

СМАРТ-УРБАНІСТИКА ЯК КОНЦЕПЦІЯ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ МЕГАПОЛІСУ

У статті обґрунтовано наукові засади формування смарт-урбаністики як інноваційної моделі управління земельними ресурсами мегаполісу. Показано, що динамічні процеси урбанізації та зростання функціональної складності міських систем потребують переходу від традиційних підходів до інтегрованих цифрових рішень, здатних забезпечити раціональне використання території і підвищення стійкості міського середовища. Розкрито зміст смарт-урбаністичних підходів, що включають застосування геоінформаційних систем, цифрових кадастрів, інтернету речей, дрон-моніторингу та аналітики великих даних для точного контролю землекористування. Особливу увагу приділено ролі ГІС як базової платформи просторового аналізу та моделювання. Узагальнено міжнародний досвід, який демонструє ефективність smart-рішень у підвищенні якості планування, розвитку інфраструктури та екологічної рівноваги. Для українських мегаполісів визначено ключові бар'єри цифрової трансформації, серед яких - фрагментарність кадастрових даних, обмежена інтеграція просторових інформаційних систем та нормативні труднощі. Автор пропонує стратегічні напрями впровадження смарт-урбаністичних підходів, зокрема розвиток національної цифрової інфраструктури, створення міських цифрових двійників і модернізацію інструментів кадастрово-правового регулювання. Наголошено, що смарт-урбаністика базується на безперервній аналітичній оцінці, яка посилює точність рішень щодо зонування та прогнозування ризиків. Важливим компонентом смарт-урбаністичного управління є цифрове партисипативне врядування, яке залучає громадян, бізнес і міські інституції через платформи відкритих даних та інтерактивні картографічні інструменти. Публічний доступ до просторової інформації підвищує прозорість, зменшує корупційні ризики під час ухвалення рішень щодо землекористування та зміцнює довіру до муніципальної влади. Зроблено висновок, що смарт-урбаністика формує нову концептуальну основу ефективного управління земельними ресурсами, здатну забезпечити сталий розвиток і конкурентоспроможність сучасних мегаполісів.

Ключові слова: *смарт-урбаністика, земельні ресурси, ефективність землекористування, розумне місто, управління земельними ресурсами, просторове планування, геоінформаційні системи, цифровий кадастр, Big Data (великі дані), мегаполіс, урбаністичний розвиток.*

Постановка проблеми. Сучасні мегаполіси перебувають у стані постійної трансформації, що зумовлено стрімкими темпами урбанізації, зростанням чисельності населення та ускладненням просторової організації міста. За таких умов забезпечення ефективного управління земельними ресурсами стає одним із ключових чинників сталого міського розвитку. Обмеженість придатних для

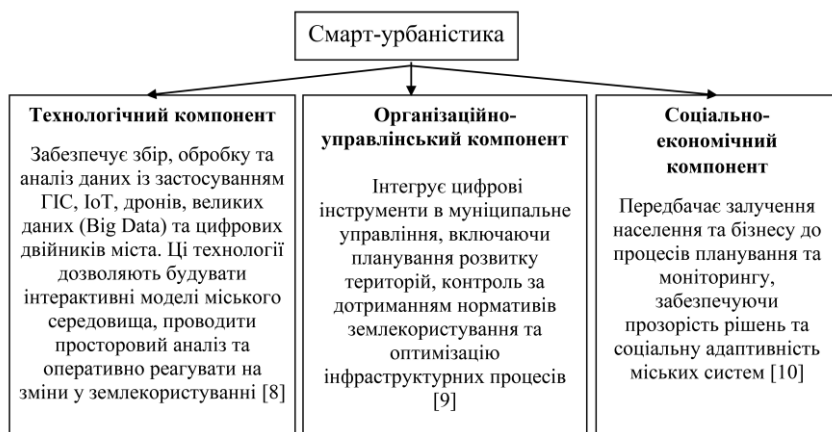
освоєння територій, нерівномірність просторового розвитку, інтенсивне інфраструктурне будівництво та екологічне навантаження формують комплекс проблем, які традиційні методи планування вже не здатні вирішувати на належному рівні. Класичні підходи до управління земельними ресурсами часто характеризуються фрагментованістю даних, низьким рівнем цифрової інтеграції, тривалими адміністративними процедурами та обмеженими можливостями для оперативного аналізу й прогнозування, що знижує здатність систем управління містом швидко реагувати на зміни, ухвалювати обґрунтовані рішення та забезпечувати прозорість використання територій. У цих умовах особливого значення набуває концепція смарт-урбаністики, яка ґрунтується на використанні інформаційно-комунікаційних технологій, просторової аналітики, великих даних і цифрових платформ для оптимізації міського управління. Впровадження інтелектуальних систем моніторингу, автоматизованих моделей прогнозування та інтегрованих геоінформаційних рішень дозволяє суттєво підвищити ефективність управління земельними ресурсами. Крім того, смарт-урбаністика сприяє формуванню відкритого управління містом, підсилює участь громад та забезпечує екологічно орієнтований розвиток міста. Разом з тим впровадження смарт-технологій потребує оновлення нормативної бази, стандартизації й захисту даних, а також технічної модернізації міської інфраструктури. Отже, вивчення потенціалу смарт-урбаністики у сфері управління земельними ресурсами мегаполісів є вкрай актуальним, оскільки забезпечує поєднання технологічних, соціальних та екологічних аспектів розвитку міського середовища.

Аналіз досліджень і публікацій. У науковій літературі поняття «розумного міста» (Smart City) часто розглядається через призму сталого розвитку, інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), участі громадян та покращення міських сервісів. Так, Немировська О.В. [1] аналізує управлінський підхід до Smart City як суспільного простору сталого розвитку, вказуючи на важливість штучного інтелекту (ШІ) та Інтернету речей (IoT) для підвищення ефективності міського управління. Дехтяренко Ю., Дяченко С. та Берданова О. [2] досліджують управління земельними ресурсами територіальних громад в контексті децентралізації, дерегуляції та воєнного стану; [3] Кухтін Ю.В. розробив систему показників - економічних, організаційних, соціальних та інформаційних – для оцінки ефективності управління земельними ресурсами об'єднаних територіальних громад; Камінецька О.В., Сіроштан Т.М., Кочеригін Л.Ю. [4] аналізують земельно-ресурсний потенціал України через призму добробуту населення, пропонуючи методи оптимізації управління земельними ресурсами та розраховуючи соціально-економічні показники з метою оптимізації механізмів перерозподілу або регулювання ренти. Стрельник В.В., Райденко Б.О., Вечорка Ю.В. досліджують механізм управління земельними ресурсами через призму забезпечення збалансування інтересів держави, регіонів і землевласників та формування економічно обґрунтованої системи рішень щодо використання земель ОТГ. Особливу увагу автори приділяють питанням використання земель загального користування, громадських просторів і наголошують на важливості їх раціонального правового регулювання [5]. Крисоватий І.А. описує, як технології (сенсори, ГІС, збір даних) формують сучасні компоненти міського простору - від моніторингу екологічних показників до залучення мешканців у прийняття рішень [6]. Водночас у науковому дискурсі відчутною залишається потреба у комплексному дослідженні смарт-урбаністики саме як цілісної концепції

ефективного управління земельними ресурсами мегаполісу, що поєднує технологічні, економіко-управлінські, соціальні та екологічні підходи до просторового розвитку міст.

Метою статті є дослідження концепції смарт-урбаністики як інноваційного підходу до управління земельними ресурсами мегаполісу, аналіз її ключових інструментів і технологій, а також визначення перспективних напрямів імплементації смарт-урбаністичних рішень у систему міського управління.

Виклад основного матеріалу дослідження. Смарт-урбаністика (Smart Urbanism) є міждисциплінарною концепцією, що поєднує урбаністику, інформаційні технології, управління ресурсами та сталий розвиток для ефективного функціонування сучасних міст [7]. В її основі лежить ідея інтелектуального управління міським середовищем, де цифрові технології дозволяють інтегрувати транспортні, енергетичні, екологічні, соціальні та економічні процеси в єдину систему. Смарт-урбаністика розглядається як комплексна система, що включає три взаємопов'язані компоненти: технологічний, організаційно-управлінський, соціально-економічний (рис. 1). У межах цих компонентів особливого значення набувають інструменти, що забезпечують глибоку інтеграцію даних та підвищують точність управлінських рішень.



Джерело: сформовано авторами на основі [8-10]

Одним із таких сучасних інструментів є концепція цифрового двійника міста (Digital Twin). Останній є інтерактивною цифровою моделлю, що точно відтворює фізичне середовище міста та його динамічні процеси [11]. Основні його функції полягають у відстеженні стану міської інфраструктури та земельних ресурсів у реальному часі; аналізі сценаріїв забудови та просторового розвитку; інтеграції даних із геоінформаційних систем (ГІС), IoT-сенсорів, супутникових знімків та подекуди мобільних камер, дронів; прогнозуванні екологічних, соціальних та економічних наслідків рішень щодо землекористування [12]. В економічно розвинених країнах світу цифрові двійники стають ключовим інструментом для прийняття обґрунтованих рішень та ефективного управління територіями мегаполісів. При цьому ГІС є фундаментальною технологією у сфері сучасного

просторового аналізу та управління земельними ресурсами мегаполісів. У фаховій літературі ГІС визначаються як інтегровані програмно-апаратні комплекси, призначені для збору, зберігання, моделювання, аналізу та візуалізації просторово координованих даних [13]. Завдяки здатності поєднувати кадастрову, картографічну, інженерну, екологічну та соціально-економічну інформацію в єдиному цифровому середовищі ГІС забезпечують високий рівень точності та обґрунтованості управлінських рішень. У контексті смарт-урбаністики ГІС виконують роль базової платформи для просторового планування, моніторингу забудови, оцінювання потенціалу територій, управління інженерними мережами та формування цифрових двійників міста. Як наголошують дослідники, практичне значення ГІС полягає в можливості інтегрувати багатопланові дані різної природи, що дозволяє виявляти просторові закономірності й прогнозувати сценарії розвитку територій, здійснювати аналіз зонування та обмежень; візуалізацію даних для органів влади та населення [13]. Тому застосування ГІС є ключовим інструментом оптимізації землекористування та підвищення прозорості міського управління. ГІС-технології підвищують точність управлінських рішень, зменшують ризики неефективного землекористування та сприяють комплексному плануванню територій, дозволяючи відстежувати зміни землекористування, планувати забудову та оцінювати ефективність використання ресурсів. Проте для оперативного контролю за станом використання земель та інфраструктури важлива не лише статична інформація, а й дані в реальному часі. У цьому контексті на допомогу приходять дрони та аерофотозйомка, які дозволяють отримувати детальні геопросторові дані, перевіряти актуальний стан земельних ділянок, виявляти незаконне використання територій та доповнювати інформацію, що зберігається в ГІС. Такий підхід створює динамічну систему моніторингу, де дані з дронів через GPS інтегруються у ГІС для аналізу та прийняття оперативних рішень.

Дистанційне зондування територій із використанням безпілотних літальних апаратів, наземних дронів стає важливим елементом інтелектуальних систем управління земельними ресурсами мегаполісу. Порівняно з традиційними методами аерозйомки, дрон-моніторинг дозволяє здійснювати регулярні огляди територій, швидко виявляти незаконні об'єкти й фіксувати зміни, щодо стану забудови, зелених зон, транспортної інфраструктури та екологічних процесів. Особливе значення дронів полягає в можливості формування детальних тривимірних моделей, ортофотопланів і цифрових моделей рельєфу, які інтегруються в ГІС та використовуються для містобудівного моделювання й кадастрового супроводу. Проте сам по собі великий обсяг зображень та геопросторових даних потребує спеціалізованої обробки, щоб перетворитися на корисну для управління інформацію. У цьому допомагають акумульовані великі дані Big Data, розглядаються як масиви інформації надмірного обсягу, високої швидкості надходження та суттєвої структурної різноманітності, які не піддаються обробці традиційними методами та потребують застосування розподілених обчислень і спеціалізованих алгоритмів аналізу [8], та штучний інтелект (AI), які дозволяють автоматично аналізувати великі масиви даних, виділяти ключові закономірності та прогнозувати зміни в землекористуванні. Аналітика Big Data допомагає: прогнозувати розвиток територій; виявляти дисбаланси у землекористуванні; оцінювати ефективність транспортних та інженерних рішень; автоматизувати кадастрову перевірку. AI дозволяє моделювати оптимальні сценарії розвитку кварталів, зонами реконструкції та новими інфраструктурними об'єктами.

Завдяки AI можна виявляти потенційні проблемні зони, оцінювати ризики, оптимізувати використання земельних ресурсів та формувати сценарії розвитку міста. Таким чином, інтеграція дронів із системами Big Data та AI перетворює «сирі» дані у прийнятні та обґрунтовані управлінські рішення, що суттєво підвищує ефективність смарт-урбаністики. Проте для того, щоб ці моделі відображали реальні умови міста в режимі реального часу, необхідно забезпечити постійний потік актуальних даних.

В урбаністичних дослідженнях Big Data дедалі частіше застосовуються для побудови цифрових двійників міста, моніторингу динаміки забудови, оптимізації транспортних потоків та визначення просторових ризиків [8, 9]. Великі дані стають ключовим чинником у переосмисленні механізмів міського планування, оскільки забезпечують новий рівень деталізації, точності й оперативності інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень [8]. У сфері управління земельними ресурсами вони відіграють вирішальну роль у виявленні незаконної забудови, аналізі щільності використання територій, оцінюванні екологічного стану міського середовища та прогнозуванні сценаріїв його розвитку. Таким чином, інтеграція Big Data у практику смарт-урбаністики дозволяє застосовувати науково обґрунтовані, адаптивні та оперативні інструменти управління територіями, що є критично важливим для мегаполісів із високим рівнем урбанізаційного навантаження. Саме цю функцію виконує Інтернет речей (IoT) завдяки мережі сенсорів, датчиків, камер і пристроїв, підключених до єдиної системи, можна моніторити стан земель, транспортних та інженерних мереж, екологічні параметри та соціальні показники. Інформація, отримана через IoT, інтегрується у аналітичні платформи на базі Big Data та AI, забезпечуючи постійне оновлення моделей і своєчасну реакцію на зміни в міському середовищі.

Інтернет речей (IoT) відіграє ключову роль у формуванні системи безперервного моніторингу міського середовища, забезпечуючи збір даних у режимі реального часу з різноманітних сенсорів і пристроїв. У наукових працях IoT трактується як мережа взаємопов'язаних об'єктів, що оснащені сенсорною та комунікаційною інфраструктурою для автоматичного обміну даними без участі людини [14]. Значення IoT для мегаполісів полягає в можливості оперативно оцінювати параметри міського середовища, включно зі станом ґрунтів, зелених насаджень, водовідведення, якістю повітря та інтенсивністю транспортних потоків. Інтеграція IoT у систему смарт-урбаністики створює умови для автоматизованого контролю земельних ресурсів і екологічного стану територій, особливо в частині моніторингу деградаційних процесів, підтоплень, незаконних втручань у зелену інфраструктуру та надмірних навантажень на окремі зони. IoT формує новий рівень інтелектуальності міських систем, забезпечуючи підвищену адаптивність та точність управлінських механізмів [19]. IoT-сенсори та мережеві пристрої забезпечують контроль якості повітря, ґрунтів, моніторинг вологості й стану зелених зон, облік транспортних потоків, відстеження екологічних змін. Завдяки цифровим технологіям можливо визначати зони реновації, відновлення промислових територій та перетворення неефективно використовуваних земель. Смарт-логістика сприяє рівномірному розподілу навантаження на транспортну та інженерну інфраструктуру, що знижує деградацію територій.

Відзначимо, що концепція смарт-урбаністики не обмежується окремими технологічними рішеннями. Її реальна ефективність визначається практичними прикладами впровадження на глобальному рівні. Саме аналіз міжнародного досвіду

застосування смарт-урбаністики дозволяє виявити найуспішніші моделі інтеграції цифрових технологій у міське управління, визначити ключові чинники успіху та адаптувати їх для умов конкретних мегаполісів (табл. 1).

Таблиця 1

Практичне приклади впровадження концепцій смарт-урбаністики на міжнародному рівні

Місто, країна	Проект	Технології смарт-урбаністики	Період	Основні результати
Сан-тандер, Іспанія	SmartSantander	Масштабне розгортання IoT-сенсорів (температура, шум, освітлення, CO ₂ , паркування)	2010–2013	>12 000 IoT-пристроїв; дані в реальному часі; оптимізація паркування
Копенгаген, Данія (Nordhavn)	5-хвилинне місто	Містобудівне планування, зелена інфраструктура, smart будівлі, транспорт	2009–тепер	Доступ до сервісів за 5 хвилин, екологічна стійкість, зменшення викидів CO ₂
Копенгаген, Данія (місто загалом)	Smart освітлення, кліматичний ней-тралітет	Інтелектуальні ліхтарі, системи моніторингу енергії	2015–тепер	Підвищення ефективності комунальних систем, скорочення енергоспоживання
Токіо, Японія (Takeshiba, Toyosu, Nishi-Shinjuku)	«Розумне місто» / Міська операцій-на система	Платформа збору та аналізу даних, сенсори в будівлях, MaaS	2010–тепер	Оптимізація енергії, мобільності, безпеки; адаптація до старіння населення
Сондо, Південна Корея	Місто з нуля	Інтегрована IT-інфраструктура, сенсори, “зелені” зони, енергоефективні будівлі	2003–тепер	Місто як інноваційний хаб; високий рівень технологізації; приклад повної smart-урбаністики
Конза Технополіс, Кенія	Кремнієва Саванна	Smart roads, освітлення, відеомоніторинг, інтеграція відновлюваних джерел, control center	2013–тепер	Центр управління містом; підвищення ефективності інфраструктури; виклики з заселенням та реалізацією
Масдар-Citi, Об'єднані Арабські Емірати	Нульове вуглецеве місто	Сонячна енергія, пасивна архітектура, автономний транспорт, R&D інститут	2008–тепер	Сталість, енергетична ефективність, центр інновацій у сталому розвитку; частково реалізовано
Шеньжень, Китай	«Розумне місто» / Технологічний хаб	5G, IoT, “розумні” будівлі та офіси, інтеграція технологій у повсякденне життя	2010–тепер	Технологічний хаб, інновації в управлінні трафіком, офісними і житловими зонами
Sino-Singapore Eco-City, Китай/Сінгапур	Екологічне місто	Зелені технології, водо- та енергоменеджмент, smart інфраструктура	2007–тепер	Екологічна стійкість, ефективне управління ресурсами

Продовження табл. 1

Місто, країна	Проект	Технології smart-урбаністики	Період	Основні результати
Dongtan, Китай	Нуль-карбонне місто (проект)	Відновлювана енергія, smart транспорт, переробка відходів	2005–2010	Проект не реалізовано повністю; досвід планування нуль-карбонних міст
Сеул, Південна Корея	Smart Grid	Smart grid, інтеграція сонячної енергії, управління споживанням	2010–тепер	Балансування енергоспоживання, інтеграція відновлюваних джерел

Джерело: Розроблено автором на основі [15-24]

У наведених прикладах представлено різні континенти (Європа, Азія, Африка, Близький Схід), що демонструє глобальний характер цифрової трансформації міського управління. Водночас європейські міста (Копенгаген, Сан-Тандер) переважно орієнтовані на стійкість, інтегроване планування та екологічну нейтральність. Азійські мегаполіси (Токіо, Сеул, Шеньчжень, Сонгдо) роблять акцент на високотехнологічних інфраструктурах, інтернеті речей та комплексному управлінні міськими системами. Країни, що розвиваються (Кенія) використовують smart-проекти як каталізатор економічного прориву.

Аналіз засвідчує декілька ключових технологічних груп:

- IoT та сенсорні мережі: Сан-Тандер, Шеньчжень, Сонгдо – міста з високим ступенем датчування середовища;
- енергетичні smart-системи: Сеул, Масдар, Sino-Singapore Eco-City – інтеграція відновлюваної енергетики та smart-grid;
- платформи для керування містом: Tokio (Urban OS), Konza (control center), Сонгдо (інтегрований IT-каркас);
- містобудівні концепції нового покоління: 5-хвилинне місто (Nordhavn), eco-city проекти, автономна мобільність;
- частина проектів стала повноцінними smart-містами (Сонгдо, Шеньчжень);
- частина залишається частково реалізованими (Masdar, Konza) через економічні чи соціальні бар'єри;
- деякі так і не були реалізовані повністю (Dongtan), що демонструє складність проектів нульового вуглецевого сліду.

У всіх кейсах спостерігаються спільні позитивні результати: підвищення ефективності інфраструктури (енергія, транспорт, освітлення), оптимізація використання земель та міських ресурсів (планування, забудова, зелені зони), зменшення екологічного впливу, включно зі зниженням CO₂, підтримка інноваційної економіки (Сонгдо, Шеньчжень, Konza), покращення якості життя через доступність, зручність, безпеку, мобільність.

З таблиці чітко видно кілька стратегічних трендів:

1. Перехід від окремих smart-рішень до інтегрованих міських платформ.
2. Комбінація цифрових технологій із зеленою інфраструктурою.
3. Зростання ролі енергоефективності та кліматичної нейтральності.
4. Формування «міст з нуля» як експериментальних полігонів технологій.
5. Сенсоризація міського простору та управління в реальному часі.

Аналіз практичних прикладів упровадження концепцій smart-урбаністики на

міжнародному рівні показує, що українські міста можуть запозичити такі підходи:

- упровадження IoT-мереж для моніторингу землекористування;
- розвиток цифрових платформ управління та міських цифрових двійників;
- екологічно орієнтоване планування (модель Nordhavn, Eco-City);
- smart-grid рішення для підвищення енергонезалежності;
- інтеграція стійких транспортних систем (MaaS, автономна мобільність).

Для практичної імплементації смарт-урбаністичних підходів в Україні пропонується комплекс заходів, адаптований до сучасного стану цифрової трансформації та умов післявоєнної відбудови станом на листопад 2025 року. Запропоновані дії ґрунтуються на аналізі чинних державних програм, міжнародних партнерств і пілотних проєктів, що забезпечує можливість подолання ключових бар'єрів, пов'язаних із фрагментарністю кадастрових даних, недостатньою інтегрованістю ГІС-рішень та наявними нормативними обмеженнями. Такий підхід дозволяє сформулювати основу для переходу до моделі управління земельними ресурсами на основі Big Data, та створити сприятливі умови для подальшої модернізації міського середовища.

Першим напрямом трансформації є розвиток національної цифрової інфраструктури та відкритих геопросторових даних. У цьому контексті важливим завданням стає інтеграція Державного земельного кадастру з цифровими сервісами, такими як «Дія» та «Київ Цифровий», що дозволить до кінця 2026 р. забезпечити автоматизований обмін інформацією й підвищити доступність кадастрових відомостей для громадян. Паралельно передбачається створення національного порталу відкритих геопросторових даних, який має бути запущений до середини 2026 р. на основі оновленого Порядку ведення кадастру. Ця платформа об'єднуватиме ГІС-дані, IoT-інфраструктуру й результати супутникового моніторингу, а її пілотне впровадження у Києві та Львові в межах проєкту SUN4Ukraine стане ключовим етапом формування єдиної системи просторової аналітики.

Наступним кроком є розбудова міських цифрових двійників як високоточного інструменту моделювання та підтримки управлінських рішень. Зокрема, у межах Стратегії розвитку Києва до 2027 р. планується створення віртуальної моделі міста, яка інтегруватиме архітектурні, кадастрові та екологічні дані. Уже у 2026 р. передбачається реалізація першого етапу, що охоплює моделювання центральних районів за допомогою дрон-моніторингу та технологій Big Data. Отримані результати дозволять прогнозувати навантаження на земельні ресурси та оптимізувати міське планування. Згодом аналогічні рішення мають поширитися на Харків (в рамках ReBuild Ukraine 2025) і Львів, де цифрові двійники допоможуть контролювати стан зелених зон і територій, схильних до підтоплень. При цьому окрему цінність становитиме використання напрацювань, здобутих у пілотних проєктах українських енергетичних компаній щодо цифровізації мережевої інфраструктури.

Поглиблення співпраці між українськими містами та інституціями ЄС у межах програми EU Climate-Neutral and Smart Cities Mission формує підґрунтя для нової моделі стійкого та кліматично нейтрального розвитку в післявоєнний період. У цьому контексті відбір дванадцяти муніципалітетів засвідчує зростання спроможності українських громад інтегрувати принципи кліматичної нейтральності у власні стратегії відбудови та просторового планування [25].

Паралельно з розвитком інфраструктурних рішень необхідно модернізувати

інструменти кадастрово-правового регулювання. Повноцінне впровадження оновленого Порядку ведення Державного земельного кадастру, ухваленого у вересні 2025 року, передбачає перехід до електронного внесення даних сертифікованими землепорядниками без потреби у паперових документах [26]. Це має бути реалізовано до березня 2026 р., починаючи з пілотного проєкту у Київській області. Водночас посилення контролю за землекористуванням можливе завдяки інтеграції ГІС та роботизованих систем із міськими цифровими сервісами, що забезпечить автоматизоване виявлення випадків незаконної забудови. Подібні механізми уже передбачені в оновленій програмі «Цифровий Київ», продовженій до 2025 року.

Окрему роль у впровадженні смарт-урбаністичних рішень відіграє розвиток партисипативного врядування та міжнародної співпраці. До кінця 2025 року планується масштабування функціоналу громадського моніторингу у застосунку «Київ Цифровий» на всі великі міста країни, що сприятиме ширшому залученню громадян до процесів контролю й планування міського простору. Участь України у міжнародних спеціалізованих форумах, таких як Smart Building Forum та ReBuild Ukraine, має на меті посилення співпраці з провідними європейськими інституціями та залучення додаткових інвестицій у розбудову smart-інфраструктури.

У сукупності впровадження зазначених заходів дозволить до 2027 р. наблизити українські мегаполіси до рівня провідних європейських smart-міст, зокрема Цюриха та Копенгагена. Очікується, що прозорість землекористування зросте на 40–50 %, а корупційні ризики істотно зменшаться. Фінансування цих трансформацій може забезпечуватися шляхом комбінування державних коштів, грантової підтримки Європейського Союзу, зокрема в межах програми SUN4Ukraine, та приватних інвестицій, у тому числі через механізми екосистеми Дія.City.

Висновки. Проведений аналіз дає змогу стверджувати, що сучасні мегаполіси перебувають у тощі структурної трансформації, де традиційні моделі управління земельними ресурсами вже не здатні ефективно реагувати на зростаючий урбанізаційний тиск, інфраструктурні навантаження та екологічні ризики. В цих умовах концепція смарт-урбаністики, яка базується на синергії технологічних інновацій, аналітичних інструментів та соціально-управлінських механізмів, виявилася найбільш перспективною моделлю для подолання проблем фрагментації міського простору, нерационального землекористування, обмеженості вільних територій та низької оперативності управлінських рішень. Smart-підхід дає змогу не лише модернізувати систему управління містом, а й перейти від реактивного до превентивного управління, у якому рішення ґрунтуються на реальних даних, прогнозних моделях і багатофакторному аналізі. Особливо важливим є те, що смарт-урбаністика розглядає земельні ресурси не ізольовано, а у взаємодії з транспортними, екологічними, енергетичними, соціальними та економічними системами міста.

У ході дослідження доведено, що застосування цифрових технологій, таких як ГІС, дрони, Big Data, штучний інтелект та Інтернет речей, дозволяє створювати інтегровані, аналітичні та адаптивні системи управління земельними ресурсами мегаполісів. Вони забезпечують прозорість, оперативність і обґрунтованість управлінських рішень, підвищують ефективність землекористування та сприяють сталому розвитку міст.

Міжнародний досвід засвідчує, що ефективні моделі smart-міст формуються на основі багаторівневих управлінських та технологічних рамок, у межах яких

цифрові інструменти забезпечують оптимізацію землекористування, модернізацію інфраструктури, екологічний моніторинг та підвищення якості життя населення. Для України, що перебуває у процесі масштабної відбудови й потребує глибокої модернізації міських систем, впровадження смарт-урбаністики стає стратегічно важливим напрямом розвитку. Це створює передумови для формування нового стандарту управління територіями, заснованого на принципах цифровізації, відкритості даних, енергоефективності та стійкості. Водночас реалізація smart-рішень урбаністичного розвитку вимагає подолання низки нормативно-правових, фінансових, інституційних та соціальних проблем. Успіх залежатиме від здатності органів влади, бізнесу, наукових установ і громад співпрацювати, формувати сучасну міську політику та впроваджувати інноваційні технології в управлінські процеси.

Список літератури:

1. Немировська, О. В. (2025). Управлінський підхід до розгляду smart city як суспільного простору сталого розвитку. *Трансформаційна економіка*, 4 (09), 12-17. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2024-9-2>
2. Дехтяренко Ю., Дяченко С., Берданова О. (2024). Управління земельними ресурсами територіальних громад у контексті законодавчих новел: децентралізація, дерегуляція, воєнний стан. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Державне управління*, 19(1), 22-29. DOI: <https://doi.org/10.17721/2616-9193.2024/19-4/22>
3. Кухтін Ю.В. Організаційна, соціальна та інформаційна підсистема в оцінюванні ефективності управління земельними ресурсами ОТГ. *Вісник ОНУ імені І.І. Мечникова. Серія: Економіка*. 2023. Том 28, Вип. 3 (97). С. 38-44. DOI: 10.32782/2413-2675/2023-56-4
4. Камінецька О. В., Сіроштан Т. М., Кочеригін Л. Ю. Еколого-економічна ефективність управління земельно-ресурсним потенціалом на основі аналізу рівня добробуту. *Ефективна економіка*. 2022. № 10. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.10.31>
5. Стрельник В.В., Райденко Б.О., Вечорка Ю.В. Удосконалення механізму управління земельними ресурсами населених пунктів. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право*. 2024. № 86. Том 3. С. 197-202. DOI: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2024.86.3.29>
6. Крисоватий І.А. Смарт-технології як складові сучасної урбаністики. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2023. № 4 (280). С. 19-24. DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2023-280-4-19-24>
7. Khalifa F.A. An approach to define smart sustainable urbanism locally through expert's perspective. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*. 2021, 12(1), 14-26. DOI: <https://doi.org/10.22712/susb.20210003>
8. Batty, M. Big data, smart cities and city planning. *Dialogues in Human Geography*. 2013. №3(3). P.274-279. <https://doi.org/10.1177/2043820613513390>
9. Vito A., Berardi U., Dangelico R. M. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*. 2015. 22 (1): 3–21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
10. Nam, T. and Pardo, T.A. Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions. Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: *Digital Government Innovation in*

Challenging Times (College Park, 12-15 June 2011). P. 282-291.
<https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>

11. Batty M. Digital twins. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*. 2018. №45(5). P. 817-820. <https://doi.org/10.1177/2399808318796416>

12. Huzzat A., Anpalagan A., Khwaja A.S., Woungang I., Alnoman A.A., Pillai A.S. A comprehensive review of Digital Twin technologies in smart cities. *Digital Engineering*. 2025. Vol. 4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dte.2025.100040>

13. Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. *Geographic Information Systems and Science* (3rd ed.). Barcelona: John Wiley & Sons, 2011. 539 p.

14. Atzori L., Iera A., Morabito G. The Internet of Things: A Survey. *Computer Networks*, 2010. Vol. 54, Issue 15. P. 2787-2805. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>.

15. Sanchez L., Muñoz L., Galache J. A., Sotres P., Santana J. R., Gutierrez V., Ramdhany R., Gluhak A., Krco S., Theodoridis E., Pfisterer D. SmartSantander: IoT experimentation over a smart city testbed. *Computer Networks*. 2014. Vol. 61. P. 217–238. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2013.12.020>

16. Rose S. The five-minute city: inside Denmark's revolutionary neighbourhood. Ramboll Group; Guardian News & Media. 10.12.2024. URL: <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2024/dec/10/the-five-minute-city-inside-denmarks-revolutionary-neighbourhood>

17. Kenya Advances Konza Technopolis as Africa's Leading Smart City. Tech Africa News. September 11, 2025. URL: <https://techafricanews.com/2025/09/11/kenya-advances-konza-technopolis-as-africas-leading-smart-city/>

18. Masdar City. From vision to reality: Masdar City's journey to Net-zero. World future energy summit. URL: <https://surl.li/iaofts>

19. Kang T. South Korea's experience with smart infrastructure services: smart grid. Inter-American Development Bank. 2020. 37 p. URL: <https://surl.li/dggewk>

20. Ahsan R., Park S. J. Songdo International City at the Crossroads: Shifting from High-TechUtopia towards Reinvention of New Urbanism. *2024 International Conference of Asian-Pacific Planning Societies*. Seoul, August 2024. URL: <https://surl.li/ialjyv>

21. The Sino-Singapore Tianjin Eco-city. A Typical Example of Eco-city. Koh Buck Song (Ed.) Centre for Liveable Cities, Singapore and Tianjin Eco-city Administrative Committee. 2019. 177p. URL: <https://isomer-user-content.by.gov.sg/50/67389797-a573-4686-918f-1f716b9b633f/book-tianjin-eco-city.pdf>

22. Baeumler A., Ijjasz-Vasquez E., Mehndiratta S. (eds.). Sustainable Low-Carbon City Development in China. Washington, DC: The World Bank, 2012. 304 p. URL: https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/CHINA_Low_carbon_cities_full_report.pdf

23. Mahomed A. S., Saha A. K. Unleashing the Potential of 5G for Smart Cities: A Focus on Real-Time Digital Twin Integration. *Smart Cities*, 2025, vol. 8, no. 2, p. 70. DOI: <https://doi.org/10.3390/smartcities8020070>

24. City of Copenhagen. 2030 Climate Neutrality Action Plan: Climate City Contract. URL: https://netzerocities.app/_content/files/knowledge/4651/ccc_copenhagen_v2.pdf

25. Twelve Ukrainian cities join the SUN4Ukraine initiative of the EU Climate-Neutral and Smart Cities Mission: European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency. 10 December 2024. URL: <https://surl.li/abhzor>

26. Деякі питання реалізації пілотного проекту щодо внесення до Державного земельного кадастру відомостей про земельні ділянки сертифікованими

інженерами-землевпорядниками: Постанова Кабінету Міністрів України від 02 липня 2025 р. № 794 URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/deia-kadastru-vidomosti-pro-zemelni-dilianky-sertyfikovanyimi-inzhenerami-i-794>

Andrii STANKEVYCH

Smart urbanism as a concept of effective land resource management in a metropolis

The article substantiates the scientific foundations for the formation of smart urbanism as an innovative model for managing the land resources of a megacity. It demonstrates that the dynamic processes of urbanization and the growing functional complexity of urban systems require a shift from traditional approaches to integrated digital solutions capable of ensuring the rational use of territories and enhancing the resilience of the urban environment. The content of smart-urbanistic approaches is revealed, including the use of geographic information systems, digital cadastres, the Internet of Things, drone monitoring, and big data analytics for precise land-use control. Special attention is given to the role of GIS as a fundamental platform for spatial analysis and modeling. International experience is summarized, demonstrating the effectiveness of smart solutions in improving planning quality, infrastructure development, and ecological balance. For Ukrainian megacities, the key barriers to digital transformation are identified, including fragmented cadastral data, limited integration of spatial information systems, and regulatory constraints. The author proposes strategic directions for implementing smart-urbanistic approaches, particularly the development of national digital infrastructure, the creation of urban digital twins, and the modernization of cadastral and legal regulatory instruments. It is emphasized that smart urbanism is based on continuous analytical assessment, which enhances the accuracy of zoning decisions and risk forecasting. An important component of smart-urbanistic governance is digital participatory management, which engages citizens, businesses, and urban institutions through open data platforms and interactive mapping tools. Public access to spatial information increases transparency, reduces corruption risks in land-use decision-making, and strengthens trust in municipal authorities. It is concluded that smart urbanism forms a new conceptual framework for effective land resource management, capable of ensuring sustainable development and strengthening the competitiveness of modern megacities.

Keywords: smart urbanism, land resources, land use efficiency, smart city, land resource management, spatial planning, geographic information systems, digital cadastre, Big Data, megacity, urban development.