- 6676. <https://www.jatit.org/volumes/Vol101No21/1Vol101No21.pdf>
10. Mutambik I. Unlocking the Potential of Sustainable Smart Cities: Barriers and Strategies. *Sustainability*. 2024, 16, 5061. <https://doi.org/10.3390/su16125061>.
11. Jinran Zh., Yu Zh. Xiong'an – Welcome to the city of the future. April 2, 2024. URL: <https://www.chinadailyhk.com/hk/article/383626>
12. Xiong'an New Area: China's 'city of the future'. March 31, 2024. Xinhua. URL: https://english.www.gov.cn/news/202403/31/content_WS66096809c6d0868f4e8e5a2f.html

13. Yangqiu Ch., Ning L., Xueting Zh.. China's City of the Future: Xiong'an New Area. *Global innovation report*. URL: https://www.hitachihyeron.com/rev/archive/2021/r2021_01/pdf/gir.pdf
14. Meng Yu., Yingxiang S., Jing W., Abdallah W., Shihao L. Explore Xiong'an New Area: A tech-driven city of tomorrow. December 31, 2025. *People's Daily Online Exclusives*. URL: <https://en.people.cn/n3/2025/1231/c98649-20408876.html>.
15. Hangzhou launches City Brain 3.0, advancing smart governance. April 1, 2025. URL: https://www.ehangzhou.gov.cn/2025-04/01/c_293162.htm.
16. Saleem, M., Abbas, S., Ghazal, T.M., ... Sahawneh, N., Ahmad, M. Smart cities: Fusion-based intelligent traffic congestion control system for vehicular networks using machine learning techniques. *Egyptian Informatics Journal*. 2022, 23(3), pp. 417-426.
17. Tan, S.Y., Taeihagh, A. Smart city governance in developing countries: A systematic literature review. *Sustainability Switzerland*. 2020, 12(3), 899.
18. Cowley, R., Joss, S., Dayot, Y. The smart city and its publics: insights from across six UK cities. *Urban Research and Practice*. 2018, 11(1), pp. 53-77.

References

1. 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN (16 May 2018). Department of Economic and Social Affairs. Retrieved from: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>.
2. United Nations Development Programme. (2025). Building Responsible Smart Cities: A Toolkit for Public and Private Sector Actors. Bangkok, Thailand.
3. UN-Habitat, World Smart Cities Outlook 2024. (2024). *unhabitat.org*. Retrieved from: https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/12/un_smart_city_outlook.pdf.
4. Ferrer J. N., Taranic I., Veum K., van den Oosterkamp P. (2021). Cordelia Wilson (supervision and review). The making of a smart city: policy recommendations. *European Commission*. Retrieved from: https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-04/the_making_of_a_smart_city_-_policy_recommendations.pdf.
5. Arup, TalTech, Climate-KIC, UNDP. (2024). Smarter & Inclusive Cities. Course Materials. 2024. Urban Learning Center.
6. Law K. H., Lynch J. P. (November/December 2019). Smart City: Technologies and Challenges. *IEEE Computer Society. Column: Smart Cities*. pp. 46-51. Retrieved from: <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10126466?ref=sgi4.com>.
7. Ilyas M. (2023). Smart Cities: Challenges and Opportunities. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*. no. 21(4), pp. 1-6. <https://doi.org/10.54808/JSCI.21.04.1>
8. Atef Orabi O., Morsi Galil A. (2023). Challenges of Smart Cities: Methods of Prioritization. *International Journal of Computers and Informatics*. no. 2, vol. 7. Retrieved from: <https://ijci.vsrp.co.uk> <https://doi.org/10.59992/IJCI.2023.v2n7p2>
9. Andejany M., Malik A., Ahmad W., Alharbi A. M., Umar S. (November 2023). Transformation of urban cities to sustainable smart cities – challenges and opportunities faced by Saudi Arabia. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol.101, no 21, pp. 6663-6676. Retrieved from: <https://www.jatit.org/volumes/Vol101No21/1Vol101No21.pdf>.
10. Mutambik I. (2024). Unlocking the Potential of Sustainable Smart Cities: Barriers and Strategies. *Sustainability Switzerland*, 16, 5061. <https://doi.org/10.3390/su16125061>.
11. Jinran Zh., Yu Zh. (April 2, 2024). Xiong'an – Welcome to the city of the future. Retrieved from: <https://www.chinadailyhk.com/hk/article/383626>
12. Xiong'an New Area: China's 'city of the future' (March 31, 2024). Xinhua. Retrieved from: https://english.www.gov.cn/news/202403/31/content_WS66096809c6d0868f4e8e5a2f.html.
13. Yangqiu Ch., Ning L., Xueting Zh.. China's City of the Future: Xiong'an New Area. *Global innovation report*. Retrieved from: https://www.hitachihyeron.com/rev/archive/2021/r2021_01/pdf/gir.pdf
14. Meng Yu., Yingxiang S., Jing W., Abdallah W., Shihao L. (December 31, 2025). Explore Xiong'an New Area: A tech-driven city of tomorrow. *People's Daily Online Exclusives*. Retrieved from: <https://en.people.cn/n3/2025/1231/c98649-20408876.html>.
15. Hangzhou launches City Brain 3.0, advancing smart governance (April 1, 2025). Retrieved from: https://www.ehangzhou.gov.cn/2025-04/01/c_293162.htm.
16. Saleem, M., Abbas, S., Ghazal, T.M., ... Sahawneh, N., Ahmad, M. (2022). Smart cities: Fusion-based intelligent traffic congestion control system for vehicular networks using machine learning techniques. *Egyptian Informatics Journal*, no. 23(3), pp. 417-426.

17. Tan, S.Y., Taeihagh, A. (2020). Smart city governance in developing countries: A systematic literature review. *Sustainability Switzerland*, 12(3), 899.

18. Cowley, R., Joss, S., Dayot, Y. (2018). The smart city and its publics: insights from across six UK cities. *Urban Research and Practice*, no. 11(1), pp. 53-77.

Liubov Syhyda¹,
PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of
Business Economics and Administration,

Serhii Malii¹,
PhD Student of the Department of Business
Economics and Administration,

¹*Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko;*

CHALLENGES IN THE CONCEPT OF SMART CITY DEVELOPMENT: A BIBLIOMETRIC INSIGHT OF GLOBAL RESEARCH TRENDS

Introduction. *The article presents the results of a comprehensive bibliometric analysis of scientific publications on the barriers, challenges, and problems in the formation and development of smart cities.*

Purpose. *The purpose of the study is to determine the level of scientific development of the subject, determine the main trends, and identify leading scientific centers and journals.*

Results. *The information base was sourced from the Scopus database (as of January 2026). The search was conducted in the field "title, abstract, and keywords" using the keywords "barriers," "challenges," and "problems" in combination with "smart cities development". The following filters were applied: by document type (articles), source type (journals), language (English), and publication stage (final). The analysis included 347 articles published between 2018 and 2025. VosViewer was used as one of the tools to analyze the selected articles, graphically represent the results, and construct visualization maps.*

The results showed that the problem under study is in a growth phase. The increase in publication activity began in 2018 (15 articles). It peaked in 2025 (96 articles), and the citation rate of studies increased from 52 citations in 2018 to 2,609 in 2025. The selected articles were cited 7,926 times during the entire study period.

It was found that, in the early stages, authors in scientific articles focused mainly on institutional aspects, public policy, multi-level governance, ICT implementation, the role of artificial intelligence and Big Data, and sustainable development issues. Subsequently, scientific discourse evolved towards human-centeredness, digital inclusiveness, ethical use of artificial intelligence, personal data protection, citizen trust, and cross-sectoral cooperation. Smart cities are increasingly seen not only as technological projects but also as comprehensive urban development strategies that require the coordination of technological, institutional, and social components.

Scientists published articles in 204 academic journals. The most significant number of articles on the subject were published in the highly ranked journal Sustainability (Switzerland), which belongs to Q1. In total, scientists published 22% of all works in the top 5 journals.

The most productive authors (at least 3 articles on the subject) come from four countries and three regions of the world – Europe, North America, and Australia. Thus, the problem under study is becoming global. In addition, the research work of scientists is not a one-time phenomenon; it is becoming systematic. Nevertheless, cooperation between scientists is not deep, and no clusters have yet been formed.

Scientists from Europe, Asia, North America, South America, Australia, and Africa are working on the subject under study. China, the United Kingdom, and India are the leaders in scientific productivity, which is due to the active implementation of smart city initiatives in these countries. The joint scientific achievements of scientists from these countries account for 45.5% of the total number of publications analyzed.

Keyword analysis confirmed the subject's interdisciplinary nature. The most significant clusters are centered on the keywords Smart City, Urban Growth, and Sustainable Development. These concepts are fundamental to understanding the formation and spread of smart cities and are among the most frequently used in publications. Smaller clusters are formed around the terms Sustainable City, Deep Learning, Efficiency, and Information Management. They reflect the instrumental and applied aspects of smart city development, outlining the mechanisms for their implementation and operation, as well as the challenges and barriers encountered along the way.

Originality *lies in conducting a comprehensive bibliometric analysis, thematically focused exclusively on barriers, challenges, and problems of smart cities development. This study systematically tracks the evolution of scientific discourse in this specific thematic area, identifies geographical and authorial centers of activity, and*

also records a qualitative transformation of the research issues - from technologically oriented approaches to complex socio-management models.

Conclusion. *The results obtained allow us to systematize the current state of research, identify dominant trends, and justify the need for further interdisciplinary research on the barriers and challenges to the development of smart cities, considering technological, social, and managerial dimensions.*

Keywords: *smart cities; technologies; barriers; challenges; problems; limitations; bibliometric analysis; visualization.*

*Одержано редакцією: 17.10.2025
Прийнято до публікації: 02.11.2025*