

«SMART CITIES» ТА «URBAN-TECH» ЕКОСИСТЕМИ ЯК ДРАЙВЕРИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ І ТЕРИТОРІЙ

«SMART CITIES» AND "URBAN-TECH" ECOSYSTEMS AS DRIVERS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CITIES AND TERRITORIES

У статті здійснено концептуалізацію підходів впровадження технологій «smart cities» та «urban-tech» екосистем у контексті сталого розвитку міст і територій через ідентифікацію системних взаємозв'язків між цифровими інноваціями, урбаністичними інфраструктурними об'єктами, екологічною стійкістю та соціально-економічною інклюзією для побудови ефективних моделей управління містами, що здатні відповідати на глобальні виклики урбанізації та змін клімату. Ідентифіковано основні складові концепції «smart city» та визначено їх роль у сталому розвитку міст і територій. Обґрунтовано, що екосистема «urban-tech» не лише розширює рамки «smart city», але й пропонує нові підходи до оптимізації ресурсів, а також прогнозування розвитку міст і територій. Визначено вплив сучасних «urban-tech» на управління міськими процесами.

Ключові слова: сталий розвиток, місто, територія, smart cities, urban-tech, цифрові технології, інновації, інклюзія, цифрові двійники.

The article conceptualizes approaches to the implementation of «smart cities» technologies and "urban-tech" ecosystems in the context of sustainable development of cities and territories through the identification of systemic relationships between digital innovations, urban infrastructure facilities, environmental sustainability and socio-economic inclusion for building effective city management models capable of responding to the global challenges of urbanization and climate change. It was determined that the main idea of the "smart cities" concept is to create synergy between the physical, digital and social infrastructure of the city through the use of technologies that allow for intelligent management of urban processes, reducing anthropogenic impact on the environment and increasing the efficiency of natural resource use. The main components of the "smart city" concept are identified and their role in the sustainable development of cities and territories is outlined. It was concluded that the key element of sustainable development of urban areas is the integration of technological innovations, energy efficiency, reduction of carbon dioxide emissions, optimization of resource use and improvement of citizens' quality of life. It is substantiated that the "urban-tech" ecosystem not only expands the framework of "smart city", but also offers new approaches to optimizing resources, as well as forecasting the development of cities and territories. The influence of modern "urban-tech" on the management of urban processes is determined. It is substantiated that the integration of innovations within the "urban-tech" ecosystem contributes to the creation of more efficient, safe and sustainable urban environments, capable of adapting to the dynamic challenges of modernity and ensuring the quality of life of citizens. It is noted that the "smart city" and "urban-tech" ecosystems not only contribute to the improvement of the urban environment, but also create new opportunities for sustainable development, adaptation to the challenges of modernity, and improvement of the quality of life of citizens. One of the most promising tools in the field of urban planning are "digital twins" of cities, which are virtual models of real cities that allow the simulation of various development scenarios, including energy flows, transport systems, social infrastructure and environmental indicators. The development of "urban-tech" ecosystems in the context of digital doubles contributes to the formation of adaptive, sustainable and inclusive cities capable of reaching new heights in sustainable development in the face of global challenges.

Key words: sustainable development, city, territory, smart cities, urban-tech, digital technologies, innovation, inclusion, digital twins.

УДК 332.13

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.14-14>

Скорик М.О.¹

к.е.н., доцент,
завідувач кафедри економічної політики
та сталого розвитку,

Державний податковий університет

Марченко О.І.²

к.е.н., доцент,
доцент кафедри економіки,
підприємництва

та бізнес-адміністрування,

Державний податковий університет

Skoryk Maryna

State Tax University

Marchenko OIha

State Tax University

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток концепцій «розумних міст» (smart cities) та «міських технологій» (urban-tech) є невід'ємною складовою глобальної трансформації міст і територій в умовах сталого розвитку. Сучасні урбаністичні процеси, що характеризуються інтенсивною урбанізацією, зростаючими екологічними викликами та необхідністю адаптації до цифрової адженди, вимагають переосмислення підходів до управління міськими системами.

Впровадження концепцій «smart cities» стає вирішальним чинником для забезпечення ефективного управління міськими ресурсами, зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище та підвищення якості життя населення. Однією з ключових проблем цієї

концепції є інтеграція технологічних інновацій в існуючу інфраструктуру міст і територій, що часто є морально та фізично застарілою. Традиційні моделі управління міськими системами, які базуються на фрагментарному використанні ресурсів, виявляються недостатньо ефективними в умовах зростаючого населення та обмежених природних ресурсів. Концепція ж «urban-tech», що ґрунтується на використанні передових цифрових технологій, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI) та блокчейн, забезпечує нові можливості для створення більш інтегрованих, адаптивних та сталих міських структур.

Проте, впровадження технологій смарт-управління не позбавлене складнощів. Одним із викликів є створення умов для гармонійної

¹ ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3291-706X>

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1301-6680>

співпраці між приватним сектором, урядовими інституціями та громадськістю, оскільки саме ця взаємодія є фундаментом для побудови успішних «розумних» міст. Складність управління великими даними, забезпечення кібербезпеки та захисту приватної інформації мешканців також вимагає розробки нових підходів до цифрової політики на рівні міст. Крім того, важливою проблемою є питання соціальної інклюзивності в умовах розвитку urban-tech екосистем. Впровадження високотехнологічних рішень не завжди рівномірно охоплює всі верстви населення, що може призводити до формування цифрового розриву між різними соціальними групами. Забезпечення доступу до цифрових технологій для всіх громадян є одним із пріоритетів сталого розвитку міст, оскільки технологічна трансформація повинна сприяти підвищенню рівня життя не лише в економічному сенсі, але й у соціальному.

Окремою складовою є вплив концепції «smart cities» на екологічну стійкість територій. В умовах глобальних кліматичних змін, зростання рівня забруднення та виснаження природних ресурсів, концепція розумного міста виступає як інструмент для мінімізації негативних впливів людської діяльності на навколишнє середовище. Важливим аспектом є впровадження циркулярної економіки у міське планування, що включає рециклінг відходів, повторне використання матеріалів та оптимізацію споживання ресурсів. Такі підходи є основою для створення стійких міст, здатних адаптуватися до сучасних викликів і зберігати екологічну рівновагу.

Отже, розвиток концепцій «smart cities» та «urban-tech» екосистем в умовах сталого розвитку міст і територій є складним і багатовимірним процесом, що охоплює економічні, соціальні та екологічні аспекти. Він потребує не лише технологічних інновацій, але й глибоких структурних змін у підходах до управління містами, що включають інтеграцію сучасних технологій, розвиток соціальної інклюзії та забезпечення екологічної стійкості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Концепція «розумного» міста та шляхи її впровадження у стратегію управління містом в контексті сталого розвитку є предметом наукових досліджень таких вітчизняних науковців, як А. О. Андрієнко [8], Д. С. Войт [17], С. В. Войтко [9], Л. В. Жарова [10], В. В. Коломечюк [11], Н. С. Коновалова [9], Є. В. Мураєв [12-13], А. М. Позднякова [14], Т. А. Пушкар [15], Л. В. Сергієнко [16], Д. О. Серьогіна [15], О. Ф. Сенкевич [17], Н. Є. Скоробогатова [9], О. В. Тур [20] та інших. Однак, серед значного наукового доробку з даного напрямку не дослідженими лишаються аспекти взаємодії «smart cities» та «urban-tech» екосистем в контексті сталого розвитку міст і територій, а також їх вплив на соціальну інклюзію, економічну ефективність

та екологічну стійкість. Недостатня увага приділяється аналізу механізмів інтеграції технологічних рішень у міську інфраструктуру. Це створює потребу в подальших дослідженнях, які б враховували комплексний характер цих процесів, адже взаємодія між різними елементами urban-tech екосистеми та smart cities може стати ключем до досягнення сталого розвитку та підвищення якості життя в урбаністичних середовищах.

Постановка завдання. Метою статті є концептуалізація підходів впровадження технологій «smart cities» та «urban-tech» екосистем у контексті сталого розвитку міст і територій через ідентифікацію системних взаємозв'язків між цифровими інноваціями, урбаністичними інфраструктурними об'єктами, екологічною стійкістю та соціально-економічною інклюзією для побудови ефективних моделей управління містами, що здатні відповідати на глобальні виклики урбанізації та змін клімату.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Концепція «розумного міста» (smart city) являє собою комплексну парадигму розвитку сучасних урбаністичних територій, спрямовану на інтеграцію інноваційних технологій для забезпечення високої якості життя, ефективного управління ресурсами та досягнення екологічної стійкості в умовах стрімкої урбанізації та зростаючих соціально-економічних викликів. Основна ідея концепції полягає у створенні синергії між фізичною, цифровою та соціальною інфраструктурою міста через використання технологій, що дозволяють забезпечити інтелектуальне управління міськими процесами, зменшення антропогенного впливу на навколишнє середовище та підвищення ефективності використання природних ресурсів [10; 13; 15]. Однією з ключових складових концепції «smart city» є інтеграція цифрових технологій, тобто багатопланової структури, яка охоплює різні аспекти міської інфраструктури. Інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data), штучний інтелект (AI), а також блокчейн – це лише кілька з технологій, що можуть бути використані для покращення функціонування міста [15]. Наприклад, IoT дозволяє створити мережу сенсорів для збору даних про стан дорожнього руху, якість повітря, споживання енергії та води, що, в свою чергу, сприяє прийняттю більш обґрунтованих рішень щодо оптимізації міських процесів. Використання великих даних та штучного інтелекту дозволяє аналізувати отриману інформацію в реальному часі, що дає змогу забезпечити більш оперативне реагування на проблеми та потреби міста, водночас підвищуючи ефективність управління.

Особливо важливим аспектом є підвищення якості життя громадян через використання цифрових технологій. Smart City передбачає створення сприятливих умов для сталого соціального

розвитку шляхом інтеграції технологій у різні сфери життя громадян. Наприклад, розумні транспортні системи («smart mobility»), такі як спільне використання автомобілів («car-sharing»), електричні транспортні засоби або автоматизовані системи керування рухом, дозволяють не лише зменшити рівень забруднення довкілля, але й оптимізувати рух транспорту, що, в свою чергу, покращує транспортну доступність для мешканців та знижує навантаження на дорожню мережу. Інші приклади включають розумні енергетичні мережі («smart grids»), що дозволяють ефективніше розподіляти енергію між споживачами, мінімізуючи втрати та забезпечуючи більш стале енергоспоживання [6].

Для більш детального розгляду ключових елементів концепції «smart city» та їх впливу на екологічну, економічну та соціальну стійкість, розглянемо основні складові цієї концепції, їхні функції та особливості впровадження (табл. 1).

Розглянуті складові демонструють комплексність і багатогранність концепції «smart city», в якій інтеграція різноманітних технологічних рішень сприяє оптимізації ресурсного управління, поліпшенню якості життя мешканців та забезпеченню екологічної стійкості. Застосування інноваційних підходів у сфері мобільності, енергетики, управління відходами та інших ключових сферах формує екосистему, здатну адаптуватися до викликів сучасності, а також сприяє досягненню цілей сталого розвитку на місцевому рівні. Тож, реалізація компонентів «smart city» стає основою для розвитку інтелектуальних, сталих та інклюзивних міст, що відповідають потребам сучасного суспільства.

Слід зазначити, що центральну роль у концепції «smart city» відіграють принципи сталого розвитку. Одним з ключових принципів є енергетична ефективність, яка передбачає оптимізацію споживання енергії на всіх рівнях міської інфраструктури. Це включає використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергетика, а також впровадження систем розумного управління енергоспоживанням. Інноваційні технології дозволяють містам зменшувати споживання енергії в будівлях та транспорті через автоматизацію процесів, що значно знижує витрати та підвищує екологічну стійкість. Важливою складовою сталого розвитку є зменшення викидів діоксиду вуглецю. Використання сучасних технологій в управлінні транспортом, енергетикою та будівництвом дозволяє значно скоротити обсяги викидів парникових газів, що є критичним у боротьбі зі зміною клімату. Впровадження електричного транспорту, розробка розумних будівель із системами збереження енергії та застосування зеленої інфраструктури, такої як парки та зелені дахи, сприяють поліпшенню міського мікроклімату та зниженню рівня забруднення повітря.

Ще одним важливим аспектом є оптимізація використання ресурсів, що є основним принципом концепції циркулярної економіки, на яку орієнтована більшість сучасних «smart cities». Використання технологій для рециклінгу відходів, збереження водних ресурсів, повторного використання матеріалів та впровадження систем управління життєвим циклом продуктів дозволяє містам ефективніше використовувати наявні ресурси та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Наприклад, розумні системи управління відходами (smart waste management) дозволяють оптимізувати процес збору та переробки сміття за допомогою IoT-датчиків, що моніторять рівень заповнення контейнерів і забезпечують автоматизоване планування збору відходів. Це не лише сприяє зниженню забруднення та економії ресурсів, але й підвищує якість життя мешканців завдяки чистішому міському середовищу [6].

Крім того, важливим принципом сталого розвитку в рамках концепції «smart city» є соціальна інклюзивність. Розумні міста спрямовані на забезпечення рівного доступу до інновацій та ресурсів для всіх громадян, незалежно від їхнього соціального статусу чи місця проживання. Це досягається через розвиток цифрових послуг, які дозволяють мешканцям активно брати участь у процесах міського управління, впливаючи на прийняття рішень через електронні платформи. Електронне урядування (e-governance) є важливим елементом у цьому процесі, оскільки воно забезпечує прозорість, відкритість та доступність державних послуг для населення. Впровадження таких інструментів дозволяє громадянам брати участь у розробці стратегій розвитку міста, бюджетуванні, управлінні комунальними послугами, що підвищує рівень соціальної відповідальності та сприяє формуванню інклюзивного міського суспільства.

У свою чергу, сталий розвиток «smart city» також залежить від економічної стійкості, яка досягається шляхом створення інноваційних екосистем, що сприяють розвитку малого та середнього бізнесу, залученню інвестицій та створенню нових робочих місць. Розумні міста створюють середовище, сприятливе для розвитку стартапів та інноваційних компаній, що впроваджують технологічні рішення для покращення функціонування міської інфраструктури. Економічна стійкість також забезпечується завдяки зниженню витрат на енергоспоживання, оптимізації використання ресурсів та впровадженню цифрових технологій, що дозволяють містам зменшувати витрати на управління комунальними послугами та інфраструктурою [20].

Отже, концепція «smart city» є ключовим елементом сталого розвитку міських територій, що забезпечує інтеграцію технологічних інновацій, енергетичної ефективності, зменшення викидів діоксиду вуглецю, оптимізації використання

Основні складові концепції «smart city» та їх роль у сталому розвитку міст і територій

Складова концепції	Опис та характеристика	Приклад впровадження
Smart Mobility	інноваційні транспортні системи, що використовують технології для оптимізації руху, безпеки та екологічної стійкості	використання датчиків і IoT для збору даних про трафік; електричні транспортні засоби, спільне використання автомобілів, розумні світлофори для скорочення заторів
Smart Grids	інтелектуальні енергетичні мережі для ефективного розподілу електроенергії з урахуванням споживання в реальному часі	включає інтеграцію відновлюваних джерел енергії; мережі здатні адаптуватися до попиту й мінімізувати втрати електроенергії
Smart Governance	цифрове управління містом, яке дозволяє громадянам брати участь у прийнятті рішень через електронні платформи та інструменти	забезпечує прозорість процесів управління; громадяни можуть голосувати або висловлювати свої думки щодо муніципальних питань в онлайн-режимі
Smart Healthcare	системи охорони здоров'я, що використовують IoT, AI і великі дані для відстеження здоров'я громадян та оптимізації медичних послуг	мобільні додатки для відстеження здоров'я, телемедицина, цифрові записи пацієнтів для покращення доступу до медичних послуг та скорочення часу очікування
Smart Environment	технології для моніторингу та покращення стану довкілля: датчики якості повітря, води, управління відходами	використовує великі дані та IoT для прогнозування погодних умов і попередження природних катастроф, таких як повені чи пожежі
Smart Buildings	інтелектуальні будівлі з автоматизованими системами управління енергоспоживанням, клімат-контролем, безпекою та комунікаціями	енергозберігаючі системи можуть автоматично регулювати температуру, освітлення та навіть управляти роботою ліфтів
Smart Security	інтелектуальні системи безпеки, включаючи камери спостереження, розпізнавання обличчя і автоматизовані системи сигналізації	використання штучного інтелекту для аналізу поведінки й попередження про потенційні загрози, забезпечуючи більшу безпеку на вулицях міста
Smart Water	системи управління водними ресурсами, що використовують датчики та AI для моніторингу й оптимізації водопостачання та очищення	автоматизоване відстеження якості води й попередження витоків; зменшення споживання води завдяки розумному контролю систем зрошення та водопостачання
Smart Waste	інтелектуальні рішення для управління відходами, включаючи розумні контейнери з датчиками заповнення та автоматизоване планування збору	зменшення витрат на збір сміття та зниження викидів діоксиду вуглецю за рахунок оптимізації маршрутів транспортних засобів для збору відходів
Smart Tourism	використання технологій для покращення туристичних послуг: цифрові карти, мобільні додатки для туристів, AR/VR для віртуальних турів	туристи можуть користуватися мобільними додатками для прокладання маршрутів, бронювання послуг, а також віртуальних турів історичними місцями
Smart Energy	використання технологій для моніторингу й оптимізації споживання енергії в домогосподарствах та на виробничих об'єктах	включає системи збереження енергії та відновлювальні джерела, такі як сонячні батареї та вітряки, які інтегруються в енергетичну мережу міста

Джерело: складено авторами на основі [1-6]

ресурсів та підвищення якості життя громадян. Це багатоаспектний підхід, що охоплює екологічні, соціальні та економічні виміри сталого розвитку, сприяючи формуванню розумних, стійких та інклюзивних міст майбутнього.

Поруч із системою складових концепції «smart city», що ілюструють інтеграцію цифрових технологій для підвищення якості життя в міських територіях, важливо звернути увагу на «urban-tech» екосистеми. У свою чергу, ця концепція відзначається своєю здатністю інтегрувати передові технології в управлінні міськими процесами, такими як транспорт, енергетика, безпека та екологія. «Urban-tech» не лише розширює рамки «smart

city», але й пропонує нові підходи до оптимізації ресурсів, а також прогнозування розвитку міст. У цьому контексті, вплив сучасних технологій, таких як штучний інтелект (AI), Інтернет речей (IoT) та блокчейн, стають ключовими факторами у створенні інноваційних міських середовищ, що відповідають викликам сучасності. У таблиці, що наведена нижче, детально розглянуто вплив цих технологій на ключові аспекти міського життя (табл. 2).

Впровадження AI в управлінні транспортними системами забезпечує нові можливості для зменшення заторів і підвищення безпеки дорожнього руху. Завдяки алгоритмам машинного навчання, які

Вплив сучасних «urban-tech» на управління міськими процесами

Сфера	Інструмент «urban-tech»	Характер впливу	Приклад впровадження
Транспорт	AI	оптимізація дорожнього руху, зменшення заторів, підвищення безпеки дорожнього руху	адаптивне управління світлофорами, системи моніторингу трафіку
	IoT	забезпечення доступу до інформації про вільні паркувальні місця, інтеграція з міською інфраструктурою	розумні паркувальні системи, мобільні додатки для водіїв
Енергетика	AI	прогнозування споживання електроенергії, оптимізація генерації та розподілу енергії, підвищення ефективності енергетичних мереж	інтелектуальні енергетичні мережі (smart grids), системи управління
	IoT	реальний моніторинг споживання електроенергії, забезпечення свідомого використання енергії споживачами.	розумні лічильники, моніторинг енергоспоживання.
Безпека	AI	автоматизація виявлення загроз, підвищення оперативності реагування на небезпеки.	інтелектуальні системи відеоспостереження, алгоритми комп'ютерного зору.
	IoT	контроль доступу до важливих об'єктів інфраструктури, підвищення рівня безпеки громадян.	розумні системи контролю доступу, мобільні додатки для ідентифікації.
Екологія	AI	моніторинг якості довкілля, виявлення джерел забруднення, прогнозування екологічних тенденцій.	аналіз даних про якість повітря та води, алгоритми для управління ресурсами.
	IoT	оптимізація збору сміття, зменшення витрат на обслуговування, зниження викидів діоксиду вуглецю.	розумні сміттєзвалища, моніторинг заповнення контейнерів.

Джерело: складено авторами на основі [1-6]

аналізують дані з камер спостереження та сенсорів, стає можливим здійснювати адаптивне управління світлофорами та оптимізувати маршрути громадського транспорту. У результаті, динамічні транспортні рішення забезпечують зменшення часу в дорозі, знижують викиди діоксиду вуглецю та підвищують ефективність використання транспортних засобів [5]. Крім того, інтелектуальні системи збору та аналізу даних (Traffic Management Systems) дозволяють отримувати актуальну інформацію про стан дорожнього руху, що, в свою чергу, забезпечує можливість своєчасного реагування на виникаючі ситуації. IoT в транспортному секторі представлений широким спектром рішень, які з'єднують транспортні засоби з міською інфраструктурою. Зокрема, технології Smart Parking забезпечують можливість моніторингу вільних паркувальних місць в реальному часі, що значно спрощує пошук паркування для водіїв і зменшує затори. Завдяки сенсорам, встановленим на паркоматах, дані про доступні місця автоматично передаються на мобільні додатки, дозволяючи водіям оперативно планувати свій маршрут.

Сучасні технології також впливають на енергетичний сектор, де AI використовується для прогнозування споживання електроенергії на основі аналізу історичних даних та змін у поведінці споживачів. Такі прогнози дозволяють енергетичним компаніям оптимізувати генерацію та розподіл

енергії, що значно зменшує витрати та підвищує ефективність енергетичних мереж. Застосування AI у «smart grids», або інтелектуальних енергетичних мережах, забезпечує автоматизоване управління розподілом енергії, дозволяючи в реальному часі реагувати на зміни в попиті та пропозиції. IoT, у свою чергу, має вирішальне значення для розвитку концепції «smart metering», що полягає у використанні розумних лічильників електроенергії. Ці пристрої надають споживачам інформацію про їхнє споживання в реальному часі, що сприяє більш свідомому використанню енергії. Впровадження розумних лічильників також дозволяє енергетичним компаніям отримувати дані про споживання енергії, які використовуються для аналізу і прийняття рішень щодо інвестицій у нові джерела енергії, зокрема відновлювальні.

Вплив AI на управління безпекою в міських середовищах є особливо помітним. Інтелектуальні системи відеоспостереження, що використовують технології комп'ютерного зору, дозволяють автоматизувати процеси виявлення загроз, таких як несанкціоновані зібрання чи аномальні поведінки. Це забезпечує оперативне реагування правоохоронних органів на потенційно небезпечні ситуації, що, в свою чергу, підвищує рівень безпеки громадян. IoT також сприяє підвищенню безпеки, зокрема через впровадження розумних систем контролю доступу. Використання сенсорів

та мобільних додатків дозволяє забезпечити безперервний моніторинг та управління доступом до важливих об'єктів інфраструктури. Наприклад, технології розпізнавання обличчя у поєднанні з IoT можуть використовуватися для ідентифікації осіб, які намагаються отримати доступ до заборонених зон, забезпечуючи таким чином високий рівень захисту.

У контексті екології сучасні технології стають важливими інструментами для моніторингу та управління станом довкілля. AI може бути застосований для аналізу даних про якість повітря, води та інших природних ресурсів, дозволяючи виявляти забруднення та їх джерела. Наприклад, алгоритми машинного навчання здатні обробляти дані з сенсорів, встановлених на різних ділянках міста, для прогнозування рівнів забруднення і виявлення тенденцій. IoT, в свою чергу, надає можливості для реалізації екологічних ініціатив, таких як сміттєзвалища та управління відходами [6]. Впровадження розумних сміттєзвалищ з сенсорами дозволяє здійснювати моніторинг рівня заповнення контейнерів, що оптимізує маршрути збору сміття. Ці технології знижують витрати на обслуговування та зменшують викиди діоксиду вуглецю, пов'язані з транспортуванням відходів.

Отже, сучасні технології, такі як AI, IoT та блокчейн, суттєво змінюють управлінські процеси в містах, впливаючи на різні аспекти життя: транспорт, енергетику, безпеку та екологію. Інтеграція цих інновацій сприяє створенню більш ефективних, безпечних та стійких міських середовищ, здатних адаптуватися до динамічних викликів сучасності та забезпечувати якість життя громадян. Важливість технологій у формуванні «urban-tech» екосистеми не викликає сумнівів, адже вони стають основою для розвитку інтелектуальних, стійких та інклюзивних міст.

В контексті глобальних викликів, таких як зміни клімату, безпрецедентна урбанізація та стрімкі демографічні трансформації, концепції «smart cities» та «urban-tech» екосистем стають все більш актуальними. Ці підходи не лише сприяють вдосконаленню міського середовища, але й формують нові можливості для сталого розвитку, адаптації до викликів сучасності та покращення якості життя громадян.

Зміни клімату становлять серйозну загрозу для міських територій, що вимагає від міст застосування інноваційних рішень у сфері міського планування. Підвищення середньої температури, збільшення частоти та інтенсивності природних катастроф вимагають реалізації комплексних стратегій для зміцнення стійкості інфраструктури та забезпечення безпеки населення. У контексті урбанізації, що продовжує стрімко зростати, особливо в країнах, що розвиваються, міста стикаються з викликами, пов'язаними з переповненістю,

бідністю та недостатньою інфраструктурною забезпеченістю [16]. Демографічні зміни, зокрема старіння населення та зростання кількості мігрантів, зумовлюють потребу в адаптації соціальних, економічних та екологічних систем для задоволення різноманітних потреб жителів. В умовах цих викликів, стратегічне міське планування має бути зорієнтоване на інтеграцію стійких технологій, які сприятимуть зменшенню викидів діоксиду вуглецю, підвищенню енергоефективності та поліпшенню загальної якості життя. Концепція «smart city» передбачає інтеграцію технологій, які дозволяють здійснювати моніторинг стану довкілля, управління ресурсами, а також забезпечення безпеки та здоров'я мешканців.

Одним із найбільш перспективних інструментів у сфері міського планування є «цифрові двійники» міст, які представляють собою віртуальні моделі реальних міст. Ці моделі дозволяють симулювати різноманітні сценарії розвитку, включаючи енергетичні потоки, транспортні системи, соціальну інфраструктуру та екологічні показники. Завдяки технологіям IoT, дані з реальних систем можуть використовуватися для оновлення моделей у реальному часі, що надає можливість проводити детальний аналіз впливу запропонованих рішень [6]. Цифрові двійники забезпечують можливість тестувати різні стратегії впровадження інновацій, такі як оптимізація транспортних маршрутів, управління енергетичними ресурсами, а також розвиток зелених зон. Це, в свою чергу, дозволяє знизити ризики і витрати, пов'язані з реальними змінами в інфраструктурі, а також забезпечити більш ефективне планування та управління ресурсами. Тож, розвиток «urban-tech» екосистем в контексті цифрових двійників сприяє формуванню адаптивних, стійких і інклюзивних міст, здатних досягати нових висот у сталому розвитку в умовах глобальних викликів.

Висновки. Таким чином, концепції «smart cities» та «urban-tech» екосистем є невід'ємними складовими сучасного міського розвитку, які надають можливість ефективно реагувати на глобальні виклики, такі як зміни клімату, урбанізація та демографічні трансформації. Інтеграція сучасних технологій, зокрема штучного інтелекту, Інтернету речей і блокчейну, забезпечує нові можливості для оптимізації управлінських процесів, покращення якості життя громадян та забезпечення стійкості міських систем. Впровадження ж «цифрових двійників» міст виступає потужним інструментом для симуляції та прогнозування, що дозволяє міським громадам проводити глибокий аналіз різноманітних сценаріїв розвитку, а також адаптувати свої стратегії управління до швидко змінюваного середовища. Ці інноваційні підходи сприяють не лише зменшенню негативного впливу на довкілля, але й підвищенню ефективності використання

ресурсів, що є критично важливим для забезпечення сталого розвитку. Тож, розвиток «smart cities» та «urban-tech» екосистем в умовах глобальних викликів відкриває нові горизонти для міст, сприяючи формуванню інклюзивних, безпечних та екологічно чистих урбаністичних просторів. Ці ініціативи, орієнтовані на інновації, можуть стати драйвером позитивних змін, що виведуть міське життя на новий рівень, забезпечуючи стале та гармонійне співіснування людини і природи.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. A vision of smarter cities: How cities can lead the way into a prosperous and sustainable future. IBM Institute for Business Value. 2009. URL: https://www-03.ibm.com/press/attachments/IBV_Smarter_Cities_-_Final.pdf (дата звернення: 24.10.2024)
2. Allam Z., Newman P. Redefining the smart city: Culture, metabolism and governance. *Smart Cities*. 2018. № 1. P. 2–15.
3. Holroyd C. Technological innovation and building a 'super smart' society: Japan's vision of Society 5.0. *Journal of Asian Public Policy*. 2022. Vol. 11. P. 18–31.
4. Huang I., Wang B., Li X., Zheng P., Mourtzis D., Wang L. Industry 5.0 and Society 5.0 – Comparison, complementation and coevolution. *Journal of Manufacturing System*. 2022. Vol. 64. P. 424–428.
5. Kirimtat A., Krejcar O., Kertesz A., Tasgetiren M. F. Future trends and current state of smart city concepts: A survey. *IEEE access*. 2020. No. 8. P. 86448–86467.
6. Li X. Big data analysis of the Internet of Things in the digital twins of smart city based on deep learning. *Future Generation Computer Systems*. 2022. Vol. 128. P. 167–177.
7. Skoryk M. Conceptual framework for sustainable development of rural areas. *Економіка розвитку систем*. 2024. Том 6. № 1. С. 95–99.
8. Андрієнко А. О. Smart-підходи до розвитку великих міст: перспективи впровадження в Україні. *Державне управління та місцеве самоврядування*. 2018. № 3(38). С. 100–106.
9. Войтко С. В., Скоробогатова Н. Є., Конова Н. С. Еволюційні передумови розвитку smart city на засадах society 5.0. *Економічний вісник НТУУ «Київський політехнічний інститут»*. 2023. № 26. С. 31–36.
10. Жарова Л. В. Сталий розвиток у концепціях smart (розумних) міських ініціатив. *Економіка та право*. 2019. № 3 (54). С. 107–114.
11. Коломечук В. В. Методичні підходи до діагностики формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста. *Інноваційна економіка*. 2021. № 3-4. С. 73–78.
12. Мураєв Є. В. Український досвід впровадження концепції смарт-міст: основні досягнення та проблеми. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2020. № 2. С. 91–96.
13. Мураєв Є. В. Розвиток міст на основі концепції «Smart Cities» в умовах цифрової економіки: теоретико-методичні засади впровадження. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2020. № 2 (12). С. 109–119.
14. Позднякова А. М. Впровадження концепції розумних міст в Україні: особливості та рекомендації. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2019. № 2 (70). С. 49–57.
15. Пушкар Т. А., Серьогіна Д. О. Розвиток «розумних міст» в умовах цифрової трансформації. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2022. № 1 (124). С. 116–121.
16. Сергієнко Л. В. Сучасні стратегії розвитку міст в забезпеченні безпеки урбанізованих територій. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Публічне управління та адміністрування*. 2022. Том 33 (72), № 1. С. 123–129.
17. Сенкевич О.Ф., Войт Д. С. Цифрова трансформація територіальних управлінських систем: напрямки та перспективи розвитку. *Причорноморські економічні студії*. 2020. Випуск 52-2. С. 81–85.
18. Скорик М. О. Європейський досвід забезпечення сталого економічного розвитку сільських територій. *Сталий розвиток економіки*. 2024. № 3 (50). С. 195–202.
19. Скорик М. О. Інфраструктурні виклики об'єднаних територіальних громад України. *Інтерна-ука*. 2021. № 8 (52). Т.1. С. 53–58.
20. Тур О. В. Концепція розумного міста як основа сталого розвитку територій. *Східна Європа: економіка, бізнес, управління*. 2018. Вип. 4 (15). С. 287–289.

REFERENCES:

1. A vision of smarter cities: How cities can lead the way into a prosperous and sustainable future. IBM. Institute for Business Value. 2009. Available at: https://www-03.ibm.com/press/attachments/IBV_Smarter_Cities_-_Final.pdf
2. Allam Z., Newman P. (2018). Redefining the smart city: Culture, metabolism and governance. *Smart Cities*, no. 1, pp. 2–15.
3. Holroyd C. (2022). Technological innovation and building a 'super smart society: Japans vision of Society 5.0. *Journal of Asian Public Policy*, vol. 11, pp. 18–31.
4. Huang I., Wang B., Li X., Zheng P., Mourtzis D., Wang L. (2022). Industry 5.0 and Society 5.0 – Comparison, complementation and coevolution. *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 64, pp. 424–428.
5. Kirimtat A., Krejcar O., Kertesz A., Tasgetiren M. F. (2020). Future trends and current state of smart city concepts: A survey. *IEEE access*, no. 8, pp. 86448–86467.
6. Li X. (2022). Big data analysis of the Internet of Things in the digital twins of smart city based on deep learning. *Future Generation Computer Systems*, vol. 128, pp. 167–177.
7. Skoryk M. (2024). Conceptual framework for sustainable development of rural areas. *Ekononika rozvytku system – Economics of systems development*, vol. 6, no. 1, pp. 95–99.

8. Andriienko A. O. (2018). Smart-pidkholdy do rozvytku velykykh mist: perspektyvy vprovadzhennia v Ukraini [Smart approaches to the development of large cities: prospects for implementation in Ukraine]. *Derzhavne upravlinnia ta mistseve samovriaduvannia – State administration and local self-government*, no. 3(38), pp. 100–106. (in Ukrainian)
9. Voitko S. V., Skorobohatova N. Ye., Konovalova N. S. (2023). Evoliutsiini peredumovy rozvytku smart city na zasadakh society 5.0 [Evolutionary prerequisites of smart city development based on society 5.0]. *Ekonomichnyi visnyk NTUU «Kyivskiy politekhnichnyi instytut» – Economic bulletin of NTUU "Kyiv Polytechnic Institute"*, no. 26, pp. 31–36. (in Ukrainian)
10. Zharova L. V. (2019). Stalyi rozvytok u kontseptsiiakh smart (rozumnykh) miskykh initsiatyv [Sustainable development in the concepts of smart urban initiatives]. *Ekonomika ta parvo – Economics and Law*, no. 3 (54), pp. 107–114. (in Ukrainian)
11. Kolomechiuk V. V. (2021). Metodichni pidkholdy do diahnostyky formuvannia ta zabezpechennia staloho rozvytku rozumnoho mista [Methodical approaches to diagnostics of the formation and provision of sustainable development of a smart city]. *Innovatsiina ekonomika – Innovative economy*, no. 3-4, pp. 73–78. (in Ukrainian)
12. Muraiev Ye. V. (2020). Ukrainyskyi dosvid vprovadzhennia kontseptsii smart-mist: osnovni dosiahnennia ta problem [Ukrainian experience of implementing the concept of smart cities: main achievements and problems]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of the Khmelnytskyi National University*, no. 2, pp. 91–96. (in Ukrainian)
13. Muraiev Ye. V. (2020). Rozvytok mist na osnovi kontseptsii «Smart Cities» v umovakh tsyfrovoy ekonomiky: teoretyko-metodychni zasady vprovadzhennia [Development of cities based on the concept of "Smart Cities" in the conditions of the digital economy: theoretical and methodological principles of implementation]. *Suchasnyi stan naukovykh doslidzhen ta tekhnolohii v promyslovosti – Current state of scientific research and technologies in industry*, no. 2 (12), pp. 109–119 (in Ukrainian)
14. Pozdniakova A. M. (2019). Vprovadzhennia kontseptsii rozumnykh mist v Ukraini: osoblyvosti ta rekomendatsii [Implementation of the concept of smart cities in Ukraine: features and recommendations]. *Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomitsi – Problems of the systemic approach in economics*, no. 2 (70), pp. 49–57 (in Ukrainian)
15. Pushkar T. A., Serohina D. O. (2022). Rozvytok «rozumnykh mist» v umovakh tsyfrovoy transformatsii [Development of "smart cities" in conditions of digital transformation]. *Derzhava ta rehiony. Seriya: Ekonomika ta pidpriemnytstvo – State and regions. Series: Economics and entrepreneurship*, no. 1 (124), pp. 116–121. (in Ukrainian)
16. Serhiienko L. V. (2022). Suchasni stratehii rozvytku mist v zabezpechenni bezpeky urbanizovanykh terytorii [Modern strategies of city development in ensuring the security of urbanized territories]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Publichne upravlinnia ta administruvannia – Academic notes of TNU named after V.I. Vernadskyi. Series: Public management and administration*, vol. 33 (72), no. 1, pp. 123–129. (in Ukrainian)
17. Sienkevych O.F., Voit D.S. (2020). Tsyfrova transformatsiia terytorialnykh upravlinskykh system: napriamy ta perspektyvy rozvytku [Digital transformation of territorial management systems: directions and prospects of development]. *Prychornomorski ekonomichni studii – Black Sea Economic Studies*, vol. 52-2, pp. 81–85. (in Ukrainian)
18. Skoryk M. O. (2024). Yevropeyskyi dosvid zabezpechennia staloho ekonomichnoho rozvytku silskykh terytorii [European experience in ensuring sustainable economic development of rural areas]. *Stalyi rozvytok ekonomiky – Sustainable development of the economy*, no. 3 (50), pp. 195–202. (in Ukrainian)
19. Skoryk M. O. (2021). Infrastrukturni vyklyky obiednanykh terytorialnykh hromad Ukrainy [Infrastructural challenges of the united territorial communities of Ukraine]. *Internauka – Internauka*, no. 8 (52), vol. 1, pp. 53–58. (in Ukrainian)
20. Tur O. V. (2018). Kontseptsii rozumnoho mista yak osnova staloho rozvytku terytorii [The concept of a smart city as a basis for sustainable territorial development]. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes, upravlinnia – Eastern Europe: economy, business, management*, vol. 4 (15), pp. 287–289. (in Ukrainian)