

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-30-05>

УДК (UDK): 502.15:911.375.1

Є. П. ТЕРТИЦЬКИЙ,

аспірант кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи

Навчально-наукового інституту екології

e-mail: yevhen.tertytskyi@student.karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-6434-200X>

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

ЕКОЛОГІЧНА ІНФРАСТРУКТУРА ТА ЇЇ РОЛЬ У СТАЛОМУ РОЗВИТКУ МІСТ: АНАЛІЗ І ПЕРСПЕКТИВИ

Мета. Систематизувати і проаналізувати сучасні наукові дослідження та публікації щодо проблематики екологічної інфраструктури в контексті сталого розвитку міст. Головна ціль полягає в розумінні поняття «Екологічна інфраструктура» та його взаємозв'язку з концепцією сталого розвитку, а також визначенні ключових цілей сталого розвитку, які можуть бути досягнуті через оптимізацію екологічної інфраструктури.

Результати. Визначено значення концепції екологічної інфраструктури (ЕІ) для сталого розвитку міст. Окреслено різні визначення терміну "екологічна інфраструктура" та його використання в наукових дослідженнях в Україні та світі. Виявлено роль ЕІ в зменшенні впливу міст на кліматичні зміни та їх адаптації до екстремальних погодних умов. Розглянуто ключові компоненти ЕІ, такі як зелена інфраструктура (парки, сади, лісові насадження) та блакитна інфраструктура (водойми), а також їхнє значення для забезпечення екосистемних послуг та покращення якості життя мешканців міст. Проаналізовано світовий досвід у використанні ЕІ, відзначаючи різноманітні підходи та практичне застосування цих концепцій в розвинених країнах. З'ясовано, що наразі відбувається стрімкий розвиток досліджень у галузі розвитку ЕІ в світі та з фокусом на розвиток зелених просторів для підтримки екологічної стійкості міст у сучасних умовах урбанізації.

Висновки. Розробка та впровадження проекту розвитку міського середовища, сфокусованого на екологічній інфраструктурі є важливим кроком для досягнення цілей сталого розвитку. Ключовими аспектами використання концепції ЕІ для забезпечення сталого розвитку міст, і відповідно, зменшення їх екологічного впливу, різні вчені вважають органічну інтеграцію природних осередків в урбанізовану територію, дизайн і впровадження традиційних та новаторських підходів для зменшення впливу міста на екосистеми та довкілля. Таким чином, коло питань, що необхідно дослідити стосовно ЕІ включає оптимізацію її впливу на досягнення цілей сталого розвитку, а також взаємодію з місцевими спільнотами для задоволення потреб всіх груп населення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: екологічна інфраструктура, цілі ООН, зелено-блакитна інфраструктура, сталий розвиток, міське планування, екосистемні послуги, урболандшафт

Як цитувати: Тertiцкiй Є. П. Екологічна інфраструктура та її роль у сталому розвитку міст: аналіз і перспективи. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія».* 2024. Вип. 30. С. 63 – 75. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-30-05>

In cites: Tertytskyi, Ie. P. (2024). Ecological infrastructure and its role in sustainable urban development: analysis and perspectives. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (30), 63 -75. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2024-30-05> (in Ukrainian)

На глобальному рівні прискорений технологічний прогрес та темпи урбанізації призвели з одного боку до стрімкого економічного зростання, а з іншого – до поступової заміни природних ландшафтів міською

інфраструктурою, представленою, переважно, поверхніми водонепроникної твердої речовини. Крім того, виникли додаткові антропогенні екологічні (довкіллеві) проблеми, спричинені індустріалізацією та урбаніза-

цією, такі як острови тепла, повені та забруднення вод біогенними елементами, що безпосередньо або опосередковано загрожують стійким екосистемам та громадському благополуччю.

На локальному рівні, в Україні, внаслідок повномасштабного військового вторгнення утворилось додаткове навантаження на локальні екосистеми, спричинене масовим переміщенням населення в населені пункти, території яких не зазнали бойових дій, що виявляється в стрімкому збільшенні попиту на екосистемні послуги. Для вирішення цих серйозних екологічних та довкіллевих проблем та побудови сталих міст невідкладно потрібно знайти шляхи інтеграції або сполучення урбанізації і процесів екологічного та соціального середовища.

Екологічна інфраструктура (ЕІ), запропонована у 1984 році в програмі ЮНЕСКО "Людина і біосфера", стала важливим принципом екологічного планування міст, заснованим на дослідженнях урбанізованих екологічних систем у 14 містах світу. Концепція ЕІ визначається як використання природного ландшафту та природних зон для організації простору міста і підкреслює значення сталого використання природних ресурсів для міського розвитку [1].

Наприкінці ХХ століття, ряд розвинених країн, таких як Велика Британія, США та Швеція почали усвідомлювати потенціал урбаністичної інфраструктури для екологічного захисту та намагалися розробити плани інтеграції розвитку міст і охорони природи [2].

В цей самий період концепції екологічного відбитку (footprint) та екосистемних послуг надали методи аналізу залежності між наявними природними ресурсами та екосистемними послугами. Ці ідеї розширили розуміння взаємозв'язку між містом та еко-середовищем, що стало ідеологічною основою для розвитку концепцій і функцій ЕІ. Грамотно сплановані міські інфраструктурні системи сприяють збереженню екосистемних послуг та забезпечують здорове функціонування урбанізованих екосистем [3].

До сьогоднішнього дня, екологічна інфраструктура (ЕІ) стала складною системою з численними функціями: захист природних ресурсів і біорізноманіття, покращення якості та зв'язності зелених зон в міських районах, сприяння здоровому способу життя і поліпшення міського життя та рекреації.

Метою є систематизація і аналіз сучасних наукових досліджень та публікацій українського та іноземного походження щодо проблематики екологічної інфраструктури в контексті сталого розвитку міст. Головною ціллю є розуміння поняття «Екологічна інфраструктура» та його взаємозв'язку з концепцією сталого розвитку, визначенні ключових цілей сталого розвитку, які можуть бути досягнуті через оптимізацію екологічної інфраструктури.

Різноманітність визначень поняття «екологічна інфраструктура». Існують різні, але не суперечливі розуміння терміну «екологічна інфраструктура», що визначаються екологічними або довкіллевими проблемами, характеристиками використання земель, а також законами, обмеженнями та соціокультурними контекстами різних країн і регіонів.

Хоча ми зосередимось на контексті екологічної інфраструктури, в літературі часто зустрічаються ключові слова та терміни, які використовуються взаємозамінно з екологічною інфраструктурою (наприклад, довкіллева інфраструктура, зелено-блакитна інфраструктура, природна інфраструктура, міська екологічна інфраструктура, зелена інфраструктура, міські зелені насадження, екосистемна адаптація та природно-орієнтовані рішення) [4, 5].

Дослідження все частіше пов'язують ЕІ зі зміною клімату, що підтверджується супроводом терміну "зміна клімату" серед найпоширеніших слів у заголовках, ключових словах автора та додаткових ключових словах. Дослідники вважають ЕІ ключовим елементом для зменшення впливу зміни клімату та адаптації до неї з метою досягнення сталого розвитку, спрямовуючи зусилля на підвищення стійкості міст перед екстремальними погодними умовами [6].

В Україні. Сьогодні, дослідженням екологічної інфраструктури, впливу міського середовища на природу, урбоекологічному плануванню та дизайну присвячено чимало наукових робіт по всьому світу. В сучасних наукових дослідженнях екологічної інфраструктури в Україні спостерігається поступове формування термінологічного апарату та концептуальних підходів до вивчення цього поняття. На відміну від світової практики, де термін "екологічна інфраструктура" вживається більш загальноприйнято, в

Україні активно розглядаються аспекти зелено-блакитної інфраструктури без безпосереднього використання терміну «ЕІ».

В Україні в цій галузі здійснюються дослідження науковими установами як національного, так і міжнародного рівня. Серед них Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (Н. Максименко, Е. Кочанов, С. Бурченко, А. Клещ), Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка (Л. Царик, І. Кузик, П. Царик), Львівський національний університет імені Івана Франка (М. Назарук, Н. Блажко, В. Кучерявий), Дніпровський державний хіміко-технологічний університет (І. Трус, І. Василенко, О. Чонгова) [7], Київський національний університет імені Тараса Шевченка (П. Шищенко, О. Гавриленко), тощо.

Тернопільські науковці кафедри геоecології та методики навчання екологічних дисциплін, Л. Царик та І. Кузик, вважають, що напрям досліджень зелено-блакитної інфраструктури в Україні на сьогоднішній день лише починає формуватися і не використовують в своїй роботі термін «екологічна інфраструктура». Згідно їх висновку, дослідження зелено-блакитної інфраструктури полягають в аналізі теоретичних підходів та методологічних концепцій в контексті ландшафтного планування [8], інноваційного озеленення [9], адаптації міст до змін клімату [10], тощо. Основою зелено-блакитної інфраструктури, на прикладі міста Тернопіль, Л. Царик та І. Кузик називають локальну екомережу, до структурних елементів якої належать парки та заказники, сполучені долиною річки [11].

Назарук М., професор Львівського університету в своїй роботі дає чітке визначення терміну «екологічна інфраструктура», як соціально-екологічної підсистеми, динамічного комплексу взаємопов'язаних між собою природних, природно-антропогенних і штучних об'єктів та систем, предметів і явищ, які забезпечують умови збереження середовища життя людини. ЕІ в межах міста, на думку М. Назарука – це екологічна виробнича і соціальна інфраструктура, екологічний каркас міста і зелені коридори, екологічно реставровані ландшафти і екологічно облаштовані будинки, сприятливі життєві умови, тощо [12].

Науковці кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи, Харківського національного університету імені В. Н.

Каразіна в своїх роботах чітко розрізняють концепції зеленої та блакитної інфраструктури, зазначаючи, що обидві є оптимальним рішенням для модернізації міського простору у сучасних умовах, сприяючи досягненню цілей сталого розвитку [13] та естетичному сприйняттю території її мешканцями [14].

До об'єктів зеленої інфраструктури виділяються умовні ядра (великі зелені зони, такі як міські парки, сади, сквери, лісові насадження) та коридори (зелені насадження вздовж водоохоронних зон, лінійні захисні насадження, озеленені шляхопроводи, тощо), а до об'єктів блакитної інфраструктури в межах міста – поверхневі водойми та виходи підземних вод [15, 16]. До зеленої інфраструктури також належать різні типи насаджень: історичні сади, сучасні зелені зони зоопарку і ботанічного саду, а також громадські простори у вигляді облаштованих газонів – тобто зони відпочинку [17].

В світі. З моменту введення концепції ЕІ вона широко використовується для вирішення екологічних та довкілєвих проблем у міських умовах. В 1999 році звіт Президентської Ради з питань сталого розвитку США визначив ЕІ як стратегічний підхід до ефективного використання міських земель та покращення екологічної спроможності для підтримки благополуччя людей. В Великій Британії ЕІ більше акцентувалась на захисті довкілля, змінах клімату та трансформації старих міських районів [18]. Канадський підхід до ЕІ зосереджений на екологічному оновленні муніципальної інфраструктури, включаючи впровадження екологічних концепцій у будівництво доріг, водовідведення, міських трубопроводів та системи збору та обробки відходів.

За результатами бібліометричного аналізу літератури за 1990-2018 рр., проведеному на колекції ресурсу Web of Science, що був присвячений екологічній інфраструктурі (ЕІ) з використанням програмного забезпечення CiteSpace, спостерігається стрімке зростання кількості досліджень по темі ЕІ з початку 2000-х років. Найпопулярнішими категоріями досліджень були "Екологія" та "Екологічні науки". Основними часописами, що публікували статті по темі ЕІ стали Sustainability, Landscape and Urban Planning та Ecological Engineering. Найвищу продуктивність в галузі показали інституції зі США, Китаю, Австралії та Великої Британії [2].

Інша група вчених, що розглянула 1029 робіт по тематиці ЕІ в архівах Web of Knowledge та Scopus, виявила 852 статті, що посилались на зелену інфраструктуру, 122 – на екологічну інфраструктуру, 37 – на природну інфраструктуру, і лише 18 статей – на блакитну інфраструктуру. Ці статті охоплюють період з 1989 по 2015 рік. Хоча термін "екологічна інфраструктура" був найпоширенішим до 2004 року, після цього домінуючим став термін "зелена інфраструктура". Наприклад, у 2015 році 88,3% статей, що згадували екосистеми як інфраструктуру, використовували термін "зелена інфраструктура" [19].

Американський вчений в галузі екології і сталого розвитку D. Childers ввів термін міської екологічної інфраструктури (МЕІ), пояснюючи це тим, що традиційно інфраструктура визначається як штучно створене середовище, що включає будівлі та інші споруди. В своїх дослідженнях він робить акцент на природну інфраструктуру, тобто "природу у місті", звідки і походить термін міська екологічна інфраструктура [20].

Childers D. вважає, що оскільки в містах є водойми природні чи пошкоджені, штучні чи відновлені [21], вони всі мають структурні та функціональні характеристики, що поєднують в собі як суходутні, так і водні – вони є ефективними екотонними системами [22]. Це означає, що водойми поєднують екологічні характеристики як зеленої, так і блакитної МЕІ, проте вони унікально не є ані суходільними, ані водними. Тому науковець виділяє такі міські водойми в окрему – бірюзову МЕІ [23]. Назва походить від способу утворення бірюзового кольору – поєднанням зеленого та синього кольорів. Тобто в своєму підході D. Childers визначає концепцію МЕІ за чотирма кольорами, розрізняючи зелену, коричневу, синю і бірюзову МЕІ, оскільки кожен тип забезпечує унікальний набір екосистемних послуг, і має переваги і недоліки [20].

Дослідники з китайського університету також користуються терміном МЕІ, але визначають її, як органічну інтеграцію блакитних (водних), зелених (рослинних) і сірих (неорганічних) ландшафтів, в поєднанні з продуктами системи (витоками, продуктами очищення або переробки) та артеріями (коридорами), на екосистемному рівні [24].

Дещо більш філософський підхід до визначення ЕІ, на основі різних національ-

них розумінь запропонований дослідниками китайського інституту. Вони визначають ЕІ, як функціонально-просторово-інфраструктурне середовище. Функціонально ЕІ забезпечує комплексні екосистемні послуги для забезпечення сталого розвитку суспільства, а просторово – представляє собою багаторівневе, взаємопов'язане екологічне середовище, яке є основним просторовим каркасом для збереження екологічних процесів і захисту природних ландшафтів; інфраструктурно – ЕІ виступає як національна та регіональна система підтримки життя, сприяючи використанню екоінженерії та екотехнологій у будівництві та реконструкції міської інфраструктури [2].

Фінські науковці об'єднують урбанізовані ліси, облаштовані парки та узбережжя південних частин міста, де проживає більшість населення одним терміном – зелено-блакитна інфраструктура [25].

Польські дослідники визначають зелені простори у містах в основному, як урбанізовані парки, які утворюють зелені острови у міському пейзажі. У даному контексті зелений острів розглядається як зелена територія, оточена міською забудовою, що відповідає концепції екологічного ландшафту, що охоплює плями та матриці, що описують структуру ландшафту [26].

Важливість розвитку екологічної інфраструктури. Для міст, що проходять урбанізацію, доступ до "зелених зон", таких як сади, урбанізовані парки і ліси, є ключовим і часто недооціненим аспектом міського благополуччя [27]. Вони мають значний вплив на здоров'я і фізичне та психічне благополуччя мешканців, що проживають у містах - допомагають знижувати рівень стресу, покращувати психологічне самопочуття [28].

Наявність зелених просторів у містах є необхідною умовою для правильного функціонування міських просторів, як середовища проживання людей. Тому важливо зазначити, що їх підтримання і, наскільки це можливо, збільшення їх площі, особливо у районах з висотною забудовою та високою щільністю населення, повинно бути пріоритетом для міських управлінців. Це відповідало б тенденції до сталого формування міських просторів для збереження інтересів природи, суспільства і економіки [26].

Прогнозування таких параметрів, як популяція та транспорт, які накладають навантаження на ЕІ, ускладнене високою комплексністю міської забудови, що призводить до пасивного та негнучкого розвитку ЕІ. Планування ЕІ повинне враховувати функціональність та переваги екологічних ресурсів, зосереджуючи увагу на координації між екологічним захистом і різними зацікавленими сторонами, такими як громадські організації, інвестори та урядові структури. Будівництво ЕІ повинне пристосовуватися до змін міських середовищ і потреб стейкхолдерів, тому, в подальшому, дослідження в галузі мають зосереджуватися на вирішенні поточних недосконалостей екофункцій і дисбалансу географічного розподілу ЕІ [29].

Проект розвитку міського середовища, спрямований на екологічну інфраструктуру, є складною концепцією, що координує планування, дизайн і реалізацію традиційної інфраструктури. Цей проект впроваджує нові методи для зменшення сукупного впливу міської інфраструктури на функції і послуги екосистем та природні ресурси, зокрема відновлюючи цілісність екосистемної складової і забезпечуючи екологічні процеси і законірності, а також враховуючи будівельну технологічність та соціально-економічні цілі. Планування дизайну екологічної інфраструктури акцентує на інтеграції екологічних ідей у міське планування, з урахуванням неминучих екологічних втрат від розширення міста, необхідного для забезпечення цілісності структури і функцій екосистем, а також для надання екосистемних послуг, важливих для сталого розвитку [2, 30].

Зі швидким зростанням міського середовища, набуло необхідності забезпечення рівноваги між будівництвом міської екологічної інфраструктури та задоволенням екологічних потреб мешканців, що стало складною задачею для сталого розвитку [31].

На основі багатовимірних перспектив ЕІ потрібно враховувати не лише раціональні фактори, такі як фізичні географічні умови, архітектурні технології та будівельні цілі, але й звертати увагу на культурні та естетичні особливості міст. Варто зазначити, що стандартизація дизайну ЕІ негативно вплине на ефективність будівництва, тож концепція ЕІ має поважати існуюче природне середовище і пропагувати захист

природної краси від антропогенного впливу [2]. Існує велика імовірність, що цей напрям стане актуальним для подальших наукових досліджень в галузі ЕІ.

Цілі сталого розвитку та їх взаємозв'язок з оптимізацією екологічної інфраструктури. В містах, де розглядаються нові підходи до розвитку інфраструктури, природо-орієнтовані рішення (такі, як зелені дахи) стали важливою альтернативою традиційним підходам [32]. Вони включають впровадження нових інфраструктурних рішень (таких, як велодоріжки) для вирішення проблем, пов'язаних зі зміною клімату, збільшенням стійкості екосистем, покращенням благополуччя людей і здоров'я. Вони охоплюють дії, натхненні, підтримані або відтворені природою [33, 34], використовуючи різноманітні природні характеристики та процеси ефективно та збалансовано. Ці рішення адаптовані до місцевих систем на різних масштабах, перевіряють роль природи в урбанізованих, сільських та природних середовищах, і забезпечують багато переваг та підтримують сталий розвиток, відповідаючи соціальним, екологічним і економічним вимогам.

Сталий розвиток – концепція розвитку, що відповідає амбіціям людства в досягненні кращого рівня життя, з урахуванням обмежень, накладених природою. У 2015 році Генеральна Асамблея ООН схвалила 17 цілей сталого розвитку (ЦСР), метою яких є реалізація та інтеграція сталих підходів в організаціях, щоб відповідати потребам сучасних і майбутніх зацікавлених сторін і забезпечити краще та сталі майбутні для всіх, збалансувавши економічний, соціальний та екологічний розвиток (рис. 1).

ЦСР є спільним висловленням потреб учасників на глобальному рівні, збалансованим між економічним, соціальним та екологічним розвитком [36]. 17 ЦСР включають широкий спектр тем, від подолання світової бідності до негайних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її впливами до 2030 року, і описані в документі ООН «Перетворення нашого світу: план для досягнення сталого розвитку до 2030 р.» та на платформі Цілей сталого розвитку ООН [37].

Діаграма розподілу ЦСР по категоріям (рис. 2) показує біосферу як основу для економічного і суспільного добробуту, тобто як основу всіх ЦСР. Це відповідає одній з



Рис. 1 – Глобальні цілі сталого розвитку до 2030 року [35]
Fig. 1 – 2030 global goals of sustainable development [35]



Рис. 2 – Розподіл 17 ЦСР по категоріям [39]
Fig. 2 – Split of 17 SDGs into categories [39]

основних цілей Концепції сталого розвитку — передати наступному поколінню планетарну біосферу у такому стані, що забезпечує нормальні умови проживання, зберігаючи її екологічні, біологічні та природні ресурси [38].

Таке уявлення ухвалює інтегрований погляд на соціальний, економічний і екологічний розвиток. Зважаючи на важливість дослідження взаємозв'язків між розбудовою комфортних міст та досягненнями ЦСР, розглянемо, як впровадження ЕІ в містах може

сприяти або завадити досягненню цілей ЦСР та яких саме.

Незважаючи на велику кількість досліджень з питань розвитку розумних міст, до недавнього часу майже не проводилось досліджень, що вивчають взаємозв'язки між розбудовою розумних міст та досягненнями ЦСР. Іншими словами, питання а як саме впровадження рішень для розумного міста може допомогти в досягненні ЦСР, було досліджено в досить обмеженій кількості.

Міжнародна спільнота науковців на чолі з А. Sharifi визначили, що література в основному зосереджена на ЦСР 11 (Сталий розвиток міста та спільнот), ЦСР 12 (Відповідальне споживання та виробництво), ЦСР 7 (Відновлювальна енергія) і ЦСР 6 (Чиста вода та належні санітарні умови). Їх дослідження підкреслює тенденцію звітування про позитивний вплив розумних міст, одночасно визнаючи потенційні негативні наслідки, такі як проблеми з конфіденційністю та високі витрати на інфраструктуру. Подолання цих викликів вимагає надійних механізмів управління та залучення зацікавлених сторін для забезпечення збалансованого зростання та інклюзивності [40].

За результатами дослідження 100 європейських міст норвезьким інститутом кліматичних та екологічних досліджень, такі міста як Лондон, Стокгольм, Мілан, Осло, Берген, Ставангер і Тронгейм, здійснюють вагомі кроки у напрямку сталого розвитку за допомогою ряду заходів, що сприяють покращенню якості повітря у містах (ЦСР 3) та сприяють здоров'ю та благополуччю громадян (ЦСР 3, ЦСР 11) [41].

Австралійські дослідники встановили, що система показників досягнення ЦСР налічує 244 індикатори по 17 цілях. Досліджуючи роль міст в досягненні ЦСР, було виявлено, що 27 з 244 (11%) індикаторів стосуються планування міст і здоров'я населення. 33% з них належать до ЦСР 11 – (Сталий розвиток міста та спільнот). 22% індикаторів планування міст і здоров'я походять з ЦСР 3, а 14% – з ЦСР 16. По 7%, відповідно, припадає на ЦСР 2, ЦСР 6 і ЦСР 9 [42].

На думку групи іспанських науковців на чолі з R. V. Науа, що досліджували якість громадських просторів та досягнення ЦСР в трьох іспанських містах, існує консенсус щодо використання моделей міст, які відповідають цим цілям, що полягає у компактності, поліцентричності та якості громадських просторів. Основною ціллю вони вбачають досягнення ЦСР 11 та підкреслюють необхідність створення безпечних, інклюзивних, зелених та доступних для всіх громадських просторів [43].

Як видно з аналізу літератури, переважно науковці сходяться на думці, що роль міст та впровадження екологічної інфраструктури в містах головним чином вплине на виконання ЦСР 11 (спрямованої на створення інклюзивних, безпечних, стійких та сталих міст і людських поселень). Серед

індикаторів ЦСР 11 до 2030 року [37] приведені такі цілі:

11.1 Забезпечити доступність житла і послуг.

11.2 Забезпечити доступ до безпечних, сталих і екологічно стійких транспортних систем для всіх, покращивши безпеку дорожнього руху і розширивши систему громадського транспорту.

11.3 Розширити урбанізацію, що сприяє інклюзивному і сталому плануванню населених пунктів і управлінню ними.

11.4 Зміцнити заходи з охорони світової культурної і природної спадщини.

11.5 Суттєво зменшити смертність і кількість постраждалих від надзвичайних ситуацій.

11.6 Зменшити негативний екологічний вплив міст на одиницю населення, зокрема якість повітря і управління відходами.

11.7 Забезпечити загальний доступ до зелених і громадських просторів, особливо для вразливих груп населення.

11.A Підтримувати економічні, соціальні і екологічні зв'язки між міськими, передміськими і сільськими районами.

11.B Збільшити кількість міст, що впроваджують інтегровані стратегії та плани.

11.C Підтримувати найменш розвинені країни у будівництві сталі і стійких будівель.

Впровадження екологічної інфраструктури у містах має потенціал допомогти в досягненні декількох цілей ЦСР 11 до 2030 року. Зокрема, заходи з розвитку сталого житла та урбанізації можуть сприяти забезпеченню доступу до безпечного і доступного житла (ЦСР 11.1) і сталих транспортних систем (ЦСР 11.2). Окремі ініціативи, такі як створення зелених і громадських просторів (ЦСР 11.7) можуть позитивно впливати на якість повітря та екологічний вплив міст (ЦСР 11.6) на всі групи населення [5]. Інтегровані стратегії та плани, впроваджені в містах (ЦСР 11.B) сприятимуть підтримці економічних, соціальних і екологічних зв'язків між різними районами. Таким чином, екологічна інфраструктура є важливим інструментом для забезпечення сталого розвитку міст і поліпшення якості життя їхніх мешканців.

Резюмуючи, зазначимо, що впровадження екологічно стійких транспортних систем, збільшення доступу до зелених і громадських просторів, а також зменшення негативного екологічного впливу міст сприяють досягненню цілей щодо забезпечення безпеки, сталості і інклюзивності міського

середовища. Це також сприятиме зменшенню економічних втрат від лих і

покращить якість життя мешканців, особливо вразливих груп населення.

Висновки

Аналіз досліджень і практичних прикладів та огляд літератури свідчить про важливість розробки та впровадження екологічної інфраструктури у містах для досягнення Цілей сталого розвитку (ЦСР). Екологічна інфраструктура, яка включає зелені та громадські простори, блакитні зони, стійкі транспортні системи та управління відходами, є важливим чинником для зменшення екологічного впливу міст та покращення якості середовища для мешканців.

Дослідження показали, що ефективна екологічна інфраструктура сприяє досягненню конкретних ЦСР, зокрема ЦСР 11 (Сталий розвиток міста та спільнот), ЦСР 3 (Здоров'я та добробут) та ЦСР 7 (Відновлювальна енергія). Вона підтримує створення безпечних та доступних для всіх громад-

ських просторів, зменшує негативний екологічний вплив міст та сприяє інклюзивному та сталому розвитку міських областей.

З метою оптимізації позитивного впливу екологічної інфраструктури на досягнення ЦСР, важливо розробляти імплементаційні стратегії, що враховують місцеві особливості та потреби міст. Це вимагає активного управління та взаємодії між різними зацікавленими сторонами для забезпечення сталого розвитку міст і поліпшення якості життя населення. Екологічна інфраструктура у містах є ключовим інструментом для досягнення Цілей сталого розвитку, сприяючи забезпеченню безпеки, сталості та інклюзивності міського середовища в масштабах глобальних цілей до 2030 року.

Конфлікт інтересів

Автор заявляє, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автор повністю дотримувався етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Ishwaran N. Science in intergovernmental environmental relations: 40 years of UNESCO's Man and the Biosphere (MAB) Programme and its future. *Environmental Development*. 2012. Vol.1. №1. P. 91-101. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211464511000029?via%3Dihub>
2. Sun S., & Jiang Y. Research on Ecological Infrastructure from 1990 to 2018: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*. 2020. Vol. 6. № 2304. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12062304>
3. Andersson E., Barthel S., Borgström S. Reconnecting Cities to the Biosphere: Stewardship of Green Infrastructure and Urban Ecosystem Services. *AMBIO*. 2014. Vol. 43. P.445–453. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0506-y>
4. Rasmussen L. V., Fold, N., Olesen, R. S., Shackleton, S. Socio-economic outcomes of ecological infrastructure investments. *Ecosystem Services*. 2021. Vol. 47. № 101242. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041620301844>
5. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П., Циганок Є.Ю. Доступність зелених зон в умовах компактного міста (на прикладі Києва). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2021. Вип. 55. С. 245-256. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-18>
6. Demuzere M., Orru K., Heidrich O. Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management*. 2014. Вип.146. С.107-115. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479714003740>
7. Щерба В., Пилипович, О. Екологічна інфраструктура як інструмент досягнення сталого розвитку у містах. *Географічна освіта і наука: виклики і поступ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 140-річчю географії у Львівському університеті*. 2023. Вип. 3. 68-72. URL: <https://www.researchgate.net/publication/371012874>
8. Максименко, Н. Ландшафтно-екологічне планування, як підґрунтя управлінських рішень про надання екосистемних послуг. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2016. Вип. 45. 153-158. URL: <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/8192/7666>

9. Гречко А. А. Досвід та переваги застосування зелених дахів як елементу зеленої інфраструктури. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2022. Вип. 26. С.32-42. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-26-03>
10. Рубан Л. Адаптаційна модель «блакитно-зеленої» інфраструктури міста. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2018. Вип. 52. 230-237. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/items/bc796d54-624d-46e9-98be-8520f4b8a56b>
11. Царик Л., Кузик І. Геоекологічні особливості зелено-блакитної інфраструктури міста Тернопіль. *Зелено-блакитна інфраструктура в містах пострадянського простору: вивчення спадщини та підключення до досвіду країн V4 : колективна монографія / За ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба, Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С.172-186. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/27657/1/Tsaryk_Kuzyk.pdf*
12. Назарук М. Міська екологічна інфраструктура – матеріальна основа гармонійного соціально-екологічного середовища. *Вісник Львівського університету. Серія географія*. 2010. Вип. 38. 238-242. URL: <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/geography/article/view/2274/2332>
13. Максименко Н., Бурченко С., & Уткіна К. Вплив зеленої інфраструктури на якість поверхневого стоку (на прикладі зелених дахів у м.Харків). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2021. Вип. 55. 274-284. URL: <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/18405/16748>
14. Максименко Н., Гололобова О. О. Еколого-естетичні аспекти організації територій суспільного використання засобами зеленої інфраструктури. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2023. Вип. 39. С. 98-108. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-39-09>
15. Максименко Н., Пересадько В. Поверхневі водойми і джерела, як складові блакитної інфраструктури м.Харків. *Зелено-блакитна інфраструктура в містах пострадянського простору: вивчення спадщини та підключення до досвіду країн V4: колективна монографія / За ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба, Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. 216-229. URL: https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2022/12/kolektivna_monografija_zeleno_blaikitna_infrastruktura_v_mistah_postradjanskogo.pdf*
16. Максименко Н., Бурченко С., Кочанов Е. Особливості організації зеленої інфраструктури міста Харків. *Зелено-блакитна інфраструктура в містах пострадянського простору: вивчення спадщини та підключення до досвіду країн V4 : колективна монографія / За ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба, Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. 125-154. URL: https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2022/12/kolektivna_monografija_zeleno_blaikitna_infrastruktura_v_mistah_postradjanskogo.pdf*
17. Добронос П., Максименко Н. Оцінка забезпеченості населення зеленою інфраструктурою у м. Прага (Чехія). *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи: зб. тез доповідей II Міжнародної Інтернет-конференції (м. Харків, 23 березня 2023 року)*, 20. URL: <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/17836>
18. Tu F. Research on Urban Ecological Infrastructure Construction: An Example of Tianjin. Beijing, China. *Social Sciences Academic Press*. 2018. URL: <https://www.mdpi.com/2073-445X/13/2/208>
19. Silva J., Wheeler E. Ecosystems as infrastructure. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 2017. Vol.15(1), 32-35. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1679007316300767>
20. Childers D., Bois P., Hartnett H., McPhearson T. Urban Ecological Infrastructure: An inclusive concept for the non-built urban environment. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 2019. Vol. 7(46). URL: <https://online.ucpress.edu/elementa/article/doi/10.1525/elementa.385/112509/Urban-Ecological-Infrastructure-An-inclusive>
21. Palta M., Grimm N., Groffman P. “Accidental” urban wetlands: ecosystem functions in unexpected places. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2017. Vol.15. N 5. P. 248-256. URL: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fee.1494>
22. Mitsch W., Gosselink J. *Wetlands*. New York: John Wiley & Sons. 2015. URL: https://www.researchgate.net/publication/271643179_Wetlands_5th_edition
23. Childers D., Cadenasso M., Grove J., Marshall V. An Ecology for Cities: A Transformational Nexus of Design and Ecology to Advance Climate Change Resilience and Urban Sustainability. *Sustainability*. 2015. Vol. 7. N 4. P. 3774-3791. DOI: <https://doi.org/10.3390/su7043774>
24. Li F., Liu X., Zhang X. Urban ecological infrastructure: an integrated network for ecosystem services and sustainable urban systems. *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 163, S12-S18. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616002560>
25. Kajosaari A., Hasanzadeh K. Predicting context-sensitive urban green space quality to support urban green infrastructure planning. *Landscape and Urban Planning*. 2024. Vol.242. 104952. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104952>

26. Pukowiec-Kurda, K. The urban ecosystem services index as a new indicator for sustainable urban planning and human well-being in cities. *Ecological Indicators*. 2022. Vol. 144. 109532. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X22010056?via%3Dihub>
27. Bille, R. A. Global patterns in urban green space are strongly linked to human development and population density. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2023. Vol. 86. 127980. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866723001516>
28. Максименко Н., Тітенко Г., Александрова Д. Особливості формування зеленої інфраструктури міста Катовіце: проблеми та перспективи. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2023. Вип. 28. С. 42-57. URL: <https://periodicals.karazin.ua/ecology/article/view/21946/20334>
29. Hegetschweiler K., Vries, S, Arnberger A., Bell S. Linking demand and supply factors in identifying cultural ecosystem services of urban green infrastructures: A review of European studies. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2017. Vol. 21. 48-59. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866716302734?via%3Dihub>
30. Pioch S., Relini G., Souche J., Stive M. Enhancing eco-engineering of coastal infrastructure with eco-design: Moving from mitigation to integration. *Ecological Engineering*, 2018. Vol. 120. 574-584. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857418301976?via%3Dihub>
31. Zhang D., Li Z. A framework for prioritizing urban ecological infrastructure (UEI) implementation tasks based on residents' ecological demands and government policies. *Journal of Environmental Management*. 2024. Vol. 354 (120369). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479724003554>
32. Fink H. Human-Nature for Climate Action: Nature-Based Solutions for Urban Sustainability. *Sustainability*. 2016. Vol. 8(254). DOI: <https://doi.org/10.3390/su8030254>
33. Cohen-Shacham E., Walters G., Janzen C., Maginnis S. Nature-Based Solutions to Address Societal Challenges. 2016. Gland, Switzerland: IUCN. URL: https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_93FD38C8836B.P001/REF
34. Štrbac S., Kašanin-Grubin M., Pezo L., Stojić N., Lončar B., Ćurčić L., Pucarević M. Green Infrastructure Designed through Nature-Based Solutions for Sustainable Urban Development. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2023. Vol.20 (1102). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph20021102>
35. Цілі сталого розвитку. *Офіційний портал Організації Об'єднаних Націй в Україні*. 2024. URL: <https://ukraine.un.org/uk/sdgs>
36. Fonseca L., Carvalho F. The Reporting of SDGs by Quality, Environmental, and Occupational Health and Safety-Certified Organizations. *Sustainability*. 2019. Vol.11. 5797. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11205797>
37. Цілі сталого розвитку. *Sustainable Development Goals Platform*. 2019. URL: <https://sdgs.un.org/partnerships>
38. Кравченко К.О. До питання дослідження геоекологічних проблем урбанізаційних процесів у аспекті концепції стійкого розвитку. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2022. Вип. 38. С. 6-19. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-38-01>
39. Stockholm Resilience Centre. Stockholm University. 2016. URL: <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html>
40. Sharifi A., Allam Z., Bibri S., Khavarian-Garmsir A. Smart cities and sustainable development goals (SDGs): A systematic literature review of co-benefits and trade-offs. *Cities*. 2024. Vol.146/ 104659. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275123004717>
41. Liu H.-Y., Ahmed S., Passani A., Bartonova A. Understanding the role of cities and citizen science in advancing sustainable development goals across Europe: insights from European research framework projects. *Front. Sustain. Cities*. 2023. Vol. 5. DOI: <https://doi.org/10.3389/frsc.2023.1219768>
42. Giles-Cort B., Lowe M., Arundel J. Achieving the SDGs: Evaluating indicators to be used to benchmark and monitor progress towards creating healthy and sustainable cities. *Health Policy*. 2020. Vol.124. N 6. P.581-590. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016885101830441X>
43. Naya R., Nicolás P, Medina C. Quality of public space and sustainable development goals: analysis of nine urban projects in Spanish cities. *Frontiers of Architectural Research*. 2023. Vol.12. N 3. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263523000067>

Стаття надійшла до редакції 12.04.2024

Стаття рекомендована до друку 27.05.2024

Ie. P. TERTYTSKYI, PhD student

Department of Environmental Monitoring and Protected Areas Management

e-mail: yevhen.tertytskyi@student.karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-6434-200X>

V. N. Karazin Kharkiv National University,
4, Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine

ECOLOGICAL INFRASTRUCTURE AND ITS ROLE IN SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT: ANALYSIS AND PERSPECTIVES

Purpose. To systematize and analyze contemporary scientific research and publications on the topic of ecological infrastructure in the context of sustainable urban development. The main goal is to define the concept of "Ecological Infrastructure" and its interrelation with the concept of sustainable development, as well as to identify key sustainable development goals that can be achieved through optimizing ecological infrastructure.

Results. This article explores the significance of ecological infrastructure (EI) for sustainable urban development, various definitions of "ecological infrastructure" and its use in scientific research in Ukraine and globally. The role of EI in reducing cities' impact on climate change and their adaptation to extreme weather conditions is identified. The article examines key components of EI such as green infrastructure (parks, gardens, forests) and blue infrastructure (water bodies), emphasizing their importance in providing ecosystem services and improving residents' quality of life. Global experiences in EI utilization are analyzed, highlighting diverse approaches and practical applications of these concepts in developed countries. It is worth noting that there is rapid development in EI research worldwide, focusing on developing green spaces to support ecological resilience of cities in modern urbanization conditions.

Conclusions. The development and implementation of urban environment projects focused on ecological infrastructure are crucial steps towards achieving sustainable development goals. Key aspect of using the EI concept is to ensure sustainable urban development, and consequently reducing cities' environmental impact, include the organic integration of natural habitats into urbanized areas, design, and implementation of both traditional and innovative approaches to reduce the city's footprint on ecosystems and the environment. Thus, the scope of issues requiring further research on EI includes optimizing its impact on achieving sustainable development goals and engaging with local communities to meet the needs of all population groups.

KEYWORDS: *ecological infrastructure, UN goals, green-blue infrastructure, sustainable development, urban planning, ecosystem services, urban landscape*

References

1. Ishwaran, N. (2012). Science in intergovernmental environmental relations: 40 years of UNESCO's Man and the Biosphere (MAB) Programme and its future. *Environmental Development*, 1(1), 91-101. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211464511000029?via%3Dihub>
2. Sun, S., & Jiang, Y. (2020). Research on Ecological Infrastructure from 1990 to 2018: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 6 (2304). <https://doi.org/10.3390/su12062304>
3. Andersson, E., Barthel, S., & Borgström, S. (2014). Reconnecting Cities to the Biosphere: Stewardship of Green Infrastructure and Urban Ecosystem Services. *AMBIO*, 43, 445–453. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0506-y>
4. Rasmussen, L. V., Fold, N., Olesen, R. S., & Shackleton, S. (2021). Socio-economic outcomes of ecological infrastructure investments. *Ecosystem Services*, 47(101242). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041620301844>
5. Shyshchenko P.H., Havrylenko O.P., Tsyhanok Ye.Yu. (2021). Accessibility of green spaces in the conditions of a compact city: case study of Kyiv. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, (55), 245-256. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-18> (in Ukrainian)
6. Demuzere, M., Orru, K., & Heidrich, O. (2014). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management*, 146, 107-115. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479714003740>
7. Shcherba, V., & Pylypovych, O. (2023). Ecological infrastructure as a tool for achieving sustainable development in cities. *Geographic Education and Science: Challenges and Progress: Proceedings of the international scientific-practical conference dedicated to the 140th anniversary of geography at Lviv University*, 3, 68-72. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/371012874> (in Ukrainian)
8. Maksymenko, N. (2016). Landscape-ecological planning as a basis for management decisions on providing ecosystem services. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*, (45), 153-158. Retrieved from <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/8192/7666> (in Ukrainian)

9. Hrechko A. A. (2022). Experience and benefits of using green roofs as an element of green infrastructure. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (26), 32-42. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-26-03> (in Ukrainian)
10. Ruban, L. (2018). Adaptive model of "blue-green" infrastructure of the city. *Modern Problems of Architecture and Urban Planning*, (52), 230-237. Retrieved from <https://repository.knuba.edu.ua/items/bc796d54-624d-46e9-98be-8520f4b8a56b> (in Ukrainian)
11. Tsaryk, L., & Kuzik, I. (2022). Geoecological features of the green-blue infrastructure of Ternopil city. Green-blue infrastructure in the cities of the post-Soviet space: studying heritage and connecting to the experience of V4 countries : collective monograph. In Maksymenko N. V., & Shkaruba (Eds). 172-186. Retrieved from http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/27657/1/Tsaryk_Kuzyk_A_D.pdf (in Ukrainian)
12. Nazaruk, M. (2010). Urban ecological infrastructure -the Material Basis of a Harmonious Socio-Ecological Environment. *Visnyk of Lviv University. Geography series* (38), 238-242. Retrieved from <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/geography/article/view/2274/2332> (in Ukrainian)
13. Maksymenko N.V., Burchenko, S.V., Utkina K.B., Buhakova M.V.(2021). Influence of green infrastructure objects for quality of surface runoff (on the example of green roofs in Kharkiv). *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, (55), 274-284. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-20> (in Ukrainian)
14. Maksymenko N. V., & Gololobova O. O. (2023). Ecological and aesthetic aspects of the organization of public use areas by means of green infrastructure. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (39), 98-108. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-39-09> (in Ukrainian)
15. Maksymenko, N., & Peresadko, V. (2022). Surface bodies as spring components of the blue infrastructure of Kharkiv. *Green-blue infrastructure in the post-USSR cities: exploring legacies and connecting to V4 experience: collective monograph; ed. by N. V. Maksymenko, A. D. Shkaruba*, 216-229. Retrieved from https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2022/12/kolektivna_monografija_zeleno_blakitna_infrastruktura_v_mistah_postradjanskogo.pdf (in Ukrainian)
16. Maksymenko, N., Burchenko, S., & Kochanov, E. (2022). Features of the organization of the green infrastructure of the Kharkiv city. *Green-blue infrastructure in the post-USSR cities: exploring legacies and connecting to V4 experience: collective monograph; In Maksymenko N. V., & Shkaruba (Eds)*. 125-154. Retrieved from https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2022/12/kolektivna_monografija_zeleno_blakitna_infrastruktura_v_mistah_postradjanskogo.pdf (in Ukrainian)
17. Dobronos, P., & Maksymenko, N. (2023). Assessment of population access to green infrastructure in Prague (Czech Republic). *Current Issues in Formal and Informal Environmental Education Monitoring and Conservation: Collection of Abstracts of the II International Online Conference* (Kharkiv, March 23, 2023), 20. Retrieved from <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/17836> (in Ukrainian)
18. Tu, F. (2018). Research on Urban Ecological Infrastructure Construction: An Example of Tianjin. Beijing, China. *Social Sciences Academic Press*. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2073-445X/13/2/208>
19. Silva, J. M., & Wheeler, E. (2017). Ecosystems as infrastructure. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 15(1), 32-35. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1679007316300767>
20. Childers, D. L., Bois, P., Hartnett, H. E., & McPhearson, T. (2019). Urban Ecological Infrastructure: An inclusive concept for the non-built urban environment. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 7(46). Retrieved from: <https://online.ucpress.edu/elementa/article/doi/10.1525/elementa.385/112509/Urban-Ecological-Infrastructure-An-inclusive>
21. Palta, M. M., Grimm, N. B., & Groffman, P. M. (2017). "Accidental" urban wetlands: ecosystem functions in unexpected places. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(5), 248-256. Retrieved from <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fee.1494>
22. Mitsch, W., & Gosselink, J. (2015). *Wetlands*. New York: John Wiley & Sons. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/271643179_Wetlands_5th_edition
23. Childers, D., Cadenasso, M., Grove, J., & Marshall, V. (2015). An Ecology for Cities: A Transformational Nexus of Design and Ecology to Advance Climate Change Resilience and Urban Sustainability. *Sustainability*, 7(4), 3774-3791. <https://doi.org/10.3390/su7043774>
24. Li, F., Liu, X., & Zhang, X. (2017). Urban ecological infrastructure: an integrated network for ecosystem services and sustainable urban systems. *Journal of Cleaner Production*, 163, S12-S18. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616002560>
25. Kajosaari, A., & Hasanzadeh, K. (2024). Predicting context-sensitive urban green space quality to support urban green infrastructure planning. *Landscape and Urban Planning*, 242(104952). <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104952>
26. Pukowiec-Kurda, K. (2022). The urban ecosystem services index as a new indicator for sustainable urban planning and human well-being in cities. *Ecological Indicators*, 144(109532). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X22010056?via%3Dihub>

27. Bille, R. A. (2023). Global patterns in urban green space are strongly linked to human development and population density. *Urban Forestry & Urban Greening*, 86(127980). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866723001516>
28. Maksymenko, N.V., Titenko, G. V., & Aleksandrova, D.O. (2023). Features of the of the Katowice city green infrastructure: problems and prospects. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Ecology*, (28), 42 -57. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-28-04> (in Ukrainian)
29. Hegetschweiler, K. T., Vries, S. d., Arnberger, A., & Bell, S. (2017). Linking demand and supply factors in identifying cultural ecosystem services of urban green infrastructures: A review of European studies. *Urban Forestry & Urban Greening*, 21, 48-59. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866716302734?via%3Dihub>
30. Pioch, S., Relini, G., Souche, J., & Stive, M. (2018). Enhancing eco-engineering of coastal infrastructure with eco-design: Moving from mitigation to integration. *Ecological Engineering*, 120, 574-584. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857418301976?via%3Dihub>
31. Zhang, D., & Li, Z. (2024). A framework for prioritizing urban ecological infrastructure (UEI) implementation tasks based on residents' ecological demands and government policies. *Journal of Environmental Management*, 354(120369). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479724003554>
32. Fink, H. S. (2016). Human-Nature for Climate Action: Nature-Based Solutions for Urban Sustainability. *Sustainability*, 8(254). <https://doi.org/10.3390/su8030254>
33. Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Nature-Based Solutions to Address Societal Challenges. Gland, Switzerland: IUCN. Retrieved from https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_93FD38C8836B.P001/REF
34. Štrbac, S., Kašanin-Grubin, M., Pezo, L., Stojić, N., Lončar, B., Čurčić, L., & Pucarević, M. (2023). Green Infrastructure Designed through Nature-Based Solutions for Sustainable Urban Development. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 20(1102). <https://doi.org/10.3390/ijerph20021102>
35. United nations official web resource in Ukraine. Retrieved from <https://ukraine.un.org/uk/sdgs>
36. Fonseca, L., & Carvalho, F. (2019). The Reporting of SDGs by Quality, Environmental, and Occupational Health and Safety-Certified Organizations. *Sustainability*, 11(5797). <https://doi.org/10.3390/su11205797>
37. *UN-SDGs. United Nations Sustainable Development Goals Platform*. (2019). Retrieved from <https://sdgs.un.org/partnerships>
38. Kravchenko, K.O. (2022). To the question of research of geo-ecological problems of urbanization processes in the aspect of the concept of sustainable development. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (38), 6-19. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-38-01> (in Ukrainian)
39. *Stockholm Resilience Centre*. Stockholm University. (2016) Retrieved from <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html>
40. Sharifi, A., Allam, Z., Bibri, S. E., & Khavarian-Garmsir, A. R. (2024). Smart cities and sustainable development goals (SDGs): A systematic literature review of co-benefits and trade-offs. *Cities*, 146(104659). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275123004717>
41. Liu, H.-Y., Ahmed, S., Passani, A., & Bartonova, A. (2023). Understanding the role of cities and citizen science in advancing sustainable development goals across Europe: insights from European research framework projects. *Front. Sustain. Cities*, 5. <https://doi.org/10.3389/frsc.2023.1219768>
42. Giles-Corti, B., Lowe, M., & Arundel, J. (2020). Achieving the SDGs: Evaluating indicators to be used to benchmark and monitor progress towards creating healthy and sustainable cities. *Health Policy*, 124(6), 581-590. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016885101830441X>
43. Naya, R. B., Nicolás, P. d., & Medina, C. D. (2023). Quality of public space and sustainable development goals: analysis of nine urban projects in Spanish cities. *Frontiers of Architectural Research*, 12(3). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263523000067>

The article was received by the editors 12.04.2024
The article is recommended for printing 27.05.2024