



УДК 351/330.55

[https://doi.org/10.52058/2708-7530-2025-1\(55\)-643-660](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2025-1(55)-643-660)

Будякова Олена Юріївна кандидат економічних наук, доцент кафедри смарт-економіки, Київський національний університет технологій та дизайну, м.Київ, тел.: (050) 348-01-21, <https://orcid.org/0000-0001-6028-2650>

СМАРТ МІСТА В КОНТЕКСТІ ЗЕЛЕНОГО ТА ЦИФРОВОГО ПЕРЕХОДУ

Анотація. У статті визначена роль смарт міст у вирішенні глобальної проблеми зміни клімату та окреслено шляхи вирішення завдань пом'якшення наслідків зміни клімату та зменшення негативного впливу смарт міст через обмеження викидів парникових газів (ПГ). Доведено, що смарт міста у ЄС мають великий внесок у частині викидів ПГ. Визначено, що смарт міста володіють ресурсами для вирішення проблем зміни клімату шляхом досягнення кліматичних цілей завдяки політикам, стратегіям та ініціативам ЄС. Визначено роль зеленого та цифрового переходу смарт міст у вирішенні глобальної проблеми зміни клімату. Проведено аналіз останніх досліджень та публікацій щодо впливу зеленого та цифрового переходу на смарт міста. Актуалізовано значення реалізації концепції смарт міст і зеленого та цифрового переходу міст України в період повоєнного відновлення. Визначено проблемні питання фінансування та залучення інвестицій для вітчизняних смарт міст; стан фінансування стратегій сталого розвитку та боротьби зі зміною клімату смарт міст у світі. Наведено європейську модель смарт міст, яка передбачає баланс між задоволенням сучасних потреб людства та захисту інтересів майбутніх поколінь в безпечному навколишньому середовищі. Представлено Індекс смарт міст (Smart City Index), які впроваджують ініціативи озеленення, культурних та соціальних заходів, розвитку талантів, інклюзії. Визначено шляхи забезпечення трансформації до екологічно чистих міст Всесвітньою організацією розумних сталих міст (WeGO). Охарактеризовано подвійний характер впливу зміни клімату на міста. Зроблено висновок причини збільшення викидів ПГ внаслідок неощадливих моделей споживання та виробництва. Наведено модель розвитку резильєнтних net zero смарт міст. Визначено вплив цифрової трансформації, зокрема смартекономіки на смарт міста. Доведено, що для реалізації моделі сталих (резильєнтних) смарт міст потрібна трансформація лінійної економіки в модель циркулярної економіки, зокрема циркулярної біоекономіки, яка сприяє досягненню цілей сталого розвитку та вирішує глобальні проблеми зміни клімату.



Ключові слова: розумні міста, зелений та цифровий перехід, сталий розвиток, інновації, інклюзивність, циркулярна економіка, біоекономіка.

Budiakova Olena Yuriyivna Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Smart Economics, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, tel.: (050) 348-01-21, <https://orcid.org/0000-0001-6028-2650>

SMART CITIES IN THE CONTEXT OF GREEN AND DIGITAL TRANSITION

Abstract. The article defines the role of smart cities in addressing the global problem of climate change and outlines ways to address the challenges of mitigating climate change and reducing the negative impact of smart cities by limiting greenhouse gas (GHG) emissions. It is proved that smart cities in the EU make a significant contribution to GHG emissions. It is determined that smart cities have the resources to address climate change by achieving climate goals through EU policies, strategies and initiatives. The role of the green and digital transition of smart cities in solving the global problem of climate change is determined. An analysis of recent research and publications on the impact of the green and digital transition on smart cities is carried out. The importance of implementing the concept of smart cities and the green and digital transition of Ukrainian cities in the period of post-war recovery is actualized. The problematic issues of financing and attracting investments for domestic smart cities are identified; the state of financing of sustainable development strategies and climate change in smart cities in the world is determined. The European model of smart cities is presented, which provides a balance between meeting the modern needs of humanity and protecting the interests of future generations in a safe environment. The author presents the Smart City Index, which implements greening initiatives, cultural and social events, talent development, and inclusion. The ways to ensure the transformation to environmentally friendly cities by the World Organization for Smart Sustainable Cities (WeGO) are identified. The dual nature of the impact of climate change on cities is characterized. The reasons for the increase in GHG emissions due to resource-saving consumption and production patterns are concluded. A model for the development of resilient net zero smart cities is presented. The impact of digital transformation, in particular the smart economy, on smart cities is determined. It is proved that the implementation of a model of sustainable (resilient) smart cities requires the transformation of the linear economy into a model of the circular economy, in particular the circular bioeconomy, which contributes to the achievement of sustainable development goals and solves global climate change problems.



Keywords: smart cities, green and digital transition, sustainable development, innovation, inclusiveness, circular economy, bioeconomy.

Постановка проблеми. Зміна клімату та рішення щодо пом'якшення наслідків зміни клімату – головні пріоритети у найближчі роки. Для досягнення цілей кліматичної нейтральності до 2050 року однією з ключових ролей відводиться містам. У містах мешкає більше половини населення світу, що є причиною споживання 65% енергетичних потреб у світі та понад 70% усіх викидів CO₂. Міста генерують 80% світового ВВП, отже мають ресурси для досягнення кліматичних цілей. Так, європейські міста мають потенціал досягти мети скорочення викидів CO₂ на 55% до 2030 року, закріплених у Європейському зеленому курсі (European Green Deal), за рахунок стратегій декарбонізації – зниження викидів парникових газів (ПГ) ключових сфер: енергетики, транспорту, житла, промисловості тощо шляхом озеленення міських просторів, скорочення енерго-, тепло-, водоспоживання, переходу на екологічно чисті види транспорту, управління відходами, впровадження нових моделей виробництва на циркулярній основі тощо. Оскільки міста Європейського Союзу займають лише 4% території, на якій проживає понад 75% громадян, рішення зеленого та цифрового переходу для міст мають значний вплив на реалізацію цілей Європейської зеленої угоди для досягнення кліматичної нейтральності в Європі до 2050 року, порядку денного ООН – 2030, плану дій ЄС із нульових викидів (EU Zero Pollution Action Plan), стратегії ЄС: Fit for 55 strategy, стратегію біорізноманіття до 2030 року (Biodiversity strategy for 2030), стратегії ЄС з адаптації до кліматичних змін, Промислової стратегії ЄС (European industrial strategy), Стратегії біоекономіки ЄС (Bioeconomy Strategy) та ініціатив Нового європейського Баугаузу (New European Bauhaus), NetZeroCities, 100 кліматично нейтральних і розумних міст (100 Climat-Neutral and Smart Cities by 2030) тощо.

Міста у ЄС є центрами економічної, інноваційної та громадської активності. Міста відіграють вирішальну роль у впровадженні 70% політик ЄС, надають рішення та послуги, які безпосередньо впливають на місцеві громади та громадян. Наслідки зміни клімату та міграційних процесів, зокрема спричинених вторгненням росії в Україну, підвищення цін на енергоносії та продукти харчування, стан навколишнього середовища вимагає переосмислення того, як міста проєктуються, будуються та як відбувається управління ними. Промислова стратегія ЄС визнає необхідність прискорення «зеленого» та цифрового переходу європейських галузей промисловості, посилюючи їхню стійкість, а також стійкість малих підприємств та суспільства в цілому. Європейська Комісія у співпраці з органами державної влади, бізнесом, соціальними партнерами й громадськими організаціями та зацікавленими



сторонами розробляє шляхи переходу та плани дій для подвійного переходу. Європейський зелений промисловий план запропонував цільове законодавство, а саме Закон про промисловість з нульовим рівнем викидів та Закон про критично важливу сировину з метою збільшення масштабів виробництва чистих технологій в Європі, підвищення стійкості ланцюгів постачання критично важливої сировини, а також сприяння циркулярності та сталості.

Європейські міста відіграють вирішальну роль у прискоренні подвійного переходу. Наразі містам рекомендується все більше акцентувати увагу на подвійному переході, виконуючи зобов'язання, закріплені в рамках Європейського зеленого курсу. Це допоможе містам перейти до більш цифрової, сервісно-орієнтованої та низьковуглецевої економіки, створюючи місцевий вплив через суспільство, засноване на знаннях, яке уможливило циркулярну економіку, що базується на науково-обґрунтованих практиках, перекваліфікації та сталих інвестиціях. Місту потрібна стратегія зеленого та цифрового переходу, що ґрунтується на даних. Узгоджена стратегія роботи з даними в цифровій та «зеленій» сфері допомагає містам розвивати інновації, забезпечувати підзвітність та прозорість, встановлювати вимірювані цілі та підтримувати найкращі практики, спрямовані на досягнення подвійних цілей переходу [1].

Отже, трансформація міст в здійсненні подвійного зеленого та цифрового переходу до смарт міст обумовлюють проблематику дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню впливу зеленого та цифрового переходу на смарт міста присвятили увагу багато вітчизняних науковців, зокрема: А.О. Андрієнко, В.Ю. Бабаєв, Л.І. Бажан, М.М. Богун, С.О. Дейкало, В.І. Дмитренко, А.В. Євдокимова, О.Л. Єршова, І.А. Жукович, О.В. Захарова, І.С. Каленюк, Н.О. Кондратенко, Н.Б. Кузнецова, Н.Е. Кунанець, О.В. Майборода, О.В. Мацюк, Р.М. Небесний, Р.М. Нечипоренко, А.А. Олешко, О.В. Панухник, Д.Д. Перелі, К.В. Радченко, О.О. Соколовська, Н.А. Федоренко, Л.І. Цимбал, Ю.В. Чортюк, С.А. Чукут, І.М. Унінець та ін.

Панухник О. та Курах О. досліджують [2] міжнародний досвід, практики й підходи до побудови концепції розвитку «Smart City», її функціональне наповнення і компоненти. Автори визначають, що «розумне місто» як тенденція останнього десятиліття – це місто, котре здійснює інтегрування зелених зон у міський простір, у якому традиційні системи працюють як єдиний злагоджений механізм значно результативніше завдяки застосуванню передових технологій. Автори визначили, що сучасне smart-місто внаслідок світової урбанізації й міграції, поширення екологічної обізнаності, стрімкого техногенного поступу на глобальному рівні, інтелектуалізації, діджиталізації й зростання кількості населення міст, першочергово повинно враховувати економічні, екологічні та соціальні чинники з подальшою актуалізацією



питання поступу здорового довкілля, сприяння підприємництву та надання високого рівня життя населенню [2].

Бабаєв В.Ю. та Дейкало С.О. акцентують [3], що з позицій публічного управління важливим є поєднання втілення концепції розумного міста з концепціями розумної спеціалізації, сталого розвитку, зеленого переходу та багаторівневого врядування, що потребує розробки узгоджених заходів публічної політики, формування відповідних механізмів публічного управління і реалізації принципів інклюзивності.

Кузнецова Н.Б. [4] визначає та характеризує вплив глобальних трендів технологізації, інтелектуалізації, диджиталізації на сталий розвиток міст через економічний, соціальний та екологічний фактори. На основі дослідження динаміки розвитку глобального ринку smart міст у світі, автором вивчено успішний досвід реалізації концепції smart cities у різних країнах світу та Європи.

Андрієнко А.О. у монографії [5] наголошує, що приклади світової практики свідчать, що, насамперед, «smart city» має забезпечувати інтеграцію природних зелених зон у міський простір. Це підтримує біорізноманіття, чистоту повітря і, зрештою, об'єднує спільноту, в якій жителі стають суб'єктом і об'єктом управління. Зелена інфраструктура міста є важливим показником якості міського середовища, комфортного для життя [5].

Чортюк Ю.В., Євдокимова А.В., Нечипоренко Р.М. та Майборода О.В. [6] приділили увагу формуванню теоретико-методичних основ трансформації міст України під вимоги зелених Smart-City з урахуванням європейських стандартів екобезпеки та енергоощадності, запитів та пріоритетів місцевих підприємств.

Жукович І.А. формалізовано описав [7] трансформацію моделей муніципального розвитку до зелених Smart-City. Автор визначає, що «розумне місто» є ключовим аспектом сучасного міського розвитку та планування і поєднує різні виміри, такі як стабільність, екологічність, цифрові й «розумні» простори, інновації та креативність.

Унінець І.М. акцентує [8], що перший елемент функціонування смарт міста високої якості це якість життя населення, що передбачає покращення кожного аспекту повсякденного існування населення. Сюди включаються безпечні вулиці, зелені насадження, електронна оплата проїзду, мінімізація щоденних завдань – все це призводить до покращення якості побуту для населення [8].

Але вплив зеленого та цифрового переходу на розвиток смарт міст для пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптації до них недостатньо висвітлено у вітчизняних літературних джерелах.

Мета статті – дослідження міжнародного досвіду та кращих практик Європейського Союзу щодо розвитку смарт-міст в контексті зеленого та цифрового переходу.



Виклад основного матеріалу. Одним з актуальних питань після-воєнного відновлення України є відбудова міської інфраструктури та покращення системи публічного управління на міському рівні. Концепція «Smart City», яка втілюється з певними варіаціями у більше ніж 2,5 тис. міст світу, надає значні можливості для прискорення цього процесу. У наукових публікаціях неодноразово підкреслювалася нагальна потреба прискореної побудови українських «розумних міст» в межах регіонів і територіальних громад на основі автоматизації рутинних функцій, ефективності управління територіями, економії витрат, раціональності використання природних ресурсів та ін. При цьому відмічається, що сам процес «смартизації» в Україні помітно відстає від світових тенденцій й технологічного розвитку як за швидкістю впровадження розумних технологій, так і за їх комплексністю [2, с. 112]. Сьогодні відмічається певна варіативність змістовного наповнення концепції розумного міста, від моделей технічного оснащення містоуправлінських систем до забезпечення умов і результатів сталого розвитку та зеленого переходу в межах життєдіяльності міст [3].

Реалізація концепції SMART-міст в Україні може призвести до значних позитивних змін у багатьох сферах. Вдосконалення інфраструктури, впровадження систем енергоефективності, забезпечення доступу до якісної медичної та освітньої допомоги – це лише декілька аспектів, які можуть бути покращені завдяки сучасним технологіям. Проте, впровадження означеної концепції в Україні стикається з численними викликами. Технічні обмеження, нестача кваліфікованого персоналу, економічні обмеження та потреба в значних інвестиціях є серйозними бар'єрами на шляху до успішної реалізації проєктів SMART-міст. Враховуючи потенціал та переваги, які можуть впливати з реалізації цієї концепції, уряд та підприємства України мають можливість знайти та реалізувати ефективні стратегії впровадження смарт-технологій у міському середовищі [9].

Подолання економічних перешкод, пов'язаних із впровадженням розумних міст, передбачає розробку стратегій фінансування та залучення інвестицій. Створення сприятливого клімату для бізнесу, врахування вартості проєктів у бюджетних розрахунках та залучення міжнародної фінансової підтримки може стати ключовими чинниками у вирішенні економічних викликів [9].

У світовій економіці суттєвою проблемою розвитку міст є недостатність фінансування стратегій сталого розвитку та боротьби зі змінами клімату. Міста та інші урбанізовані території до 2030 року потребують близько 4,5–5,4 трильйона доларів США щорічно для інвестування в нову або модернізовану кліматично стійку інфраструктуру в таких галузях як транспорт, енергетика, водопостачання та водовідведення, телекомунікаційні проєкти [10].



Хоча обсяг кліматичного фінансування, що надходить до міст, збільшився більш ніж удвічі за останні п'ять років, він залишається вкрай недостатнім для підтримки ефективних кліматичних дій. Це спричиняє вразливість громад до впливу екстремальних погодних явищ, пов'язаних зі зміною клімату, негативно впливає на малозабезпечені міські громади з обмеженими фінансовими ресурсами та їх фінансову спроможність, що послаблює ефективність міських заходів щодо зміни клімату [10].

Згідно з європейською моделлю Smart City [11] включає 6 компонентів:

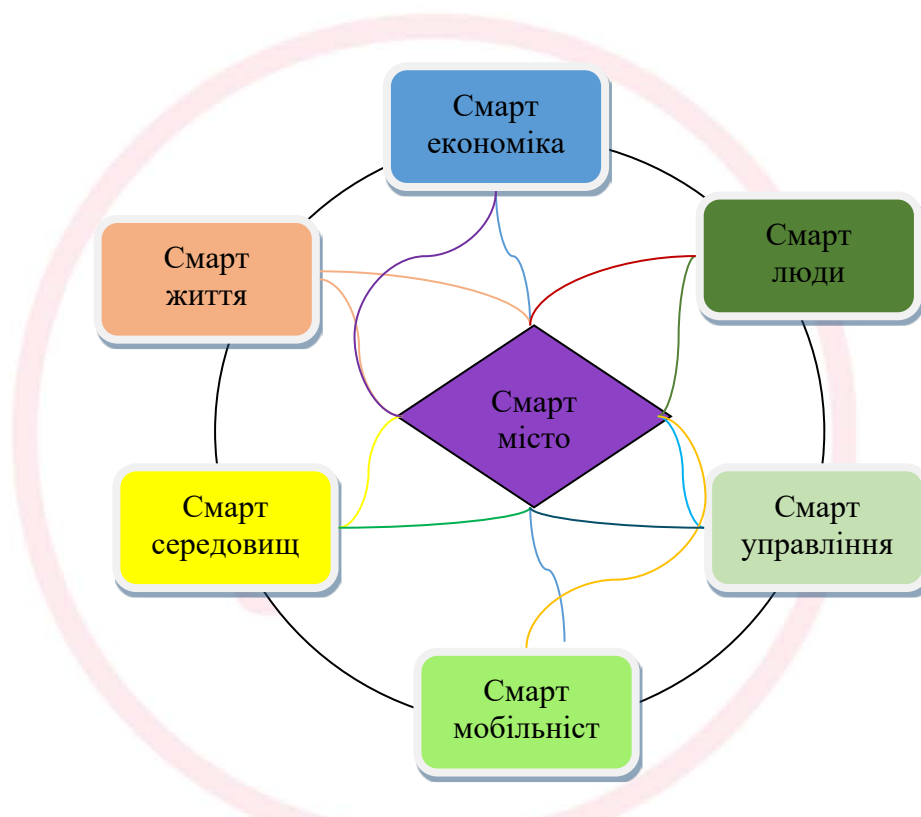


Рис. 1. Компоненти смарт міста

Джерело: наведено авторами на основі [11]

Велика кількість чинників: кліматичні та демографічні зміни, обмеженість ресурсів, зростання чисельності населення, урбанізація, зростання впливу інформації та розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) змушують великі та середні міста вносити зміни у всі сфери своєї життєдіяльності. Починаючи від інтеграції автономно функціонуючих ІКТ-платформ для ефективного використання енергетичних ресурсів, сировини та управління відходами й закінчуючи розвитком діалогу з громадянами та змінами у інфраструктурі. Метою такої модернізації є не лише досягнення позитивного економічного впливу на місто, регіону чи країни, а передусім для задоволення майбутніх потреб цивілізації [12].



IMD [13] щорічно складає Індекс смарт міст (Smart City Index), приділивши збалансовану увагу до економічних й технологічних аспектів, з одного боку, та соціальних (якість життя, навколишнє середовище, інклюзивність), з іншого.

Протягом останніх двох років IMD отримала переваги від партнерства з Всесвітньою організацією розумних сталих міст (WeGO) [14].

WeGO просуває та сприяє всесвітній трансформації міст у розумні екологічно чисті міста. Бачення розумних сталих міст WeGO:

Міста, які забезпечують довготривалу економічну, соціальну та екологічну стійкість шляхом:

- використання потужності цифрових технологій;
- залучення керівників міст та громад;
- інтеграції між секторами та дисциплінами;
- доступу до інвестицій для розвитку розумних сталих міст;
- покращення ефективності міської експлуатації та послуг, якості життя, економічного процвітання та послуг для своїх громад [14].

Міста відчувають негативні наслідки зміни клімату, але є одними з її основних причин, так як несуть відповідальність за генерування великої частки глобальних викидів ПГ. Це означає, що існує не лише моральний імператив вжити термінових заходів на місцевому рівні для сприяння низьковуглецевій, стійкій урбанізації, але й переконлива логіка. Міста є дуже сприятливими для реалізації програм адаптації та пом'якшення наслідків зміни клімату, які забезпечують низку супутніх переваг громадам з точки зору скорочення бідності, зайнятості, надання послуг та якості життя. Деякі з найбільш цікавих і прогресивних рішень вже з'являються в містах і громадах, які в багатьох випадках вживають заходів, за відсутності національної та міжнародної підтримки, щоб зміцнити свою колективну стійкість. Крім того, міста по всьому світу демонструють, що можна відокремити розвиток міст від збільшення викидів ПГ. Отже, все частіше міські території розглядаються не лише як частина проблеми, але й як частина рішення навіть якщо їхній повний потенціал ще не реалізований [15].

Попри те, що в країнах з низьким рівнем доходу та країнах, що розвиваються викиди ПГ на душу населення в містах все ще вищі, ніж у сільській місцевості, процеси урбанізації збільшують викиди ПГ та погіршують добробут населення. Ці зміни обумовлено не лише рівнем урбанізації, але й визначаються моделями споживання та виробництва, вибором способу життя, сталими рішеннями щодо енергетики, будівель, транспорту, управління відходами, озеленення інфраструктури, підтримки біорізноманіття тощо.

Міста повинні пріоритетно інвестувати у сталу інфраструктуру в громадах з недостатнім рівнем обслуговування в громадах як основу для



розбудови їхньої стійкості до кліматичних потрясінь. Оскільки вплив зміни клімату посилюється, вразливі райони з недостатнім рівнем обслуговування часто беруть на себе основний тягар екологічних катастроф та інфраструктурних збоїв. Спрямовуючи ресурси на розвиток стійкої інфраструктури в цих районах, міста не лише покращать добробут своїх мешканців, але й зміцнять свою довгострокову здатність протистояти викликам, пов'язаним з кліматом, та відновлюватися після них. Це передбачає модернізацію критично важливої інфраструктури, сталих транспортних мереж, енергоефективного житла та зелених насаджень для пом'якшення наслідків клімату. Зелені рішення повинні бути інтегровані в дизайн як будівель (наприклад, через зелені дахи та живі стіни) та міських просторів (як мережі синьо-зеленої інфраструктури).

За останні 30 років спостерігалось скорочення зелених насаджень у міських районах по всьому світу і цю тенденцію необхідно змінити, враховуючи наслідки для клімату. В середньому, частка зелених насаджень у міських територіях по всьому світу зменшилася з 19,5% у 1990 р. до 13,9% у 2020 р. Окрім впливу на довкілля – через зміну клімату та втрату біорізноманіття, скорочення площі зелених насаджень має наслідки для здоров'я людей та соціальні наслідки [15].

Озеленення інфраструктури, підтримка біорізноманіття забезпечує захист природних екосистем та узгоджується з більш широкими принципами інклюзивного, сталого розвитку міст. Також зелена трансформація має позитивні наслідки для здоров'я громадян, добробуту та доступу до зеленої інфраструктури. Екологічні рішення також надають громадам місця для відпочинку завдяки рекреаційним просторам та сприяють активному способу життя, покращенню психічного та ментального здоров'я.

Кліматичні дії дають можливість прогресу за всіма Цілями сталого розвитку (ЦСР). Це пов'язано з синергізмом, який існує між кліматичними діями та 80% цілей Порядку денного у сфері сталого розвитку до 2030 року. Отже, інвестиції в кліматичні дії можуть сприяти досягненню сталого розвитку до 2030 року. Кліматичні дії повинні не лише сприяти зусиллям з адаптації та пом'якшення наслідків зміни клімату, але й забезпечувати стійкі засоби до існування, продовольчу безпеку, доступ до чистої води та до інших базових послуг, включаючи доступну охорону здоров'я – все це зменшить вразливість до зміни клімату. Вплив зміни клімату є досить значним, до такої міри, що адаптація та управління ризиками можуть стати потужним внеском у подолання бідності та сталого розвитку [15].

Міста ЄС глибоко інтегровані в європейську багаторівневу систему управління кліматом. Європейські міста не тільки впроваджують місцеву кліматичну політику, але й активно беруть участь у її реалізації, взаємодіють з національними та наднаціональними інституціями для формування



кліматичної політики. Наприклад, європейські міста є ключовими учасниками ініціатив під керівництвом ЄС, таких як Угода мерів щодо клімату та енергії ЄС. Ця ініціатива об'єднує тисячі органів місцевого самоврядування, які взяли на себе зобов'язання до виконання кліматичних та енергетичних цілей ЄС, включаючи скорочення викидів ПГ щонайменше на 40% до 2030 року. Через ці та інші мережі учасники можуть обмінюватися найкращими практиками та впливати на кліматичне законодавство ЄС, зокрема, на Європейський зелений курс, який спрямований на досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Багато міст Європи також є членами глобальних міських мереж, таких як C40 Cities [16] та інших, які тісно співпрацюють з Європейською Комісією та іншими органами ЄС, а також з Євромістами (Eurocities) [17].

Євроміста (Eurocities) [17] – мережа з 200 членів, що об'єднує великі міста Європи – є активними прихильниками прийняття амбітного Європейського зеленого та соціального курсу (European Green and Social Deal) як центрального елемента загальноєвропейської трансформації. Євроміста, зокрема, закликають до розробки «сприятливих рамок» спеціальної політики та залучення фінансів для підтримки інвестицій у відновлювані джерела енергії, енергоефективне будівництво та низьковуглецевий транспорт. Важливо, що в мережі Євроміста наголошується на необхідності поставити міста та місцеві органи влади в центр цього процесу, в тому числі, включаючи просування Промислового плану Зеленого курсу (a Green Deal Industrial Plan) для сприяння співпраці між бізнесом та місцевою владою [17].

На тлі пандемії Європейський Союз і США запровадили нову політику використання систем smart міст для цілей боротьби зі зміною клімату та економічного відновлення. Пакет стимулів ЄС після COVID-19 виділяє понад 400 млрд євро на зелений та цифровий перехід держав-членів, включаючи цифровізацію державних послуг, розгортання чистих технологій та розширення широкосмугового доступу. Цифрова та зелена трансформація міст є ключовою місією політики ЄС у сфері досліджень і розвитку та фінансування на наступні кілька десятиліть. Згідно з ініціативою 100 кліматично нейтральних і розумних міст, європейські міста, які запровадять зелені smart технології до 2030 року, отримають 1 млрд євро фінансування [18].

У контексті забезпечення сталого розвитку міст країни ЄС запроваджують заходи фінансового стимулювання для створення і практичного втілення моделей (або програм і проєктів) розумних зелених міст. Так у ЄС передбачено на цифровізацію державних послуг, запровадження чистих технологій і розширення доступу до інтернету виділення фінансування у розмірі 1 млрд євро тим містам, що до 2030 року втілять «розумні» зелені технології [3].



Ще один спосіб для міст залучити фінанси на кліматичні дії – це випуск облігацій на ринку капіталу. Це може відбуватися в різних формах, зокрема зелені облігації (для проєктів, спрямованих на екологічні вигоди, такі як енергоефективність або скорочення викидів), соціальні облігації (для проєктів, спрямованих на соціальні результати, такі як доступне житло та охорона здоров'я), облігації сталого розвитку (для проєктів, що поєднують екологічні та соціальні вигоди) та облігації, пов'язані зі сталим розвитком (не прив'язані до конкретного проєкту, але пов'язані із загальними показниками сталого розвитку міста). Станом на 2023 року сукупний випуск «зелених», соціальних облігацій, облігацій сталого розвитку та облігацій, прив'язаних до сталого розвитку (GSSS) з 2016 року сягнув 4,9 трлн доларів США. Випуски державного сектору, включаючи національні уряди, регіональні уряди, муніципалітети, органи місцевого самоврядування, державні установи та банки розвитку, склали 31% (1,5 трлн доларів США) від цієї суми, причому більшість з них складають «зелені» облігації. Однак випуски регіональних урядів, муніципалітетів та органів місцевого самоврядування сукупно складають лише чверть від загального обсягу випусків державних облігацій, що дорівнює приблизно 375 млрд доларів США [15].

Поєднання процесів розвитку розумних міст, євроінтеграції України та цифрової трансформації суспільних відносин є реальністю сьогоdnішнього дня. Проте концептуальні моделі розвитку смарт міст (як за технологічним підходом, так і за компонентним) формуються і втілюються еволюційним шляхом зі значною диференціацією за ознаками територіального розташування, чисельності населення, економічного потенціалу та ін. [2].

Модель розвитку резильєнтних net zero міських територій наведено на рис. 2.

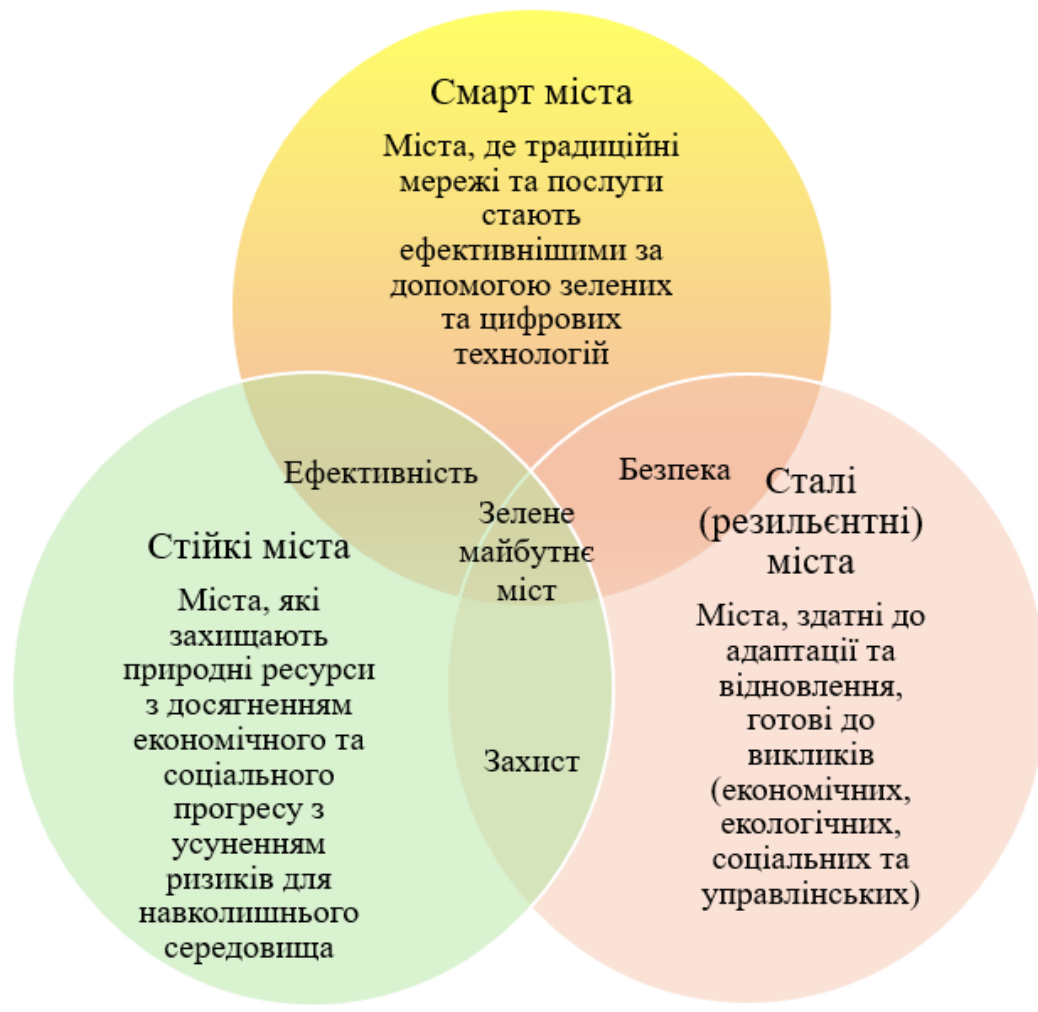


Рис. 2. Концептуалізація економічної сталості (резильєнтності) міст
Джерело: сформовано авторами на основі [15]

Смарт технології трансформують структуру економічної діяльності смарт міст. Смарт економіка інтегрує смарт технології (ІКТ, Big Data, IoT, AI тощо) у контроль та управління процесами життєдіяльності смарт міст, що дозволяє управляти інструментами покращення ефективності міської експлуатації та послуг, якості життя, економічного розвитку, підвищити ефективність використання ресурсів та зменшити вплив на навколишнє середовище. Цифровий та зелений перехід каталізує процеси впровадження сучасних моделей економічного розвитку, заснованих на відмові від використання невідновлюваних ресурсів й впровадженню інноваційних, сталих рішень використання альтернативних джерел на циркулярній основі, енерго-, тепло-, водо- та ресурсоощадливого споживання, екологічно чистих транспортних рішень, енергоефективності будівель, сталому управлінню відходами, зеленої інфраструктури та підтримки біорізноманіття тощо, що зменшує викиди ПГ та сприяє пом'якшенню наслідків зміни клімату.



Для реалізації моделі сталих (резильєнтних) смарт міст потрібна трансформація лінійної економіки в модель циркулярної економіки, зокрема біоекономіки, яка сприяє досягненню цілей сталого розвитку та вирішує глобальні проблеми зміни клімату [19].

Стратегія біоекономіки ЄС 2018 року [20] передбачає, що міста стануть основними циклічними біоекономічними центрами, де біовідходи є сировиною для безпечних та стійких біопродуктів. Окрім вищезазначеного економічного, соціального та екологічного імперативу щодо повторного використання та переробки матеріалів, стратегія також надає економічні аргументи.

Сьогодні міста виробляють близько 1,3 млрд тонн твердих відходів на рік. Близько половини з них є органічними. Міські біовідходи часто сприймаються як виклик для міських програм через їхній потенційний тиск на довкілля та здоров'я людей. Водночас, потоки біовідходів у містах містять речовини, які можуть бути використані для виробництва біологічних продуктів, таких як хімікати, пластмаси, поживні речовини тощо. За оцінками міста Амстердам, ефективна переробка високоцінних потоків органічних відходів може генерувати 150 млн євро доданої вартості на рік, створити нові 1200 робочих місць у довгостроковій перспективі та знизити викиди 600 000 т CO₂ на рік. Якби 50 найбільших міст Європи втілили такі проекти, то масштабований економічний ефект міг би становити від 7,5 до 12 млрд євро доданої вартості, від 60 000 до 100 000 нових робочих місць та скорочення викидів CO₂ від 30 до 50 Мт. Сьогодні існують традиційні технології переробки міських біовідходів на компост і біогаз, причому останній в основному використовується як енергоносіє. Таким чином, існують можливості для подальшого використання їх потенціалу в розумний та інноваційний спосіб. Крім того, стратегії ЄС щодо політики сталого розвитку міст (такі як циркулярна економіка, пом'якшення наслідків зміни клімату, виробництво відновлюваної енергії, сталий транспорт тощо) посилюються на циркулярну біоекономіку. Ця діяльність буде ґрунтуватися на роботі Партнерства міських програм ЄС (EU Urban Agendas Partnership) [21] щодо «регуляторних перешкод та рушійних сил для розвитку циркулярної біоекономіки в містах» [20].

Важливим кроком у подальшій експлуатації міських біовідходів є запуск та реалізація Стратегій міської циркулярної біоекономіки в містах ЄС (Urban Circular Bioeconomy Strategies in EU cities). Ці стратегії забезпечують основу для реалізації конкретних територіальних заходів, що сприяють реалізації ключових політик ЄС, які включають [20]:

(i) Циркулярну економіку та біоекономіку: запобігання та зменшення обсягів міських біологічних відходів, яких можна уникнути, та перетворення міських біологічних відходів на цінні ресурси;



(ii) Пом'якшення наслідків зміни клімату: Зменшення викидів ПГ від біологічних відходів та уловлювання вуглецю в продуктах на основі біологічних відходів;

(iii) Промисловий симбіоз: Поєднання секторів біовідходів та стічних вод з іншими секторами, такими як виробництво біологічних продуктів, хімікатів, пластмас, продуктів харчування та кормів тощо;

(iv) Ефективність використання ресурсів та безпека: Перетворення міських біовідходів на цінні речовини, включаючи цінні та затребувані матеріали, такі як азот (N), фосфор (P) і калій (K);

(v) Сталу продовольчу безпеку та безпеку харчування: Покращення місцевих продовольчих систем за допомогою біологічних рішень, таких як виробництво кормових (і, зрештою, харчових) інгредієнтів з міських біологічних відходів.

Біоекономіка забезпечує багатомірне рішення для подолання зміни клімату. Стала біоекономіка означає відмову від економічних систем, заснованих на невідновлювальних викопних ресурсах, які потребують великих затрат, а також від систем з низькою продуктивністю та загрозами екосистемам. Біоекономіка, заснована на знаннях, зможе задовольнити майбутній попит на біологічні ресурси чи біомасу ресурсозберігаючим, кліматичним, сталим та інклюзивним способом. Це довгострокова зелена трансформація [21], яка потребує нових систем, які використовують біомасу у сталий спосіб, зберігають біорізноманіття, повертають процеси деградації землі та ґрунтів, а також відновлюють або збільшують вуглецеву ємність землі, ґрунтів та біомаси [19].

Для реалізації таких рішень на всьому континенті, Європейська комісія виділила значну частину фінансування досліджень та інновацій за цим напрямом протягом останнього десятиліття. Численні фінансовані проекти ЄС, зокрема Horizon 2020, Horizon 2021-2027 зосереджені на розробці інноваційних процесів, які потрібні для перетворення біовідходів у більш цінні продукти.

Отже, зростає попит на рішення циркулярної біоекономіки, які дають можливість зменшити викиди ПГ та споживання первинної сировини у смарт містах. Партнери НООР [22] надають підтримку в проведенні технологічних, техніко-економічних та екологічних досліджень, визначення циркулярних бізнес-моделей, а також фінансовий інжиніринг та інноваційні державні закупівлі. Мережа міст і регіонів НООР [22] об'єднує будь-яку організацію або муніципальне управління на місцевому та регіональному рівнях, які зацікавлені в циркулярній біоекономіці. НООР matchmaking – це інструмент, за допомогою якого розробники проектів та інвестори мають можливість співпраці з метою мобілізації зеленого фінансування для реалізації проектів міської циркулярної біоекономіки.



Однією з цілей Європейської стратегії розвитку біоекономіки [20] є розгортання біоекономіки по всій Європі для забезпечення того, щоб біоекономіка в цілому стала рушієм інклюзивного та сталого зростання в тому числі у містах.

Заходи міської циркулярної біоекономіки, якщо вони будуть адаптовані та відтворені іншими містами, можуть примножити місцевий внесок у розвиток біоекономіки ЄС зі значними економічними, соціальними та екологічними перевагами. Крім того, тестування цієї пілотної групи міст з циркулярною біоекономікою може потенційно відкрити двері для майбутніх та більш системних ініціатив, таких як загальноєвропейська ініціатива щодо безпосереднього залучення міст і регіонів до політики ЄС у сфері біоекономіки. Реалізація цієї дії буде враховувати співпрацю та синергію з відповідними ініціативами ЄС й міжнародними ініціативами.

Висновки. Обмін знаннями та співпраця відіграють вирішальну роль як у пом'якшенні наслідків зміни клімату, так і в адаптації до них. Завдяки одночасному вирішенню кількох завдань інтегровані кліматичні дії забезпечують більш стале, стійке та резильентне майбутнє.

Глобальна проблема зміни клімату та її наслідки обумовлені моделями споживання та виробництва, вибором способу життя, сталими рішеннями щодо енергетики, будівель, транспорту, управління відходами, озеленення інфраструктури, підтримки біорізноманіття тощо.

Зменшення залежності від невідновлюваних, викопних ресурсів, є життєво важливими для досягнення кліматичних цілей. Біоінновації дають можливість заміщення невідновлюваних ресурсів відповідно до зобов'язань ЄС та Паризької угоди. Зелений та цифровий перехід передбачає для смарт міст озеленення інфраструктури, підтримку біорізноманіття, впровадження енерго-, тепло-, водо- та ресурсоощадливі технології, перехід на екологічно чисті види транспорту, управління відходами, впровадження нових моделей виробництва та споживання на циркулярній основі, зокрема циркулярної біоекономіки, що забезпечує захист природних екосистем та узгоджується з більш широкими принципами інклюзивного, сталого розвитку міст.

Література:

1. EU cities championing the green and digital transition – The European Commission's 100 intelligent cities challenge, Publications Office of the European Union, 2023. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2826/905707>
2. Панухник О., Курах О. Можливості імплементації міжнародних передових знань та досвіду у сталій розвиток «розумних» міст і територіальних громад України. *Соціально-економічні проблеми і держава*. 2023. Вип. 2 (29). С. 111–118. DOI: 10.33108/sep2023.02.111.
3. Бабаєв В. Ю., Дейкало С. О. Розвиток концепції розумного міста: публічно-управлінський аспект. *Актуальні проблеми державного управління*. 2024. No 1 (64). С.27–44. DOI: <https://doi.org/10.26565/1684-8489-2024-1-02>



4. Кузнецова Н. Б. Smart міста та розвиток людського капіталу. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2023. № 10. DOI: 10.54929/2786-5738-2023-10-05-01
5. Андрієнко А. О. Упровадження концепції «Smart City» в управління великими містами України : монографія. Вінниця : ГО «Європейська наукова платформа». 2023. 196 с.
6. Чортюк Ю. В., Євдокимова А. В., Нечипоренко Р. М., Майборода О. В. Зелені Smartcity в Україні: як поєднати реалії вітчизняного підприємництва та стандарти ЄС. *Вісник СумДУ. Серія «Економіка»*. 2020. № 2. С. 126–132. DOI: 10.21272/1817-9215.2020.2-15.
7. Жукович І. А. Smart-місто як новий об'єкт статистичних досліджень: деякі концептуальні аспекти. *Статистика України*. 2014. №2. С. 69-73.
8. Унінець І. Розвиток SMART-CITIES в Україні в контексті глобальних трендів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. №4. С. 223-228.
9. Олешко, А. А., & Чернаско, Д. В. (2023). Теоретичні основи розбудови SMART-міст України в трансформаційній економіці. *Журнал стратегічних економічних досліджень*. 6, 108-115.
10. Олешко А. Фінансування розвитку смарт міст у світовій економіці. *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій* 2.14 (2024): 430-438. DOI: <http://doi.org/10.32750/2024-0238>
11. Marciniak K. Applying knowledge grid models in smart city concepts. *Proceedings of the 6th Knowledge Cities World Summit, KCWS, Lookus Scientific*, 2013. P. 238-244.
12. Marciniak K., Owoc M.L. Usability of knowledge grid in smart city concepts. *15th International Conference on Enterprise Information Systems. Proc. Vol.3 Hammoudi S., Maciaszek L., Cordeiro J., Dietz J. (eds.)* 2013.
13. IMD. World Competitiveness Center. Smart City Index 2024. URL: <https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/> (дата звернення 23 січня 2025)
14. WeGO. URL: <https://we.gov.org/about-us-overview/?skatattempt=1> (дата звернення 23 січня 2025)
15. Urban policy platform. *World Cities Report 2024: Cities and Climate Action*. URL: <https://urbanpolicyplatform.org/world-cities-report-2024-cities-and-climate-action/> (дата звернення 23 січня 2025)
16. Climate & Clean Air Coalition. C40 Cities Cities Leadership Group. URL: <https://www.ccacoalition.org/ru/partners/c40-cities-climate-leadership-group> (дата звернення 23 січня 2025)
17. Eurocities. URL: <https://eurocities.eu/> (дата звернення 23 січня 2025)
18. Artyushina A., Wernick A. Smart city in a post pandemic world: small – scale green and over-policed. 2021. URL: <https://spacing.ca/toronto/2021/11/08/smart-city-tech-post-pandemics-small-scale-green-over-policed/> (дата звернення: 09.01.2025)
19. Будякова О. Ю. Біоекономіка як перспективне вирішення проблеми зміни клімату. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2024. № 10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13924099>
20. COM (2018) 673 final, A sustainable bioeconomy for Europe – Strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy (2018).
21. Зелена трансформація та стала біоекономіка : монографія / за наук. ред. А. А. Олешко, О. Ю. Будякової. Київ : КНУТД, 2024. 497 с. DOI 10.30857/978.617.7763.34.4
22. HOOP. URL: https://hoop-hub.eu/cities_and_regions.html (дата звернення 23 січня 2025)



References:

1. EU cities championing the green and digital transition – The European Commission’s 100 intelligent cities challenge, Publications Office of the European Union, 2023. Retrieved from: <https://data.europa.eu/doi/10.2826/905707> [in EU]
2. Panukhnyk, O. & Kurakh, O. (2023). Mozhyvosti implementatsii mizhnarodnykh peredovykh znan ta dosvidu u stal’yi rozvytok «rozumnykh» mist i terytorialnykh hromad Ukrainy [Possibilities of implementing international advanced knowledge and experience in sustainable development of smart cities and territorial communities of Ukraine]. *Sotsialno- ekonomichni problemy i derzhava – SocioEconomic Problems and the State*, 2, 111-118. [in Ukrainian].
3. Babaiev, V.Yu., Deikalo, S.O.(2024). Rozvytok kontseptsii rozumnoho mista: publichno-upravlinskyi aspekt [Advancement of the smart city concept: a public management aspect]. *Aktualni problemy derzhavnoho upravlinnia – Pressing Problems of Public Administration*, 1 (64), 27–44. DOI: <https://doi.org/10.26565/1684-8489-2024-1-02> [in Ukrainian].
4. Kuznetsova, N.B. (2023). Smart mista ta rozvytok liudskoho kapitalu [Smart cities and human capital development]. *Problemy suchasnykh transformatsii. Serii: ekonomika ta upravlinnia –Problems of Modern Transformations. Series: Economics and Management*, 10. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738- 2023-10-05-01> [in Ukrainian].
5. Andriyenko, A.O. (2023). *Uprovadzhennia kontseptsii «Smart City» v upravlinnia velykymy mistamy Ukrainy [Implementation of the “Smart City” concept in the management of large cities in Ukraine]*: Monograph. Vinnytsia: NGO “European Scientific Platform” [in Ukrainian].
6. Chortok, Y.V., Evdokimova, A.V., Nechyporenko, R.M., Mayboroda, O.V. (2020). Green Zeleni Smartcity v Ukraini: yak poiednaty realii vitchyznianoho pidpriemnytstva ta standarty YeS [Smartcity in Ukraine: how to combine the realities of domestic entrepreneurship and EU standards]. *Visnyk SumDU. Serii «Ekonomika» – Herald of Sumy State University. Series “Economics”*, 2, 126-132. DOI: 10.21272/1817-9215.2020.2-15 [in Ukrainian].
7. Zhukovych, I.A. (2014). Smart-misto yak novyi ob’ekt statystychnykh doslidzhen: deiaki kontseptualni aspekty [Smart-city as a new object of statistical research: some conceptual aspects]. *Statystyka v Ukraini – Statistics of Ukraine*, 2, 69-73 [in Ukrainian].
8. Uninets, I. (2022). Rozvytok SMART-CITIES v Ukraini v konteksti hlobalnykh trendiv [Development of SMART-CITIES in Ukraine in the context of global trends]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of Khmelnytsky National University*, 4, 223-228. [in Ukrainian].
9. Oleshko, A., & Chernaenko, D. (2023). Teoretychni osnovy rozbudovy SMART-mist Ukrainy v transformatsiinii ekonomitsi [Theoretical foundations of the development of SMART-cities of Ukraine in the transformational economy]. *Zhurnal stratehichnykh ekonomichnykh doslidzhen – Journal of strategic economic research*, 6 (17), 108 – 115. [in Ukrainian].
10. Oleshko, A. (2024). Finansuvannia rozvytku smart mist u svitovii ekonomitsi [Financing of smart city development in the global economy]. *Yevropeyskyi naukovi zhurnal Ekonomichnykh ta Finansovykh innovatsii – European scientific journal of Economic and Financial innovation*, 2(14), 430-438. [in Ukrainian].
11. Marciniak K. & Owoc, M.L. (2013). Usability of knowledge grid in smart city concepts. 15th International Conference on Enterprise Information Systems. Proc. Vol.3 Hammoudi S., Maciaszek L., Cordeiro J., Dietz J. (eds.) 2013. [In English].
12. Marciniak, K. (2013). Applying knowledge grid models in smart city concepts. Proceedings of the 6th Knowledge Cities World Summit, KCWS, Lookus Scientific, 238-244. [In English].
13. IMD. World Competitiveness Center. Smart City Index 2024. Retrieved from: <https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/> (accessed January 23, 2025)



14. WeGO. Retrieved from: <https://we-gov.org/about-us-overview/?ckattempt=1> (accessed January 23, 2025)
15. Urban policy platform. World Cities Report 2024: Cities and Climate Action. Retrieved from: <https://urbanpolicyplatform.org/world-cities-report-2024-cities-and-climate-action/> (accessed January 23, 2025)
16. Climate & Clean Air Coalition. C40 Cities Climate Leadership Group. Retrieved from: <https://www.ccacoalition.org/en/partners/c40-cities-climate-leadership-group> (accessed January 23, 2025)
17. Eurocities. Retrieved from: <https://eurocities.eu/> (accessed January 23, 2025)
18. Artyushina, A. & Wernick, A. Smart city in a post pandemic world: small – scale green and over-policed. 2021. Retrieved from: <https://spacing.ca/toronto/2021/11/08/smart-city-tech-post-pandemic-small-scale-green-over-policed/> [In English].
19. Budiakova, O. (2024). Bioekonomika yak perspektyvne vyrishennia problemy zminy klimatu [Bioeconomy as a promising solution to climate change]. *Zdobutky ekonomiky: perspektyvy ta innovatsii – Economic achievements: prospects and innovations*, 10. Retrieved from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13924099> [in Ukrainian].
20. COM (2018) 673 final, A sustainable bioeconomy for Europe – Strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy (2018). Retrieved from: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/sustainable-bioeconomy-europe-strengthening-connection-between-economy-society_en (accessed January 23, 2025)
21. Zelena transformatsiia ta stala bioekonomika : monohrafiia / za nauk. red. A. A. Oleshko, O. Yu. Budiakovoi [Green transformation and sustainable bioeconomy: a monograph / edited by A. Oleshko, O. Budiakova]. Kyiv : KNUTD, 2024. 497 p. (in Ukrainian) DOI 10.30857/978.617.7763.34.4 [in Ukrainian].
22. HOOP. Retrieved from: https://hoop-hub.eu/cities_and_regions.html (accessed January 23, 2025)