
ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 504.03:314.17+574.474(712.14)

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.7>

ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ МІСЬКИХ ЗЕЛЕНИХ ЗОН ЗАЛЕЖНО ВІД УРБОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Васютинська К.А.

Одеський національний політехнічний університет
пр. Шевченка, 1, 65044, м. Одеса
e.a.vasutinskaya@opu.ua

Стаття присвячена дослідженню виділених у системі екосервісу послуг міських зелених зон і їхніх індексних оцінок у регіональному розрізі.

Відзначені особливості системи екосервісу за міських умов. Визначені функції зелених рослин, які забезпечують надважливі екосистемні послуги, запропоновані відповідні індикатори й еколого-економічні оцінки. Проведений аналіз причин і наслідків перерозподілу системи послуг міської зеленої інфраструктури за умов урбанізації, виділені аспекти збереження та розширення підтримуючих послуг зеленої рослинності.

Використання питомих показників забезпечення територій і населення міст зеленими зонами обґрунтоване вимогами зберігати певну частину озелененої території міста. Проведене ранжування адміністративних областей України за означеними показниками дозволило оцінити співвідношення рівнів забезпеченості міського населення та міської території зеленими зонами. Визначена відмінність рангів більшості областей за розрахованими показниками. Окремі винятки стосуються областей із максимально високими (Житомирської, Чернігівської областей) і критично низькими значеннями (Луганської області) рівнями забезпечення міст послугами зелених рослин.

Для врахування урбогенного навантаження адміністративних областей України застосований комплексний індекс еколого-демографічної урбанізації. Проведений аналіз співвідношення індексних оцінок зелених міських зон і комплексного індексу еколого-демографічної урбанізації. Зроблені висновки щодо впливу урбанізації на скорочення ЗІМ. Визначені недоліки системи обліку зелених зон міст. Проведена диференціація адміністративних областей України за типом сполучення індексів озеленення й урбанізації. Показано, що високі значення індексів озеленення загалом характеризують розвинені області з великими містами та мегаполісами, які мають більше фінансових, матеріальних коштів на розвиток ЗІМ, що віддзеркалює позитивні аспекти урбанізації. *Ключові слова:* урбанізація, екосистемні послуги, зелені насадження, зелена інфраструктура міст, екологічний індекс.

Assessment of the ecosystem service indicators of urban green zones in relation with the urbogenic load of Ukraine regions. Vasiutynska E.

In this article, we have studied the services of urban green zones as ecoservice system elements and we have evaluated their indexes in the regional context.

The features of the eco-service system in urban environments are noted. The functions of green plants, which provide extremely important ecosystem services, are determined, the corresponding indicators and ecological and economic assessments are proposed. The analysis of the causes and consequences of the redistribution of the system of urban green infrastructure services in the context of urbanization is carried out. The aspects of conservation and expansion of supporting services of green vegetation are identified.

The use of the indexes per urban capita and per urban territory of provision with green zones is substantiated by the requirements to preserve a certain part of the city green areas. The ranking of the Ukraine regions in accordance with the established indicators have carried out. This made it possible to assess the ratio of the levels of provision of the urban population and area with green zones. The difference in the ranks of most regions according to the calculated indexes is noted. Some exceptions relate to regions with higher (Zhytomyr, Chernihiv regions) and critically low values (Luhansk region) levels of providing cities with services of green plants.

To consider the urban load of the Ukraine regions, a complex index of ecological and demographic urbanization was applied. The analysis of the relation between the index of urban green zones (GUZ) and the complex index of ecological and demographic urbanization is carried out. The impact of urbanization on the reduction of GUZ was concluded. The disadvantages of the system of accounting for cities green areas are determined. Differentiation of the Ukraine regions by the type of coupling of greening and urbanization indices is carried out. It is shown that high values of greening indices generally characterize industrialized regions with large cities and megalopolises, which have more financial and material resources for the development of green urban space. These reflects the positive aspects of urbanization. *Key words:* urbanization, ecosystem service, green space, urban green zone, ecological index.

Постановка проблеми. Урбанізація є невід’ємною рисою сучасної цивілізації, безпосереднім наслідком глобалізації світової економіки. Зростання ролі міст у розвитку суспільства, по суті, віддзеркалює пристосування людини до умов науково-технічного прогресу. Урбанізовані ландшафти розширюються швидше, ніж будь-який інший тип землекористування та поглинають природні території, які мають критичне значення для збереження екологічного балансу. Забезпечення якості середовища проживання людини на певному рівні передбачає збереження рівноважного стану природної системи як основи її безпечного існування та відтворення.

Одним із підходів до забезпечення сталого розвитку міст є використання «екосистемних послуг» для усунення тотального забруднення урбанізованих ареалів, кліматичних змін та інших екологічних проблем. Концепція екосервісу (ЕС) виникла в 1997 р. для підтримання біологічного різноманіття шляхом оцінки його ролі в житті й економіці людини [1]. Концептуальна основа оцінювання екологічних послуг закладена в міжнародних документах сталого розвитку [2] та пов’язує біорізноманіття, стан екосистем та екосистемні послуги з добробутом людей на основі концепції капіталізації природних благ.

Для отримання населенням урбоекосистемних послуг велике значення має збереження «зелених поясів» міст, об’єктів екологічної мережі. Зелені насадження є необхідною складовою частиною міського простору. Вони виконують комплекс оздоровчих, рекреаційних, захисних функцій, виступають стабілізатором екологічної рівноваги, тим самим забезпечують практично всі типи послуг, які приносять користь міським жителям, але для розробки заходів із практичного використання концепції екосервісу необхідно визначити характер екосистемних послуг, що надаються складною, динамічною урбоекосистемою, яка постійно та швидко розвивається. Вивчення тих аспектів екологічних послуг міської зеленої інфраструктури, сполучених зі зростаючими рівнями урбогенного навантаження в регіональному розрізі, є необхідною передумовою широкого впровадження системи ЕС в Україні.

Мета та завдання дослідження – провести диференціацію адміністративних областей України за визначеними показниками міських зелених зон як індикаторів екосистемних послуг за умов урбанізації.

У рамках окресленої мети поставлені завдання аналізу особливостей зеленої інфраструктури міст у системі екосистемних послуг; обґрунтування та визначення відповідних показників міських зелених зон; кількісної оцінки рівнів забезпечення міської території та населення функціями зеленої рослинності. На цій основі вирішувалися завдання дослідження характеру сполучення між індексами озеленення міських територій та індикаторами, що віддзеркалюють урбанізаційні процеси в регіонах України

Актуальність дослідження пов’язана із розвитком індикаторних методів оцінювання багатofакторних регіонально диференційованих урбогенних впливів на характер змін зеленої інфраструктури міст. **Новизна роботи** полягає у проведенні ранжування регіонів України відповідно до показників забезпечення міської території та населення зеленими зонами у взаємозв’язку із комплексними інтегральними показниками урбогенності.

Зв’язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Указом Президента України № 722/2019 від 30 вересня 2019 р. рекомендовано враховувати «Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» під час визначення напрямів наукових досліджень [3]. Чинне дослідження відповідає Цілі 11 – Сталий розвиток міст і громад (Завдання 11.3 – забезпечення збереження культурної і природної спадщини) [4] та стратегічним цілям і завданням, визначеним у Законі України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [5], а саме завданню «зменшення негативного впливу процесів урбанізації на навколишнє природне середовище». Результати проведеного дослідження доцільно використовувати у розробленні міських і регіональних програм озеленення з урахуванням урбогенної модифікації середовища та застосуванням сучасного інструментарію екологічно орієнтованого міського планування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перевагам зеленої інфраструктури міст (ЗІМ) як основи урбоекосистемних послуг присвячені численні, переважно міжнародні дослідження [6–12]. Так, проведений у роботі [6] економічний аналіз урбоекосистемних послуг показав вигоду у грошовому еквіваленті від інвестування в зелену інфраструктуру, відновлення та реабілітацію екосистем на прикладі 25 міст США, Канади, Китаю.

Зелена рослинність за рахунок багатогранності своїх функцій здатна виконувати практично всі типи екосистемних послуг, а саме забезпечувальні, регулюючі, культурно-естетичні та послуги підтримання [7]. Загалом функції ЗІМ щодо компенсації викидів парникових газів, асиміляції міських забруднень, регуляції зливових стоків, уловлювання й акумуляції вуглецю, регуляції клімату реалізовані за різноманітних умов і досліджені на прикладі різних країн світу, наприклад, Фінляндії [8], Румунії [9], США [6; 10] та ін. Біорізноманіття й екосистемні послуги в міських ландшафтах генеруються складними біогеохімічними процесами, які реалізуються комплексом трав’яних, чагарникових, лісових співтовариств суходолу, а також водною рослинністю («блакитною інфраструктурою міст») [7]. Значна частина наукових робіт присвячена розробленню принципів міського планування та розподілу земель для оптимізації екосистемних послуг рослинності [6; 10; 11], стійкості міських екосистем [12], здоров’я та благополуччя населення [6; 9].

У роботах українських вчених проведений аналіз світового досвіду впровадження системи ЕС [13], використання зеленої інфраструктури [14] тощо. Натомість застосування концепції екосистемних послуг як практичного інструменту екологічної політики в національному або регіональному масштабі в Україні вивчено недостатньо. Переважно ці дослідження стосуються розробки механізмів оцінки послуг, які забезпечуються лісовими екосистемами [13], й оцінок екосистемних послуг соціально-економічного плану [15]. Екосистемні послуги урбанізованих територій розглянуті стосовно окремих природоохоронних територій, наприклад, регіонального ландшафтного парку «Ліса гора» у м. Київ [16], Голосіївського лісу [17] чи регіонального ландшафтного парку «Знесіння» у м. Львів [18].

На наш погляд, в Україні вкрай необхідно розширити дослідження у сфері міського екосервісу з урахуванням особливостей урбанізації в різних регіонах країни.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Автором статті у попередніх роботах [19] обґрунтоване виділення інтегральної екологічної послуги безпеки, яка ґрунтується на принципі забезпечення безпеки людини через безпеку середовища проживання. Із цих позицій відзначена перспективність оцінки потенціалу ЗІМ в ідентифікації набору урбоекосистемних функцій. На жаль, в Україні склалася негативна ситуація, зумовлена переважно нормативно-правовими основами встановлення функціональності та структури зелених зон міст. Отже, перехід на концепцію екологічних послуг дозволить поєднати специфіку озеленення міст України, що вже склалася, із сучасними підходами сталого розвитку. Участь України у загальноєвропейських програмах стимулює розвиток всієї системи екосервісу. Застосування індикаторних методів оцінювання рівня забезпечення міських територій послугами зелених рослин є необхідною платформою широкого впровадження системи ЕС як основи сталого розвитку країни.

У роботі використані методи статистичного оброблення даних, графічного аналізу, індексної оцінки. Як вихідні дані використані статистичні дані Екологічних паспортів регіонів [20], статистичних щорічників [21], статистичних порталів [22]. Аналітичні методи базувалися на стандартизації або нормалізації показників і визначенні вагових коефіцієнтів із застосуванням алгоритму, викладеного в роботі [23].

Індикаторний метод у цьому дослідженні застосовувався для оцінки співвідношення рівня урбогенного навантаження адміністративних областей України та показників забезпечення території та населення міст функціями зелених рослин. Комплексний індекс еколого-демографічної урбанізації (I_{edu}) розраховувався на основі індикатору екологічної урбанізації ($I_{ec.urb}$) [24] та індексу реальної урбанізації

($I_{реальн.урб}$) [25]. У цій комбінації екологічний аспект складного урбанізаційного процесу визначався характером використання територіальних ресурсів і межами їх сталості під тиском урбогенних впливів. Індикатор екологічної урбанізації ($I_{ec.urb}$) був розрахований із застосуванням нормалізованих показників щільності міського населення і сумарної площі міських населених пунктів щодо загальної території адміністративних областей [24]. Показник реальної урбанізації ($I_{реальн.урб}$) розраховувався на основі показників системи розселення містян і рівнів урбанізації регіонів [25]. У дослідженні використане нормалізоване значення комплексного індексу еколого-демографічної урбанізації (I_{edu})ⁿ.

Виклад основного матеріалу. Аналіз забезпечення урбоекосистемних послуг функціями зелених рослин. Урбоекосистемні послуги, пов'язані з рослинними співтовариствами, чинять істотний вплив на якість життя міського населення. Системи незакритого асфальтом ґрунтового покриття, вуличних дерев, газонів, парків, водно-болотних угідь, морського узбережжя генерують найважливіші функції екосистемних послуг. Серед них – фільтрація повітря, створення сприятливого мікроклімату, поглинання шуму, фітореMediaція ґрунту (що дуже важливо для територій зберігання відходів), дренаж дощової води, очищення стічних вод, рекреаційні та культурні цінності. Певні види продуцентів використовуються у протизсувних, протикарстових заходах, для захисту від підтоплення та яроутворення. Міська зелена інфраструктура (ЗІМ) вважається ключовим елементом у створенні необхідних умов сталого розвитку міст. Зелені зони (ЗЗ) роблять внесок у найбільш важливі аспекти якості життя городян, передусім дозволяють міським жителям стикатися з міською природою. У табл. 1 автором чинної статті представлені найбільш вагомні екосистемні послуги (ЕП), що забезпечуються функціями зелених рослин, а також запропоновані відповідні індикатори й еколого-економічні оцінки.

Таблиця по суті відповідає відомій «каскадній моделі» [9; 19] ЕС, яка відображає «продуктивний ландшафт» від біофізичної структури та природних процесів ЗІМ до цінностей послуг, які надає така система. Наприклад, міські зелені масиви (біофізична структура) мають здатність (функцію) сповільнювати проходження поверхневих вод, тим самим зменшуючи повені або підтоплення міської території (послуга), що дозволяє зменшити чи уникнути збитків (вигода) у матеріальному чи грошовому вигляді (оцінка).

Окремо слід визначити, що функції ЗЗ одночасно забезпечують якість міського середовища і добробут людини, характеризуючись одним набором індикаторів і еколого-економічних оцінок. Кожна функція ЗЗ з урахуванням конкретних умов і факторів міського ландшафту вимагає розробки індикаторів на основі значущих показників, а економічні оцінки ЕП

Набір показників системи екосервісу для міських систем

Функції зеленої інфраструктури міст	Екологічні послуги	Вигода для людини та довкілля	Індикатори	Характер еколого-економічної оцінки
Зниження забруднення повітряного середовища, асиміляція шкідливих речовин, затримання пилу	Забезпечувальні, Регулюючі, Підтримуючі	Зниження ризиків забруднення довкілля	Питомі обсяги викидів, скидів, твердих відходів, обсягів розміщення побутових і промислових відходів. Ступінь утилізації відходів.	Обсяги виплат внаслідок порушень екологічного та природоохоронного законодавства. Обсяги екологічних програм і фондів.
Зниження рівня забруднення водних об'єктів				
Запобігання ефтрофікації водойм				
Регуляція поверхневих стоків, затримання осадів;				
Затримання мінеральних і біогенних речовин, обмеження їх проникнення у ґрунти				
Регулювання міського клімату, адаптація до кліматичних змін	Продукуючі, регулюючі, підтримуючі, естетичні	Підтримка параметрів міського середовища, оптимальної для здоров'я людини	Порівняльні індекси захворюваності/ смертності, ендемічних, професійних захворювань, середня тривалість життя	Параметри міських бюджетів у розділах охорони здоров'я, охорони довкілля, розвитку ЗІМ. Обсяги інвестицій, екологічних фондів.
Захист від шуму				
Депонування вуглецю, зберігання балансу між O ₂ і CO ₂				
Продукування кисню				
Збереження родючості ґрунту				
Пом'якшення наслідків і зменшення частоти повеней	Регулюючі, підтримуючі	Зменшення ризиків природних катастроф, мінімізація наслідків	Динамічні показники розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів. Динаміка пожеж при- міських лісів, торфовищ. Статистичні дані надзвичайних ситуацій природного походження	Оцінки матеріальних збитків і людських жертв від природних катастроф. Обсяги профільних екологічних програм і фондів
Стимування розширення карстових територій				
Запобігання ерозії ґрунтів, яроутворення				
Стимування зсувних процесів				
Запобігання підтопленню міської території				
Зменшення частоти природних пожеж за рахунок регуляції клімату				

* розроблено автором

можуть включати ризик-орієнтовані підходи, визначитися збитками чи оптимізованими витратами на запобігання та компенсацію ризиків. Також зазначимо, що послуги ЗІМ дозволяють розширити асортимент і якість інших категорій системи екосервісу.

Перерозподіл системи послуг міської зеленої інфраструктури. Місто як складна динамічна система здійснює комплексне навантаження на ландшафт загалом, що призводить до перерозподілу всього комплексу ЕП, змін економічних оцінок від їх отримання населенням і збитків від недоотримання. Зниження потенціалу екологічних послуг і значні збитки від скорочення їх використання визначаються як деградацією внутрішньоміських систем під впливами антропогенно-техногенної діяльності, так

і урбогенним поглинанням значних територій природних систем далеко за межами міських територій. Успішність виконання зеленими рослинами своїх функцій залежить від ступеня їх власної адаптованості до агресивного міського середовища. Цикл етапів ідентифікації й оцінювання послуг ЗІМ, запропонований автором статті у роботі [26], демонструє, що попит на урбоекосистемні послуги рослинності за урбогенних умов буде рости або залишатися на постійно високому рівні (рис. 1).

Між станом міського середовища й ефективністю виконання зеленими насадженнями своїх функцій щодо збереження природного стану та сталості міського простору існує зворотний позитивний зв'язок. Чим більш негативна урбогенна трансфор-

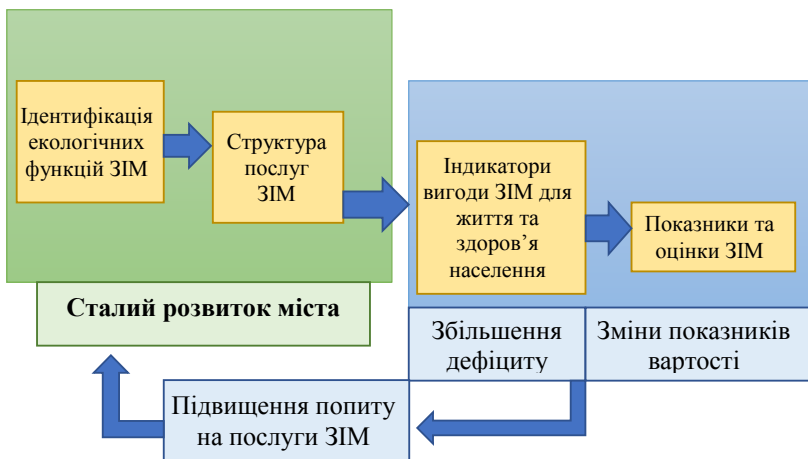


Рис. 1. Послідовність кроків із ідентифікації й оцінювання послуг зеленої інфраструктури міст

мація умов міського середовища, тим більше погіршуються умови зростання рослин і тим менше вони здатні здійснювати свої відновлювальні, підтримуючі функції, тим менше їхня продуктивність, гірша якість культурно-естетичних функцій.

Крім того, підтримуючі послуги ЗІМ у міських системах неможливо оцінювати без врахування стану тієї регіональної геосистеми, куди включена міська агломерація. Викликані урбанізацією масштабні зміни характеру землекористування сприяють тиску на комплексні зелені зони як у самих містах, так і за їх межами.

На наш погляд, проблема збереження та розширення підтримуючих послуг ЗІМ характеризується

двома аспектами. Перший із них зумовлений тим, що ефективність виконання функцій зеленими насадженнями залежить від підтримання їх у належному стані, рівномірності організації ЗІ, стійкого розширення озелених територій паралельно розбудові житлових масивів. Із цим аспектом безпосередньо асоціюються функції міського планування, дотримання норм озеленення житлових районів, збереження крупних парків, скверів, садів. Програма створення «зеленого каркасу міста», вирівнювання всіх районів за ступенем озеленення, реабілітація пошкоджених територій на основі територіально-функціональної концепції розроблена автором статті на прикладі м. Одеса [27].

Другий аспект стосується фундаментальних принципів збереження рівноважного стану фітоценотичної системи як основи її сталого існування та відтворення. Тільки стійкі екосистеми володіють повним набором екосистемних функцій. Ефективність компенсаторно-регулюючих, підтримуючих функцій ЗІМ залежить від забезпечення екологічної рівноваги всього урбанізованого ареалу та здійснення заходів щодо збереження «зелених поясів» міст, об'єктів екологічної мережі.

Визначення та розрахунок показників ЗІМ за адміністративними областями України. Згідно з даними [22] загальна площа зелених насаджень

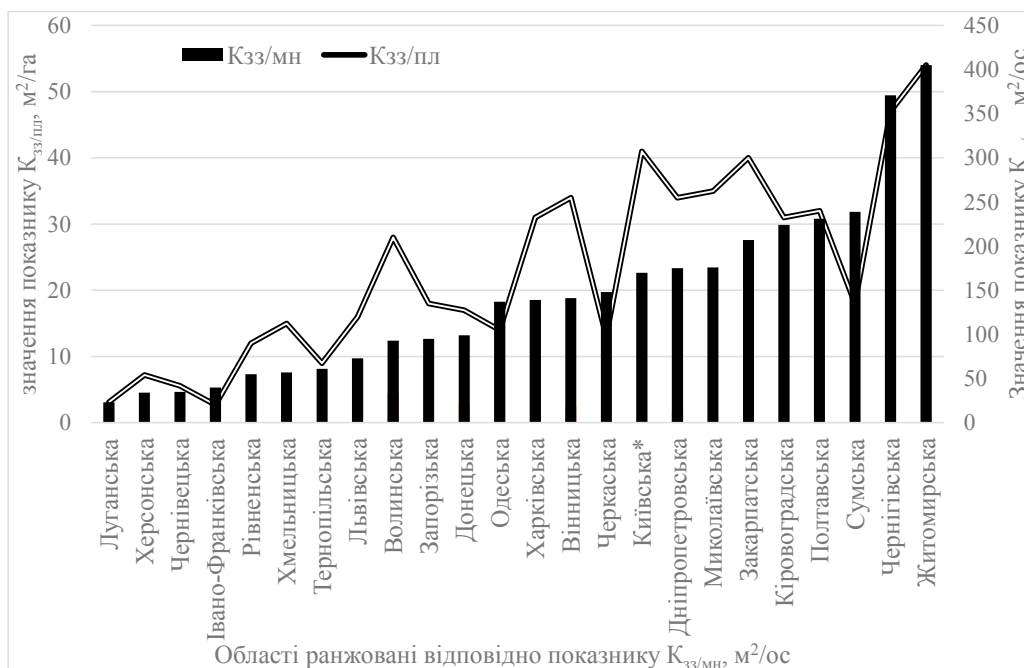


Рис. 2. Оцінка показників питомої площі загальних зелених насаджень у розрахунку на одиницю міської території та міського населення за адміністративними областями України

всіх типів користування для міст і міських населених пунктів країни на 1 січня 2020 р. становить понад 403,4 тис. га, із яких на зелені насадження загального користування припадає близько 135,7 тис. га. Відзначимо негативну тенденцію зменшення площ зелених насаджень загального користування на 40% порівняно з 2013 р.

Тож, система індикаторів для ідентифікації й оцінювання функцій міської рослинності повинна поєднувати національні нормативи озеленення як елемента благоустрою та показники, що відображають їхню здатність до екосистемних послуг. Вимоги зберігання певної частини озеленої території міста як основи її рівноважного стану і відтворення обґрунтовують доцільність використання питомих показників забезпечення територій і населення міст зеленими зонами. На основі даних [20; 22] були розраховані такі показники:

– $K_{зз/мн}$, $m^2/ос$ – індекс питомої площі загальних зелених насаджень (загального, спеціального, обмеженого користування) на 1 особу міського населення, $m^2/особу$;

– $K_{зз/пл}$, $m^2/га$ – індекс питомої площі загальних зелених насаджень на одиницю міської площі.

Ранжування регіонів України за означеними показниками (рис. 2) дозволяє оцінити співвідношення рівнів забезпеченості міського населення та міської території зеленою рослинністю.

Збіг рангів за означеними показниками спостерігається для Житомирської та Чернігівської областей із максимальним забезпеченням як міської території, так і населення функціями ЗЗ. Це області із середнім рівнем урбанізації, господарські комплекси яких не обтяжені об'єктами важкої промисловості. Можна припустити, що високий рівень озеленення міст склався історично, на фоні помірних кліматичних умов лісової зони.

Серед областей із мінімальними значеннями показників $K_{зз/мн}$, $K_{зз/пл}$ (наприклад, Івано-Франківської, Чернівецької, Рівненської, Херсонської, Тернопільської) слід окремо виділити Луганську, з величезним обсягом промислових об'єктів гірничо-добувного комплексу, високою концентрацією міст і їх щільним заселенням. Не можна не враховувати стрімку деградацію та руйнування природних ландшафтів у зоні проведення воєнних дій. Тож виконання зеленими рослинами своїх функцій у містах Луганщини утруднене сукупністю природних і техногенних факторів.

Загалом для основної частини областей значення обох показників в області їхніх середніх значень практично не збігаються, а винятки стосуються областей із їх максимально високими та низькими значеннями.

Аналіз співвідношення індексів озеленення й урбогенного навантаження регіонів. Для проведення порівняльного аналізу комплексних показни-

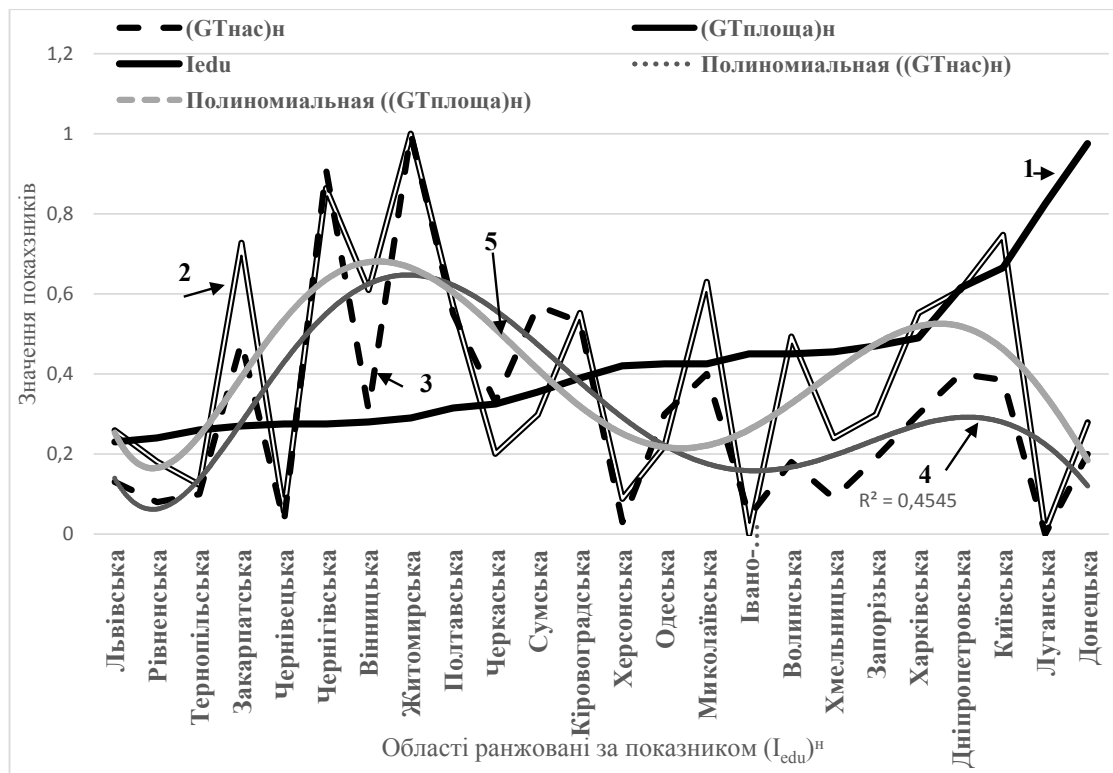


Рис. 3. Співвідношення індексів зеленої інфраструктури міст та індексу еколого-демографічної урбанізації: 1 – $(I_{edu})^n$; 2 – $(GT_{площа})^n$; 3 – $(GT_{нас})^n$; 4 – поліноміальна лінія тренду показника $(GT_{площа})^n$; 5 – поліноміальна лінія тренду показника $(GT_{нас})^n$

ків озеленення й урбогенного навантаження адміністративних областей значення показників $K_{33/мн}$, $м^2/ос$, та $K_{33/пл}$, $га/га$ були нормалізовані з отриманням таких індексів:

– $(GT_{нас})^м$ – індекс забезпечення міського населення функціями ЗЗ, розрахований на основі $K_{33/мн}$,

– $(GT_{площа})^м$ – індекс забезпечення міської території функціями ЗЗ, розрахований на основі $K_{33/пл}$.

Проведений аналіз індексів озеленення у сполученні з комплексним індексом еколого-демографічної урбанізації (рис. 3).

Лінії трендів показників $(GT_{нас})^м$ і $(GT_{площа})^м$ з достатніми рівнями коефіцієнтів кореляції відповідно до показника урбогенності областей демонструють загалом негативний вплив урбанізації на розвиток функцій ЗІМ. Умовно можна виділити окремі групи областей за типом співвідношення показників.

До першої групи належать області з низькими рівнями індексів урбанізації та озеленення, а саме Львівська, Рівненська, Тернопільська, Чернівецька, Вінницька. За географічним розташуванням області буквально «птопають» у лісових масивах. Низькі значення індексів ЗІМ, на погляд автора статті, має свої пояснення. Низький рівень індексу $(I_{edu})^м$ зумовлений низьким значенням показника реальної урбанізації (визначення показників було представлено описом методології дослідження), що означає значну частку невеликих міст за розміром і чисельністю населення у складі урбанізованих ареалів областей.

Для населених пунктів такого типу характерні райони малоповерхової забудови із присадибними ділянками. Тому низькі значення індексів ЗІМ, на наш погляд, пояснюється швидше характером визначення загальних площ зелених зон як елементів благоустрою, охоплених доглядом, і не враховуючих як аграрні елементи, так і приміські зелені масиви. Тож низькі значення показників $(GT_{нас})^м$ і $(GT_{площа})^м$ у цьому разі не можуть свідчити про низький рівень забезпеченості міських ареалів зеленою рослинністю, адже садово-городні ділянки, дачні зони, приміські садиби виконують важливі екологічні функції виробництва кисню, зволоження й очищення повітря, збереження агробіоценозів.

До другої групи можна віднести Закарпатську, Чернігівську, Житомирську, Полтавську області з високими індексами озеленення на фоні середніх і нижче середніх показників урбогенного навантаження.

Третя група включає області із середніми та високими рівнями еколого-демографічної урбанізації, який співвідноситься з поступовим зменшенням рівнів озеленення міських ареалів. Особливо високий рівень дефіциту зеленої рослинності демонструють Херсонська, Черкаська, Івано-Франківська,

Запорізька, Донецька області. Це означає, що населення міст не отримує послуги ЗЗ, а їхня цінність зростає. Натомість високі значення індексів $(GT_{нас})^м$ і $(GT_{площа})^м$ характеризують високоурбанізовані області з великими містами та мегаполісами (Миколаївську, Кіровоградську, Дніпропетровську, Одеську, Харківську, Київську), які мають більш фінансових, матеріальних, людських, організаційних можливостей для розвитку ЗІМ, що віддзеркалює позитивні аспекти урбанізації. Достатньо високий рівень зеленої інфраструктури має особливе значення у промислових розвинених Дніпропетровській, Харківській, Одеській областях для виконання функцій компенсації негативних процесів і явищ, зумовлених активною господарською діяльністю, розгалуженою транспортною системою, наявністю потужних об'єктів промисловості й енергетики. Найбільш низькі значення обох показників $(GT_{площа})^м$, $(GT_{нас})^м$ визначені в Луганській області із «застарілим» промисловим потенціалом за умов максимального урбогенного тиску та факторів, що були вище обговорені.

Наприкінці зазначимо, що для детальної діагностики рівнів дефіциту чи достатності забезпечення регіонів України міськими зеленими насадженнями необхідно застосовувати комплексні методи дослідження, дані супутникових зйомок, геоінформаційних технологій.

Головні висновки та перспективи використання результатів дослідження. Таким чином, були визначені, розраховані та проаналізовані індексні оцінки зеленої інфраструктури міст як індикаторів змін екологічних послуг за умов урбанізації. Зроблені висновки щодо зростання попиту на екосервіс в рамках урбоєкосистем на основі аналізу характеру перерозподілу функцій ЗЗ, таких як компенсації негативних природних і техногенних впливів, підтримуючих екологічну цілісність міст. Проведений аналіз співвідношення індексних оцінок зелених міських зон і комплексного індексу еколого-демографічної урбанізації показав вплив урбанізації на скорочення ЗІМ. Відзначені недоліки системи обліку міських зелених зон, відсутність врахування аграрних елементів, приміських зелених поясів тощо. Показано, що високі значення індексів озеленення характеризують розвинені області з великими містами та мегаполісами, які мають більше фінансових, матеріальних коштів на розвиток ЗІМ, що віддзеркалює позитивні аспекти урбанізації.

Проведене дослідження може бути використане у розробленні міських і регіональних програм озеленення з урахуванням урбогенної модифікації середовища та застосуванням сучасного інструментарію екологічно орієнтованого міського планування та науково-технічних інновацій.

Література

1. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being. Synthesis Report. Washington DC: Island Press, 2005. 160 p. URL: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf/> (дата звернення 19.01.2021).
2. TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundation / Edited by Pushpam Kumar. Earthscan: Cambridge, 2010. 422 p. URL: <http://teebweb.org/publications/teeb-for/research-and-academia/> (дата звернення 22.02.2021).
3. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року : Указ Президента України від 30 вересня 2019 р. № 722/2019 URL: <https://www.president.gov.ua/documents/decrees> (дата звернення 12.01.2021).
4. Цілі сталого розвитку: Україна: Національна доповідь 2017 / М-во економічного розвитку і торгівлі України. URL: http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf (дата звернення 14.01.2021).
5. Про стратегічну екологічну оцінку : Закон України від 01 січня 2020 р. № 2354-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2354-19#Text> (дата звернення 10.01.2021).
6. Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S., van der Ploeg, S., Aronson, J., Blignaut, J., de Groot, R. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Environmental Sustainability*. 2015. Vol. 14. P. 101–108. DOI: 10.1016/j.cosust.2015.05.001.
7. Pataki D.E., Carreiro M., Cherrier J., Grulke N. E., Jennings V., Pincetl S., Pouyat R.V., Whitlow T.H., and Zipperer W.C. Coupling biogeochemical cycles in urban environments: ecosystem services, green solutions, and misconceptions. *Ecol Environ*. 2011. Vol. 9. № 1. P. 27–36. DOI:10.1890/090220.
8. Niemela J., Saarela S.R., Soderman T., Kopperoinen L., Yli-Pelkonen V., Väire S., Kotze D.J. Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. *Biodivers Conserv*. 2010. Vol. 19. P. 3225–3243. DOI: 10.1007/s10531-010-9888-8.
9. Badiu D.L., Ioja C.I., Patroescu M., Breuste J., Artmann M., Nita M.R., Gradinaru S.R., Hossu C.A., Onosea D.A. Is urban green space per capita a valuable target to achieve cities' sustainability goals? Romania as a case study. *Ecological Indicators*. 2016. Vol. 70. P. 53–66. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.05.044.
10. Kima G., Miller P.A., Nowack D.J. Assessing urban vacant land ecosystem services: Urban vacant land as green infrastructure in the City of Roanoke, Virginia. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2015. Vol. 14. P. 519–526. doi: 10.1016/j.ufug.2015.05.003.
11. Stott, I., Soga, M., Inger, R., Gaston, K.J. Land sparing is crucial for urban ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2015. Vol. 13. № 7. P. 387–393. DOI:10.1890/140286.
12. Gao, J., Yu, Z., Wang, L., Vejre, H. Suitability of regional development based on ecosystem service benefits and losses: A case study of the Yangtze River Delta urban agglomeration, China. *Ecological Indicators*. 2019. Vol. 107, article 105579. 12 p. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.105579.
13. Соловій І.П. Концепція плати за послуги еко.систем: світовий досвід і перспективи її впровадження у лісовому секторі. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2016. № 14. С. 252–258. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nplanu_2016_14_38 (дата звернення 16.01.2021).
14. Макисменко, Н., Бурченко, С. Теоретичні основи стратегії зеленої інфраструктури: міжнародний досвід. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. № 31. С. 16–25. DOI: 10.26565/1992-4224-2019-31-02.
15. Мішенін С.В., Дегтярь Н.В. Економіка екосистемних послуг: теоретико-методологічні основи. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2015. № 2. С. 243–257. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mimi_2015_2_23 (дата звернення 10.02.2021).
16. Гавриленко О., Циганок Е. Деградація екосистемних послуг природоохоронних територій в урбанізованих зонах. *Вісник Київського національного університету ім. Т.Г. Шевченка*. 2019. Вип. 1. № 73. С. 10–14. DOI: 10.17721/1728-2721.2019.73.2.
17. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П., Циганок Є.Ю. Екосистемна цінність Голосіївського лісу як міської природоохоронної території: причини і наслідки деградації. *Укр. географ. журнал*. 2019. Вип. 4. С. 40–49. DOI: 10.15407/ugz2019.04.040.
18. Екосистемні послуги регіонального ландшафтного парку «Знесіння»: Дослідження. *Екологія. Право. Людина*. 2019. URL: <http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2019/10/Ekosystemni-poslugy-RLP-Znesinnya.pdf> (дата звернення 24.12.2020).
19. Vasiutynska K. Assignment of the new type of ecological services for providing human safety under conditions of urban environment. *EUREKA: Life Sciences*. 2018. Vol. 2. P. 9–18. DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00598.
20. Екологічні паспорти регіонів: веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/news/33529.html> (дата звернення 24.01.2021).
21. Публікації документів Державної служби статистики України: веб-сайт. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2010/ds/kp/kp_u/kn1210_u.html (дата звернення 22.09.2020).
22. Статистичний портал «zelenka-2019»: веб-сайт. URL: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1xs6NkGtJcxDytjJONhGI1wsaxtZ7IObXzgr7E4bEEwk/edit#gid=1172345916> (дата звернення 2.10.2020).
23. Vasutynska K.A., Barbashev S.V. The analysis of the principles and methods evaluation of environmental safety levels in regional context. *Odes'kyi Politechnichnyi Universytet. Pratsi*. 2017. Vol. 53, № 3. P. 114–121.
24. Васютинська К.А., Барбашев С.В., Кімінчиджи М.І. Оцінка комплексного показника екологічної урбанізації регіонів України. *Екологічні науки*. 2020. Вип. 30, № 3. С. 7–14. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.1.
25. Васютинська К., Барбашев С. Індикаторна оцінка впливу урбанізаційного процесу на стан природної та техногенної безпеки в регіонах України: в *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування* : колективна монографія. Львів : ТзОВ «ЗУКЦ», 2020. С. 232–255. BOOK DOI: 10.23939/book.ecocongress.2020.
26. Васютинська К.А., Барбашев С.В., Складенко О.В. Визначення впливу урбанізації на екологічні послуги зеленої інфраструктури обласних центрів України. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку* : зб. матеріалів III Міжнар. наук.-практ. конф., 22–23 жовтня 2020 р. Херсон: «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. С. 108–112.
27. Vasutynskaya K., Makarov O. Environmental dimensions of forming green zone in Odessa city. *Сучасні наукові дослідження та розробки: теоретична цінність та практичні результати* : зб. наук. статей Міжнародної науково-практичної конференції, 15–18 березня 2016 р. (м. Братислава, Словаччина). Братислава, 2016. С. 26–27.