

УДК: 502/504
UDC 502/504

DOI:10.33744/0365-8171-2025-117.2-358-367

**КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРНИХ
ПРОЄКТІВ НА ЕТАПІ ПРОЄКТУВАННЯ**

**CRITERIA FOR EVALUATING PLANNED ACTIVITIES FOR THE IMPLEMENTATION
OF INFRASTRUCTURE PROJECTS AT THE DESIGN STAGE**



Хрутьба Вікторія Олександрівна, доктор технічних наук, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету, e-mail: v.khrutba@ntu.edu.ua, тел. +380442885100,

<https://orcid.org/0000-0002-8121-2042>



Рутковська Інеса Анатоліївна, кандидат технічних наук, професор кафедри системного проектування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії Національного транспортного університету, e-mail: nttn@i.ua, тел. +380442800813,

<https://orcid.org/0000-0001-7832-4222>



Хрутьба Юлія Сергіївна, кандидат економічних наук, докторант кафедри екології та природоохоронних технологій Державного університету «Житомирська політехніка», e-mail hurutbaj@gmail.com, тел. +380956615360,

<https://orcid.org/0000-0002-3419-8364>

Анотація. Дослідження впливу на довкілля є центральним документом, який подається для початку офіційного інституційного процесу прийняття рішення щодо впровадження планованої діяльності. На сьогодні існує постійно зростаючий обсяг досліджень з оцінки впливу на довкілля (ОВД), значна частина яких ґрунтується на практиці або спрямована на її розвиток. Ця процедура широко застосовується у розвинених країнах та активно впроваджується у країнах, що розвиваються, підтверджуючи свою ефективність. Головною перевагою процедури ОВД є можливість комплексного врахування впливу інфраструктурних проєктів та технічних альтернатив на довкілля вже на ранніх стадіях проектування. Важливим є відображення у звіті з ОВД критеріїв, за якими відбувалась оцінка технічних альтернатив, щоб забезпечити прозорість процесу та можливість для громадськості

усвідомити обґрунтованість вибору найбільш екологічно прийнятної альтернативи для конкретного інфраструктурного проєкту. Особливої актуальності набуває проблема оцінки впливу інфраструктурних проєктів на водні об'єкти, оскільки водні екосистеми є найбільш вразливими до антропогенного впливу та потребують спеціальних підходів до оцінки. Відсутність уніфікованих критеріїв оцінки технічних альтернатив ускладнює прийняття екологічно обґрунтованих рішень.

Стаття присвячена розробці системи критеріїв оцінки планованої діяльності інфраструктурних проєктів на етапі проєктування в рамках процедури оцінки впливу на довкілля. Розглянуто особливості формування критеріїв для різних типів інфраструктурних об'єктів з особливим акцентом на вплив на водні об'єкти. Запропоновано методологію порівняння технічних альтернатив на основі багатокритеріального аналізу. Розроблено систему показників для оцінки впливу на водне середовище, включаючи якість поверхневих та підземних вод, гідрологічний режим та морфологічні зміни водотоків. Представлено практичний приклад застосування розроблених критеріїв для оцінки альтернативних рішень інфраструктурного проєкту. Наукова новизна роботи полягає у розробці комплексної системи критеріїв, адаптованої до специфіки різних типів інфраструктурних об'єктів. Особливу увагу приділено критеріям оцінки впливу на гідрологічний режим, якість води та морфологію водотоків, що дозволяє більш точно прогнозувати екологічні наслідки планованої діяльності.

Ключові слова: інфраструктурні проєкти; оцінка впливу на довкілля; критерії оцінки; технічні альтернативи; водні об'єкти; комунікації із зацікавленими сторонами

Вступ. Оцінка впливу на довкілля (ОВД) стосується розгляду ймовірних екологічних наслідків запропонованої дії та, з урахуванням цих знань, визначення можливих відповідей. Зазвичай вона включає кілька етапів: скринінг для визначення чи може запропонована діяльність мати значний вплив на навколишнє середовище; визначення обсягу робіт для виявлення ключових питань, що стосуються ОВД; розгляд альтернатив; дослідження та висновки щодо базових станів навколишнього середовища, проведення ОВД та вжиття заходів щодо пом'якшення наслідків; розробка плану екологічного моніторингу; сприяння участі громадськості; розгляд звіту про ОВД та прийняття рішень; інформування громадськості про остаточне рішення. [1]. Основна задача процедури – упевнитися, що перед впровадженням проєкту з'ясовано й враховано не тільки масштаби та значущість можливого впливу планованої діяльності, а також достовірність обрання найкращої з точки мінімізації негативного впливу на довкілля технічної альтернативи серед розглянутих варіантів.

Сучасний розвиток інфраструктури характеризується зростанням масштабів та складності проєктів, що супроводжується посиленням антропогенного впливу на навколишнє середовище. Інфраструктурні проєкти, включаючи транспортні, енергетичні, водогосподарські та комунальні об'єкти, формують основу економічного розвитку країни, проте їх реалізація часто призводить до значних екологічних наслідків.

Особливої уваги потребує вплив інфраструктурних проєктів на водні об'єкти, оскільки водні екосистеми є одними з найбільш вразливих до антропогенного впливу. Закономірності такого впливу включають зміни гідрологічного режиму, погіршення якості води, порушення морфології водотоків та деградацію водних екосистем.

У Законі України «Про оцінку впливу на довкілля» передбачено розділ «опис виправданих альтернатив (наприклад, географічного та/або технологічного характеру) планованої діяльності,

основних причин обрання запропонованого варіанта з урахуванням екологічних наслідків» [2]. Цей розділ має важливе значення для донесення інформації про технічні альтернативи, що розглядалися для проекту. Вибір альтернативи має здійснюватись, з урахуванням критеріїв, зрозумілих широкому колу зацікавлених сторін. Важливість розробки критеріїв для ОВД є критичним для підвищення прозорості та сприяння участі громадськості у процесі прийняття рішень щодо впровадження проектних рішень. Проте відсутність уніфікованих критеріїв та методів такого порівняння ускладнює прийняття обґрунтованих рішень.

Дослідженнями індикаторів екологічної безпеки території займалися В.М. Лагутін, В.В.Анікієв, П.В.Захарова, О.В. Бикова, М.Х. Царану, Т.І. Крилова та ін., проблематику оцінки впливу на довкілля в своїх наукових працях розглядали О.В. Матухно, В.В. Шаравара, О.О. Бондаренко, О.Г. Тарасова, І.М. Барна. Однак питання розробки комплексної системи критеріїв оцінки планованої діяльності інфраструктурних проектів на етапі проектування, особливо в контексті впливу на водні об'єкти та порівняння технічних альтернатив, залишаються недостатньо вивченими.

Результати і пояснення. Розвиток масштабної інфраструктури має вирішальне значення для економічного зростання та суспільного прогресу, але часто створює значні екологічні проблеми [3]. Проекти, такі як автомагістралі, дамби та розширення міст, можуть призвести до вирубки лісів, втрати середовища існування біорізноманіття, ерозії ґрунту, забруднення повітря та води, а також викидів парникових газів. Розробка ефективної методології оцінки впливу потребує урахування технічних характеристик різних типів інфраструктурних об'єктів та специфіки їх взаємодії з компонентами довкілля.

Інфраструктурні проекти за характером впливу на довкілля можна класифікувати на лінійні, точкові, площинні та водогосподарські об'єкти (рис. 1)

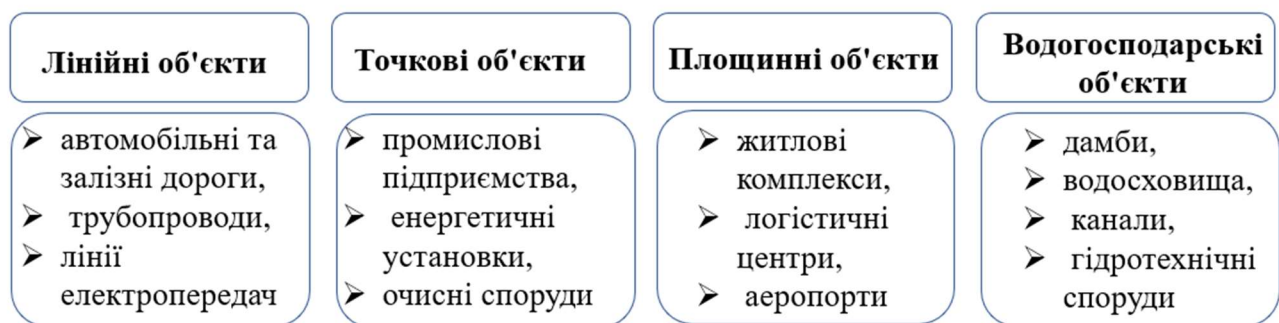


Рисунок 1 – Класифікація інфраструктурних проектів
Figure 1 – Classification of infrastructure projects

Лінійні інфраструктурні об'єкти характеризуються великою протяжністю при відносно незначній ширині та створюють певні форми екологічного впливу. Автомобільні та залізничні магістралі, трубопроводи та лінії електропередач створюють ефект бар'єру, що, як наслідок, спричиняє фрагментацію природних екосистем, а також порушення міграційних коридорів фауни. Взаємодія між цими спорудами та ґрунтовим покривом проявляється в процесах ущільнення, а також водної та вітрової ерозії, які відбуваються вздовж транспортних коридорів. Забруднення атмосферного повітря

відбувається через викиди забруднюючих речовин транспортними засобами, утворення пилу та зміни місцевих повітряних потоків.

Промислові підприємства, електростанції, аеропорти відносяться до категорії точкових об'єктів інфраструктури з концентрованим впливом на обмеженій території, але вплив може поширюватися на великі відстані. Забруднюючі речовини, з якими взаємодіє атмосферне повітря, реалізуються як точкові та організовані джерела викидів, створення теплового острова та акустичного шуму. Вплив на водні ресурси відбувається через скиди стічних вод, теплове забруднення, порушення гідрологічного режиму водойм. Ґрунтовий покрив деградує через хімічне забруднення, ущільнення важкими машинами та накопичення промислових відходів.

Масштабні зміни ландшафтної структури в межах території розвиваються під впливом функціонування площинних об'єктів інфраструктури, такими як міська забудова, промислові зони, кар'єри. Вплив відбувається через ущільнення ґрунтового покриву та змін мікрокліматичних умов. До числа впливів гірничих комплексів відносяться порушення геологічної будови, а також зміни рівня ґрунтових вод і техногенних форм рельєфу. Переміщення природних біоценозів і створення антропогенних екологічних ніш характеризують взаємодію з біотичними компонентами середовища.

Гідротехнічні споруди, водосховища і меліоративні системи істотно впливають на гідрологічні процеси і водну екосистему. Взаємодія з поверхневими водами відбувається шляхом регулювання умов течії гідродинамічного режиму та температурної стратифікації у водоймах. Вплив на підземні водоносні горизонти пов'язаний зі зміною тиску, порушенням природного кругообігу, затопленням прилеглих територій. Прибережні та водно-болотні екосистеми трансформуються як функція трансформації гідрологічного режиму, яка спричиняє сукцесійні зміни серед рослинних угруповань і перериває цикл розмноження водних організмів.

Критерії та показники впливу інфраструктурних проєктів на довкілля систематизують за такими аспектами: *об'єкт оцінювання* (за локацією; за місцем; за будівництвом (експлуатацією, ремонтом); *стадія життєвого циклу об'єкту* (типові для нових; типові для вже існуючих); *тип інформації, що оцінюється* (критерії, в основу яких покладено заплановані чи розраховані показники; критерії, які базуються на вимірних або інших фактичних даних); *характеристика впливу* (прямий чи опосередкований); *складність* (критерії, представлені одним параметром, критерії, що описуються багатьма параметрами; *характер процесу оцінювання* (кількісні, описові, якісні); *система просторових обмежень* (глобальні, регіональні, локальні); *система часових обмежень* (зафіксований вплив протягом наступних 100 років, короткочасний вплив) [4].

Процес проєктування інфраструктурних об'єктів передбачає розгляд альтернативних технічних рішень, які можуть суттєво відрізнитися за характером та масштабом впливу на довкілля. Порівняльну оцінку технічних альтернатив пропонується здійснювати з використанням спеціалізованих критеріїв, що дозволить обґрунтовано обрати варіант з найменшим негативним впливом на екосистеми та компоненти навколишнього середовища.

Критерії оцінки впливу на довкілля реалізації проєкту та критерії порівняння його технічних альтернатив мають важливі відмінності у своєму призначенні та використанні. Критерії оцінки проєкту спрямовані на знаходження абсолютних показників впливу на фактори природи та встановлення відповідності нормам екологічної безпеки, тоді як критерії порівняння альтернатив зосереджені на відносній оцінці плюсів і мінусів різних технічних варіантів. Перша група критеріїв

передбачає фіксовані межові значення та стандарти якості навколишнього середовища, а друга – ґрунтується на аналізі для порівняння і ранжуванні альтернатив за ступенем екологічної прийнятності (рис. 2).

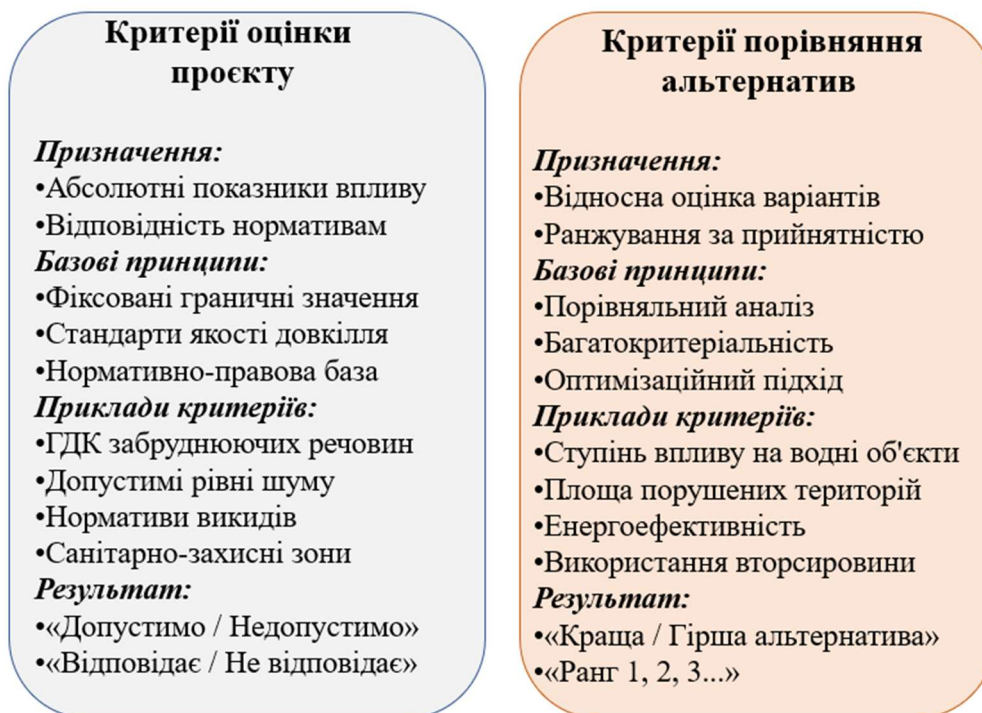


Рисунок 2 – Критерії оцінки впливу на довкілля. Основні відмінності
Figure 2 – Environmental impact assessment criteria. Main differences

Для порівняння технічних альтернатив інфраструктурних проектів застосовується багатокритеріальний аналіз, що дозволяє комплексно оцінити екологічні, технічні та економічні аспекти кожної альтернативи

Для кожного *i*-го критерію (наприклад, «вплив на якість водних ресурсів», «вплив на атмосферне повітря» тощо) проводиться експертна оцінка за вісьмома параметрами:

Небезпека впливу – оцінює потенційну загрозу для здоров'я людини та стану екосистем. Враховується токсичність речовин, ймовірність аварійних ситуацій, незворотність змін у довкіллі.

Відповідність законодавчим вимогам – характеризує ступінь дотримання нормативно-правових актів у сфері охорони довкілля, санітарних норм, міжнародних стандартів.

Громадська думка – відображає рівень занепокоєння населення, активність громадських організацій, результати громадських слухань та консультацій.

Масштаб впливу – визначає просторові межі поширення впливу (локальний, регіональний, національний), кількість уражених об'єктів та територій.

Фінансові витрати – оцінює економічні наслідки впливу, включаючи витрати на відновлення, компенсацію збитків, запобіжні заходи.

Інноваційні технології – характеризує використання сучасних екологічно чистих технологій, методів мінімізації впливу, альтернативних рішень.

Тривалість впливу – визначає часові рамки дії впливу: короткострокові (до 1 року), середньострокові (1-10 років), довгострокові (понад 10 років).

Можливість управління – оцінює здатність контролювати та регулювати вплив, ефективність запобіжних заходів, можливість швидкого реагування на зміни.

Кожен з параметрів оцінюється за бальною шкалою від 0 до 3, де:

0 балів – відсутність впливу або мінімальне значення

1 бал – слабкий вплив або низьке значення

2 бали – помірний вплив або середнє значення

3 бали – сильний вплив або високе значення

Інтегральна оцінка розраховується як зважена сума всіх параметрів з урахуванням їх відносної важливості для конкретного типу впливу.

Для систематизації оцінки альтернатив використовується матриця рішень (табл. 1).

Таблиця 1 – Матриця порівняння альтернатив

Table 1 – Matrix of comparison of alternatives

Критерій	Альтернатива 1	Альтернатива 2	Альтернатива n	Вага
К атмосфера	a ₁₁	a ₁₂	a _{1n}	w ₁
К вода	a ₂₁	a ₂₂	a _{2n}	w ₂
К ґрунт	a ₃₁	a ₃₂	a _{3n}	w ₃
...

Інтегральна оцінка альтернативи розраховується як:

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_i \cdot a_{ij} \quad (1)$$

Система базових критеріїв для інфраструктурних проєктів наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Базові критерії оцінки впливу інфраструктурних проєктів на довкілля

Table 2 – Basic criteria for assessing the environmental impact of infrastructure projects

Категорія критерію	Показник	Лінійні об'єкти	Точкові об'єкти	Площинні об'єкти	Водогосп. об'єкти
Атмосферне повітря	Викиди забруднюючих речовин	XX	XXX	XX	X
	Викиди парникових газів	XX	XXX	XX	X
	Концентрація твердих частинок	XX	XX	X	XX
Водні ресурси	Якість поверхневих вод	X	XXX	XX	XXX
	Якість підземних вод	XX	XXX	XX	XX

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА /
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY**

Категорія критерію	Показник	Лінійні об'єкти	Точкові об'єкти	Площинні об'єкти	Водогосп. об'єкти
	Гідрологічний режим	X	X	X	XXX
	Морфологія водотоків	XX	X	X	XXX
	БСК/ХСК води	X	XXX	XX	XX
Ґрунти та геологія	Забруднення ґрунтів	XX	XXX	XX	X
	Ерозійні процеси	XX	X	X	XX
	Геологічна стабільність	X	XX	XX	XXX
Біорізноманіття	Фрагментація екосистем	XXX	X	XX	XX
	Водні екосистеми	XX	XX	X	XXX
	Міграційні шляхи тварин	XXX	X	XX	XX
Фізичні фактори	Шумове забруднення	XXX	XX	XX	X
	Вібраційний вплив	XX	XX	XX	X
	Електромагнітні поля	XX	XXX	X	X
Соціальне середовище	Транспортна доступність	XXX	XX	XXX	X
	Рекреаційна цінність	XX	X	XX	XXX
	Культурна спадщина	XX	XX	XX	XX

Позначення:

- XXX – критичний вплив (первинний критерій оцінки)
- XX – значний вплив (важливий критерій)
- X – помірний вплив (додатковий критерій)

Розглянемо застосування розроблених критеріїв для оцінки альтернативних варіантів будівництва мостового переходу через річку середнього розміру (ширина 180 м) в рамках реконструкції автомобільної дороги державного значення. Ділянка проходить у водоохоронній зоні річки з цінними рибогосподарськими угіддями.

Альтернатива 1: Балковий міст з проміжними опорами у воді (3-прольотна конструкція)

Альтернатива 2: Вантовий міст з одним прольотом над річкою (однопрольотна конструкція без опор у воді)

Таблиця 3 – Порівняльна оцінка альтернатив за критеріями впливу на водні об'єкти

Table 3 – Comparative assessment of alternatives according to the criteria of impact on water bodies

Критерій	Балковий міст	Вантовий міст	Вага
Гідрологічний режим			
Зміна швидкості течії	8	1	0,25
Вплив на льодохід та паводки	9	0	0,20
Зміна рівневого режиму	6	0	0,15
Якість води під час будівництва			
Каламутність від робіт у воді	12	3	0,15
Забруднення нафтопродуктами	8	4	0,10
Морфологія русла			
Ерозія дна біля опор	10	0	0,10
Вплив на міграцію риби	7	1	0,05

Інтегральна оцінка а критеріями впливу на водні об'єкти:

- Балковий міст: 8,25 балів (гірший)
- Вантовий міст: 1,40 балів (кращий)

Найкращою за комплексними критеріями є альтернатива вантового мосту, що забезпечує мінімальний вплив на водний об'єкт та його екосистему при дещо вищих економічних витратах.

Висновки. Використання запропонованого способу оцінки технічних альтернатив об'єкту планованої діяльності з багатьма критеріями дозволяє вибрати менш шкідливу альтернативу на основі числових розрахунків та прозорого пояснення. Важлива перевага такого підходу є можливість для всіх зацікавлених груп бачити реальні обчислення, зрозуміти які саме критерії були оцінені, яка вага була дана кожному з них, та як утворився остаточний результат. Це підвищує довіру до процесу прийняття рішень і дозволяє громадськості усвідомлено брати участь у слуханнях по питанням впливу на довкілля. Крім того структурований спосіб порівняння альтернатив мінімізує суб'єктивність при виборі найкращого варіанту реалізації інфраструктурних проєктів і забезпечує наукове врахування екологічних факторів на етапі планування.

Перелік посилань

1. Wang Y and Pan X. Application of the environmental impact assessment provisions under the BBNJ Agreement in high seas marine protected area: challenges and suggestion. *Frontiers in Marine Science*. 12:1589936. (2025) doi: 10.3389/fmars.2025.1589936

2. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII // База даних Законодавство України / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення: 03.09.2025).

3. McCall, Andrei. Assessment and Mitigation of Environmental Impacts in Large-Scale Infrastructure Development. (2024). URL: https://www.researchgate.net/publication/387311604_Assessment_and_Mitigation_of_Environmental_Impacts_in_Large-Scale_Infrastructure_Development (дата звернення: 01.08.2025).

4. Khrutba, V., Morozova, T., Kharchenko, A., Rutkovska, I., Herasymenko, A. Environmental Impact Assessment of the Planned Activity of Aviation Transport. In: Boichenko, S., Yakovlieva, A., Zaporozhets, O., Karakoc, T.H., Shkilniuk, I., Dalkiran, A. (eds) *Sustainable Transport and Environmental Safety in Aviation . Sustainable Aviation*. Springer, Cham.. (2023). https://doi.org/10.1007/978-3-031-34350-6_3.

CRITERIA FOR EVALUATING PLANNED ACTIVITIES FOR THE IMPLEMENTATION OF INFRASTRUCTURE PROJECTS AT THE DESIGN STAGE

Khurutba Viktoriia O., National Transport University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, e-mail: v.khurutba@ntu.edu.ua, tel.: +380442885100, Ukraine, 01010, Kyiv, 1 М. Omelianovycha-Pavlenka Str., <https://orcid.org/0000-0002-8121-2042>

Rutkovska Inessa A., National Transport University, Ph.D., Professor of the Department of System Design of Transport Infrastructure and Geodesy, e-mail: nttn@i.ua, tel.: +380442800813, <https://orcid.org/0000-0001-7832-4222>

Khurutba Yuliia S., Zhytomyr Polytechnic State University, Ph.D., Doctoral Candidate at the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, e-mail: hrutbaj@gmail.com, тел. +380956615360, Ukraine, 10005, Zhytomyr, 103 Chudnivska St., <https://orcid.org/0000-0002-3419-8364>.

Abstract. An environmental impact assessment is a key document submitted to initiate the formal institutional decision-making process for the implementation of a planned activity. Today, there is a growing body of research on environmental impact assessments (EIAs), much of which is based on practice or aimed at its development. This procedure is widely used in developed countries and is being actively implemented in developing countries, confirming its effectiveness. The main advantage of the EIA procedure is the ability to comprehensively consider the impact of infrastructure projects and technical alternatives on the environment at the early stages of design. It is important to reflect in the EIA report the criteria used to evaluate technical alternatives in order to ensure the transparency of the process and enable the public to understand the rationale for choosing the most environmentally acceptable alternative for a specific infrastructure project. The issue of assessing the impact of infrastructure projects on water bodies is particularly relevant, as aquatic ecosystems are most vulnerable to anthropogenic impacts and require special approaches to assessment. The lack of unified criteria for assessing technical alternatives complicates the process of making environmentally sound decisions.

The article is devoted to the development of a system of criteria for assessing the planned activities of infrastructure projects at the design stage as part of the environmental impact assessment procedure. The peculiarities of forming criteria for different types of infrastructure objects are considered, with a special emphasis on the impact on water objects. A methodology for comparing technical alternatives based on multi-criteria analysis is proposed. A system of indicators for assessing the impact on the aquatic environment has been developed, including the quality of surface and groundwater, the hydrological regime, and morphological changes in watercourses. A practical example of the application of the developed criteria for evaluating alternative solutions for an infrastructure project is presented. The scientific novelty of the work lies in the development of a comprehensive system of criteria adapted to the specifics of different types of infrastructure facilities. Particular attention is paid to the criteria for assessing the impact on the hydrological regime, water quality, and morphology of watercourses, which allows for a more accurate prediction of the environmental consequences of the planned activity.

Keywords: infrastructure projects; environmental impact assessment; assessment criteria; technical alternatives; water bodies; communication with stakeholders

References

1. Wang Y and Pan X. Application of the environmental impact assessment provisions under the BBNJ Agreement in high seas marine protected area: challenges and suggestion. *Frontiers in Marine Science*. 12:1589936. (2025) <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1589936> [in English].
2. Pro otsinku vplyvu na dovkillia: Zakon Ukrainy vid 23.05.2017 № 2059-VIII // Baza danykh Zakonodavstvo Ukrainy / Verkhovna rada Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (data zvernennia: 03.09.2025) [in Ukrainian].
3. Mccall, Andrei. Assessment and Mitigation of Environmental Impacts in Large-Scale Infrastructure Development. (2024). URL: https://www.researchgate.net/publication/387311604_Assessment_and_Mitigation_of_Environmental_Impacts_in_Large-Scale_Infrastructure_Development (data zvernennia: 01.08.2025) [in English].
4. Khrutba, V., Morozova, T., Kharchenko, A., Rutkovska, I., Herasymenko, A. Environmental Impact Assessment of the Planned Activity of Aviation Transport. In: Boichenko, S., Yakovlieva, A., Zaporozhets, O., Karakoc, T.H., Shkilniuk, I., Dalkiran, A. (eds) *Sustainable Transport and Environmental Safety in Aviation. Sustainable Aviation*. Springer, Cham. (2023). https://doi.org/10.1007/978-3-031-34350-6_3 [in English].