

УДК 504.064.36

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5843/2026-1-6>

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛАНДШАФТНОЇ ОБОЛОНКИ ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ НА ПРИКЛАДІ КРИВОРІЗЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО БАСЕЙНУ

Шерстюк Наталія Петрівна

доктор географічних наук, професор,

професор кафедри географії,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна

ORCID ID: 0000-0002-1541-5570

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю розробки та впровадження ефективних методичних підходів для об'єктивної оцінки екологічного стану ландшафтної оболонки регіонів з інтенсивним гірничодобувним виробництвом, що є критично важливим для прийняття управлінських рішень та забезпечення сталого розвитку. **Предметом дослідження** є комплексна екологічна оцінка стану ландшафтної оболонки гірничодобувних регіонів на прикладі водозбірних басейнів річок Інгулець та Саксагань у межах Криворізького залізорудного басейну. **Мета дослідження** – аналіз методології оцінки екологічних показників ландшафтної оболонки та їх розрахунки. **Методологія дослідження:** під час проведення дослідження застосовано як загальнонаукові методи (системний аналіз, методи аналізу та синтезу, індукції та дедукції, аналогії, наукового узагальнення, співставлення та порівняння), так і географічні (картографічний, порівняльно-географічний). Для оцінки стану ландшафтної оболонки використано три основні показники: ступінь порушення екологічної рівноваги (відношення площі порушених земель (ПЗ) до еколого-стабілізуючих (ЕСЗ)); коефіцієнт антропогенного навантаження; коефіцієнт екологічної стабільності території (стійкість до деградації). **Результати дослідження:** виявлено, що екологічний стан ландшафтів критичний (3 бали); рівень антропогенного навантаження підвищений (3,04–3,23); коефіцієнт екологічної стабільності – 0,35, що свідчить про нестійко стабільний стан. **Практичне значення:** отримані результати є основою розробки природоохоронних заходів. **Висновки:** запропоновано та використано методичні підходи до оцінки стану ландшафтної оболонки гірничодобувних регіонів. **Перспективи подальших досліджень** полягають у включенні запропонованих методичних підходів у комплексну методологію з оцінки екологічного стану ландшафтної оболонки.

Ключові слова: ландшафтна оболонка, антропогенний вплив, інтегральні показники, екологічний стан, екологічна стабільність.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE ECOLOGICAL STATE OF THE LANDSCAPE ENVELOPE OF MINING REGIONS USING THE EXAMPLE OF THE KRYVORYZK IRON ORE BASIN

Sherstiuk Natalia Petrivna

Doctor of Geographical Sciences, Professor,

Professor at the Department of Geography,

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-1541-5570

The relevance of the study is due to the need to develop and implement effective methodological approaches for objective assessment of the ecological state of the landscape envelope of regions with intensive mining production, which is critically important for making management decisions and ensuring sustainable development. **The subject of the study** is a comprehensive ecological assessment of the state of the landscape envelope of mining regions using the example of the catchment basins of the Ingulets and Saksagan rivers within the Kryvyi Rih iron ore basin. **Purpose of the study:** analysis of the methodology for assessing the ecological indicators of the landscape envelope and their calculations. **Research methodology:** when conducting the study, both general scientific methods (system analysis, methods of analysis and synthesis, induction and deduction, analogy, scientific generalization, collation and comparison) and geographical (cartographic, comparative-geographical) were used. Three main indicators

were used to assess the state of the landscape envelope: the degree of violation of ecological balance (ratio of the area of disturbed lands (PL) to ecologically stabilizing (ESL)); anthropogenic load coefficient; coefficient of ecological stability of the territory (resistance to degradation). **Research results:** It was found that the ecological state of the landscapes is critical (3 points); the level of anthropogenic load is increased (3.04–3.23); the coefficient of ecological stability is 0.35, which indicates an unstable stable state. **Practical significance:** the results obtained are the basis for the development of environmental protection measures. **Conclusions:** methodological approaches to assessing the state of the landscape envelope of mining regions have been proposed and used. **The prospect of further research** is to include the proposed methodological approaches in a comprehensive methodology for assessing the ecological state of the landscape envelope.

Keywords: landscape envelope, anthropogenic impact, integral indicators, ecological state, ecological stability.

Постановка проблеми. Гірничодобувна діяльність є одним із найбільш потужних антропогенних чинників трансформації ландшафтної оболонки Землі. Інтенсивна експлуатація мінеральних ресурсів призводить до глибоких і часто незворотних змін у структурі та функціонуванні ландшафтної оболонки, що створює низку екологічних, соціально-економічних та геоекологічних проблем. Видобуток корисних копалин супроводжується порушенням цілісності ландшафтної оболонки, руйнуванням природних геосистем, зміною рельєфу та формуванням техногенних ландшафтів із принципово новими властивостями. Водночас існує значний дефіцит комплексних досліджень та оцінок стану ландшафтної оболонки таких регіонів, які б всебічно оцінювали стан та динаміку техногенних ландшафтів, визначали закономірності їх формування й еволюції, прогнозували подальші зміни ландшафтної структури [1].

Основна наукова проблема полягає у необхідності розробки теоретико-методологічних основ комплексного дослідження й оцінки стану ландшафтної оболонки гірничодобувних регіонів, що є основою розробки комплексу природоохоронних заходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінка інтегрального антропогенного навантаження в ландшафтній оболонці здійснюється методом експертних оцінок, бальним методом і на основі розрахункових формул.

Бальний метод є досить поширеним. Так, В. К. Слюсаренко оцінює забруднення повітря / вод за трибальною системою, а трансформацію ґрунтів – за співвідношенням порушених територій до загальної площі

[2]. І. Б. Койнова використовувала сумарне бальне оцінювання (за 5-бальною шкалою) для 13 критеріїв навантаження (враховуючи транспортний і поселенський вплив) для визначення гостроти екологічної ситуації на Волинському Поліссі [3]. Л. Т. Наливайко оцінює вплив у балах за показниками еродованості, забруднення вод / атмосфери, радіоактивного забруднення та лісистості, застосовуючи коефіцієнти вагомості [4]. Оцінка стану агроландшафтів проводиться через розрахунок екологічної стійкості, тобто здатності агроландшафту протистояти змінам під дією різноманітних зовнішніх чинників впливу, зберігати структуру й особливості функціонування за зміни умов середовища, антропогенного навантаження (сільськогосподарського виробництва) [5].

Інший підхід до оцінки антропогенного перетворення природно-територіальних комплексів (ПТК) запропонували Ф. М. Мільков (1973) і П. Г. Шищенко (1988). Ф. М. Мільков оцінює ступінь трансформації за процентним співвідношенням природних та змінених ПТК, виділяючи чотири типи ландшафтів (від антропогенного до природного). П. Г. Шищенко (1988) доповнив цей підхід, враховуючи також ступінь змінності геосистем [6]. За методикою П. Г. Шищенко авторкою розрахований коефіцієнт антропогенного перетворення ландшафтів у межах водозбірних басейнів річок Інгулець і Сакагань Криворізького гірничо-промислового регіону [7].

Розрахункові формули та коефіцієнти запропонував М. Д. Гродзинський для розрахунку індустріального, транспортного, аграрного та рекреаційного навантажень [8]. Б. І. Кочуров та Ю. Г. Іванов деталізували

сільськогосподарське навантаження (технічне, хімічне, тваринницьке, меліоративне, господарське) [2; 9]. Л. Л. Мединська (2001) використовує коефіцієнт порушеності земель (відношення площі порушених земель до загальної площі району) з урахуванням енергетичних, промислових, сільськогосподарських і транспортних впливів [10].

У зарубіжній літературі для оцінки антропогенного навантаження та стійкості територій використовується поняття «екологічного сліду» [11; 12].

Концепцію екологічного сліду вперше запропоновано у 1990-х роках. Модель екологічного сліду порівнює біопродуктивні землі та водні площі, перетворені для людського споживання ресурсів, виробництва та послуг (а саме екологічний слід), використовуючи коефіцієнти еквівалентності з доступними біопродуктивними землями та водними площами, скоригованими на коефіцієнти врожайності на місцевому, регіональному або глобальному рівнях для заданих популяцій, економічних рівнів або виробничих технологій, для оцінки стійкості екосистеми.

На сучасному етапі досліджень антропогенних перетворень у ландшафтній оболонці широко використовуються аерокосмічні методи, що фіксують забруднення повітря та вод (шлейфи, плями), а також порушення середовища від стихійних явищ [13].

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є аналіз методологічної бази з інтегрування, ранжування та нормування екологічних показників, що характеризують стан водозбірних басейнів Інгульця та Саксагані в межах Криворізького залізорудного басейну.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для оцінки антропогенного перетворення ландшафтної оболонки за всіма методами на першому етапі необхідно виділити її частину. Це може бути як адміністративний район, так і територія, що має певні природні межі, як-от водозбірний басейн.

Попередніми дослідженнями [7] за методикою П. Г. Шищенка розраховано коефіцієнти антропогенного перетворення ланд-

шафтів водозбірних басейнів річок Інгулець і Саксагань у межах Криворізького залізорудного басейну (рис. 1).

Коефіцієнт антропогенного перетворення ландшафтів враховує площу (у відсотках), ранг (ступінь перетворення) та глибину перетворюваності ландшафтів за різними видами природокористування (сільське господарство, промисловість, населені пункти тощо). Для його обчислення використовується формула, що враховує кількість видів природокористування (n), площу рангу (p_i) та індекси рангу (r_i) та глибини перетворення (q_i). Водозбірний басейн р. Саксагань має коефіцієнт антропогенного перетворення ландшафтів 8,0, водозбірний басейн р. Інгулець – 7,68, що дає змогу віднести їх до дуже сильно перетворених.

За всієї глибини врахування антропогенних впливів на ландшафт за методикою П. Г. Шищенка цей коефіцієнт не дає оцінки його екологічного стану, а що найважливіше – екологічної стійкості.

Екологічну стійкість можна трактувати як здатність організованих систем різного рівня (популяцій, видів, біогеоценозів, біосфери) протидіяти сукупному впливові людства на природне середовище, різні компоненти якого перебувають у динамічній рівновазі.

Розуміння й оцінка саме екологічної стійкості ландшафтної оболонки загалом та її частин у природних межах повністю відповідає концепції сталого розвитку.

Оцінка екологічної стійкості активно впроваджується для агроландшафтів [5; 14], але в природних межах ландшафтної оболонки (водозбірні басейни) найчастіше розташовуються як сільськогосподарські, так і селітебні та промислові землі.

Для оцінки впливу якісного складу земель різного використання на екологічну стабільність території потрібно провести розрахунок коефіцієнтів екологічної стабільності території, екологічного стану ландшафтів за співвідношенням земель, коефіцієнтів антропогенного навантаження для водозбірних басейнів річок Інгулець і Саксагань у межах Криворізького залізорудного басейну.

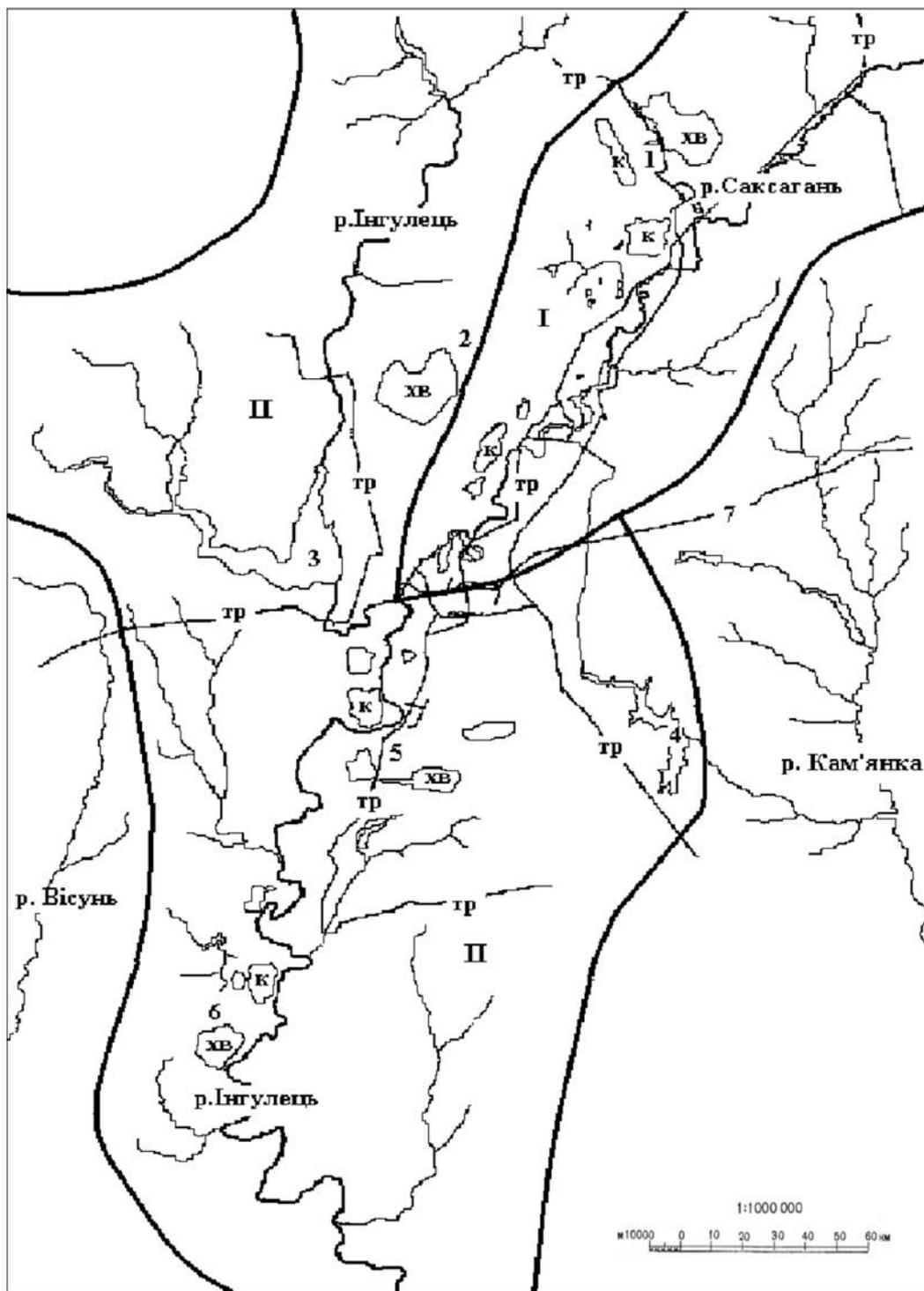


Рис. 1. Картохема території водозбірних басейнів річок Інгулець і Саксагань у межах Криворізького гірничодобувного регіону

Умовні позначення:

- межі водозбірних басейнів (області досліджень); **I** – водозбірний басейні р. Саксагань; **II** – водозбірний басейн р. Інгулець; **хв** – хвотосхосховище; **к** – кар'єр; **тр** – транспортна магістраль; **1** – Північний гірничо-збагачувальний комбінат; **2** – Центральний гірничо-збагачувальний комбінат; **3** – Карачунівське водосховище; **4** – Південне водосховище; **5** – Південний гірничо-збагачувальний комбінат; **6** – Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат

Територія досліджень обмежена водозбірними басейнами річок Інгулець і Саксагань. Найбільш потужний вплив на довкілля у межах цієї території надає гірничодобувна промисловість. Криворізький гірничо-промисловий регіон має специфічну будову: з півночі на південь його протяжність становить 126 км у довжину і в деяких місцях усього 20 км у ширину. Основні галузі промисловості: гірничодобувна промисловість (Південний гірничо-збагачувальний комбінат (ГЗКа), Інгулецький ГЗК, Новокириворізький ГЗК, Північний ГЗК), діючі шахти з видобування залізної руди; чорна металургія; машинобудування; хімічна промисловість; харчова промисловість.

Для досліджуваного району Криворізького залізничного басейну відмічаються істотні порушення в розвитку природної обстановки і, як наслідок, складні природно-екологічні умови, обумовлені тривалим цілеспрямованим антропогенним впливом на один з основних компонентів ландшафтної оболонки – літогенну основу. Господарська діяльність тут пов'язана як із сільським господарством, так і з розробкою корисних копалин відкритим способом, промисловістю, будівництвом і благоустроєм міст, а також з іншими видами діяльності людини. Інтенсивність господарської діяльності безупинно зростала протягом останніх десятиліть.

У дослідженні екологічного образу досліджуваного району використовувалися кар-

тографічні моделі, що являють собою серію карт, які описують характер впливу антропогенно обумовлених факторів на стан природно-техногенних ландшафтів [7].

За результатами аналізу побудованих карт виділені площі земель різного природокористування (табл. 1).

Територія досліджень охоплює площі водозбірних басейнів Інгульця (1561,14 км²) та Саксагані (515,36 км²) у межах Криворізького гірничодобувного району.

1. Оцінку екологічного стану ландшафтів виконано за ступенем порушення екологічної рівноваги у співвідношенні порушених земель (ПЗ) до сумарної площі еколого-стабілізуючих земель (ЕСЗ) згідно з модифікованою шкалою (табл. 2) [16]. До еколого-стабілізуючих земель (територій) віднесено: 1) ліси природного походження та природоохоронні території; 2) пасовища та сінокоси. Усі інші землі віднесені до порушених.

Використання модифікованої п'ятибальної шкали дає змогу визначити, яким є сучасний екологічний стан ландшафтів, за допомогою пропорції (ПЗ:ЕСЗ) і виділити згідно з градаціями шкали в межах території дослідження, ландшафти яких різняться за екологічними станом та стійкістю проти деградації. Екологічний стан та стійкість до деградації будь-якої території залежать не тільки від рівня антропогенного навантаження, а й від інтенсивності використання

Таблиця 1

Розподіл площ із різним типом природокористування (%) у межах басейнів річок Інгулець і Саксагань Криворізького гірничодобувного району

Види природокористування	Водозбірний басейн	
	Річка Інгулець	Річка Саксагань
Природоохоронні території	0,1	0,3
Ліси	0,5	0,8
Пасовища і сінокоси	45,6	45,1
Сади і виноградники	2,6	2,3
Орні землі	18,2	16,0
Сільські населені пункти	13,7	12,2
Міста	6,3	7,4
Водосховища та канали	3,2	2,9
Транспортні магістралі	1,8	1,6
Промислові землі	4,2	7,2
Видобуток корисних копалин	3,8	4,2

Шкала для оцінки екологічного стану ландшафтів за співвідношенням земель

Питома маса угідь, % до сумарної площі ПЗ + ЕСЗ		Екологічний стан ландшафтів	Оцінка, бал	Екотип території
ПЗ	ЕСЗ (еколого- стабілізуючі землі)			
< 20	> 80	Оптимальний	1	0
20 : 36	64 : 80	Задовільний	2	I
37 : 55	45 : 63	Критичний	3	II
56 : 70	30 : 44	Кризовий	4	III
> 70	< 30	Катастрофічний	5	IV

всіх видів земель і ступеня антропогенної трансформації природних елементів ландшафту. Оптимальні параметри пропорції ПЗ : ЕСЗ, коли питома вага природних компонентів ландшафту становить 80–100 %, а частка порушених земель – менше за 20 %, властиві так званим еталонним ландшафтам, що перебувають у стані екологічної рівноваги (0-й екотип).

Питому вагу показників ПЗ та ЕСЗ розраховано у відсотках від загальної сумарної площі порушених та еколого-стабілізуючих земель за формулами:

$$ПЗ = \frac{S_{ПЗ}}{S_{ПЗ} + S_{ЕСЗ}} \cdot 100, \quad (1)$$

$$ЕСЗ = \frac{S_{ЕСЗ}}{S_{ПЗ} + S_{ЕСЗ}} \cdot 100, \quad (2)$$

де $ПЗ$ – питома вага порушених земель у загальній площі ($S_{ПЗ+ЕСЗ}$), %; $S_{ПЗ}$ – площа порушених земель, км²; $S_{ЕСЗ}$ – площа еколого-стабілізуючих земель, км²; $ЕСЗ$ – питома вага еколого-стабілізуючих земель у загальній площі, %.

Площа екологічно-стабілізуючих земель водозбірного басейну р. Інгулець становить 0,6 + 45,6 = 46,2 %; водозбірного басейну р. Саксагань – 1,1 + 45,1 = 46,2 %. Відповідно до таблиці 2 *екологічний стан ландшафтів оцінюється як критичний*, бал 3; екотип II.

2. Коефіцієнт антропогенного навантаження. Базовими якісними показниками, які вказують на екологічну збалансованість ландшафтів, їх стійкість і ступінь перетворення під впливом господарської діяльності, є коефіцієнти антропогенного навантаження й екологічної стабільності.

Коефіцієнт антропогенного навантаження ($K_{a.n.}$) характеризує, наскільки великий вплив має діяльність людини на стан довкілля, у тому числі і на земельні ресурси. Цей коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_{a.n.} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot B_i)}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (3)$$

де P_i – площа земель з відповідним рівнем антропогенного навантаження, км²; B_i – бал, відповідної i -ї площі з певним рівнем антропогенного навантаження. Згідно з дослідженнями А. М. Третяка [16], землі промисловості, транспорту, населених пунктів мають 5 балів; орні землі, багаторічні насадження – 4; природні кормові угіддя, залужені балки – 3; лісосмуги, чагарники, ліси, болота, землі під водою – 2; мікрозаповідники – 1 бал.

За результатами розрахунків $K_{a.n.}$ (Інгулець) = 3,04 *рівень антропогенного навантаження підвищений*; $K_{a.n.}$ (Саксагань) = 3,23 *рівень антропогенного навантаження підвищений*.

3. Оцінка впливу складу угідь на екологічну стабільність території, стійкість якої залежить від сільськогосподарського освоєння земель, розораності та інтенсивності використання угідь, проведення меліоративних і культуртехнічних робіт, забудови території, характеризується коефіцієнтом екологічної стабільності.

Загальний коефіцієнт екологічної стабільності території $K_{E.C.}$ розраховується за формулою:

$$K_{E.C.} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot K_{li})}{\sum_{i=1}^n P_i} \right) \cdot K_p, \quad (4)$$

де K_{ii} – коефіцієнт екологічної стабільності земель i -го виду (табл. 3); P_i – площа земель i -го виду; K_p – коефіцієнт морфологічної стабільності рельєфу ($K_p = 1$ для стабільних і $K_p = 0,7$ для нестабільних територій). Вважається, що територія досліджень має морфологічну стабільність рельєфу, $K_p = 1$.

Таблиця 3

Значення коефіцієнтів екологічних властивостей різних типів земель (K_{ii}) [5]

Землі	K_{ii}
Рілля	0,14
Сади та виноградники	0,29
Лісосмуги	0,38
Багаторічні насадження, чагарники	0,43
Городи	0,50
Сіножаття	0,62
Пасовища	0,68
Ставки та болота природного походження	0,79
Ліси природного походження та природоохоронні території	1,00
Сільська забудована територія і дороги	0,00
Міста	0,00
Водосховища і канали	0,00
Промислові землі	0,00
Видобуток корисних копалин	0,00

Виконані розрахунки з визначення коефіцієнта екологічної стабільності досліджуваної території для водозбірних басейнів річок Інгулець і Саксагань, $K_{E.C.}$ дорівнює 0,35 для обох територій.

Для інтерпретації отриманого значення коефіцієнта екологічної стабільності використовується таблиця 4 [16].

Таблиця 4

Шкала градації величини коефіцієнту екологічної стабільності земельної території

Екологічна стабільність	Величина коефіцієнта екологічної стабільності земельної території
Нестабільна	< 0,33
Нестійко стабільна	0,34–0,50
Середньо стабільна	0,51–0,66
Стабільна	> 0,67

Територія, що досліджується, має коефіцієнт екологічної стабільності території 0,35 – *нестійко стабільна*.

Висновки. 1. Запропоновано та використано методичні підходи до оцінки стану ландшафтної оболонки гірничодобувних регіонів на прикладі водозбірних басейнів річок Інгулець і Саксагань у межах Криворізького залізничного басейну.

2. Екологічний стан території оцінено за такими показниками: ступінь порушення екологічної рівноваги, коефіцієнт антропогенного навантаження та коефіцієнт екологічної стабільності.

3. Розрахунки показали, що екологічний стан ландшафтної оболонки оцінюється як критичний, рівень антропогенного навантаження підвищений, територія нестійко стабільна.

4. Отримані результати можуть бути покладені в розробку та планування природоохоронних заходів як складової екологічного менеджменту територій.

Література

1. Топчієв О. Г., Мальчикова Д. С., Пилипенко О. І., Яворська В. В. Концепція довкілля – сучасний напрям інтеграції природничо- та суспільно-географічних досліджень. *Український географічний журнал*. 2017. № 3 (99). С. 64–70.
2. Слюсаренко В. К. Еколого-економічне районування : монографія. Київ : Наукова думка, 1990. 112 с.
3. Койнова І. Б. Антропогенна трансформація ландшафтних систем Західної частини Волинського Полісся : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Львівський національний університет імені Івана Франка. Львів, 1999. 20 с.
4. Наливайко Л. Т. Роль ґрунтових та антропогенних факторів у формуванні екологічної ситуації Волині: обґрунтування методики та картографо-аналітична оцінка : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11. Інститут географії НАН України. Київ, 1998. 19 с.
5. Ласло О. О., Диченко О. Ю., Нагорна С. В. Методологічні основи агроекологічної оптимізації та визначення інтегрального показника екологічного стану Полтавської області у системі стійкого розвитку сільських територій. *Сільське господарство. Екологія*. 2018. № 2. С. 106–112.
6. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології : підручник. Київ : Либідь, 1993. 224 с.

7. Шерстюк Н. П., Хільчевський В. К. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах Кривбасу : монографія. Дніпропетровськ : ООО «РоялПринт, 2012. 260 с.
8. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень : монографія. Київ : Лікей, 1995. 233 с.
9. Кочуров Б. И. Оцінка стійкості ґрунтів до забруднення. *Географія та природні ресурси*. 1993. № 4. С. 55–60.
10. Мединська Л. Л. Територіальна диференціація інтенсивності антропогенного навантаження в екологічно напружених регіонах (на прикладі Криворіжжя) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.1. Інститут географії НАН України. Київ, 2001. 19 с.
11. Stoeglehner G. Ecological footprint – A tool for assessing sustainable energy supplies. *Journal of Cleaner Production*. 2003. Vol. 11 (3). P. 267–277. URL: https://www.researchgate.net/publication/222541302_Ecological_footprint_-_A_tool_for_assessing_sustainable_energy_supplies (дата звернення 24.11.2025).
12. Peng Wenjun, Wang Xiaoming, Li Xiaokang, He Chenchen. Sustainability evaluation based on the emergy ecological footprint method: A case study of Qingdao, China, from 2004 to 2014. *Ecological Indicators*. Vol. 85 (2018). P. 1249–1261. URL: <https://2024.sci-hub.se/6603/84bb071cb41bf72fc52b81f24c6fa9f2/peng2018.pdf> (дата звернення 24.11.2025).
13. Загульська О. П. Внесок дистанційного зондування Землі в Україні у розвиток ландшафтознавства. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2014. № 48. С. 3–11. URL: <https://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/geography/article/view/1287> (дата звернення 24.11.2025).
14. Попова О. Л. Екодіагностика природно-господарської організації території України: агроландшафтний аспект. *Економіка і прогнозування*. 2012. № 3. С. 92–101. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/есопрог_2012_3_9 (дата звернення 24.11.2025).
15. Славгородська Ю. В. Екологічна оцінка антропогенного перетворення природних територій центрального лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Екологія, іхтіологія та аквакультура*. 2018. № 101. С. 225–231. URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/36.pdf (дата звернення 24.11.2025).
16. Третяк А. М., Третяк В. М., Капінос Н. О. Методика оцінки індексу екологічного благополуччя землекористування. *Агросвіт*. 2024. № 7. С. 4–11. URL: <https://nayka.com.ua/index.php/agrosvit/article/view/3391/3427> (дата звернення 24.11.2025).

References

1. Topchiiev, O. G., Malchykova, D. S., Pylypenko, O. I., Yavorska, V. V. (2017). Kontseptsiia dovkillia – suchasnyi napriam intehratsii pryrodnycho- ta suspilno-heohrafichnykh doslidzhen [The concept of the environment is a modern direction of integration of natural and social-geographical research]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal [Ukrainian Geographical Journal]*, 3 (99), 64–70 [in Ukrainian].
2. Sliusarenko, V. K. (1990). Ekoloheo-ekonomichne raionuvannia: monohrafiia. [Ecological and economic zoning: monograph]. Kyiv: Naukova dumka. 112 p. [in Ukrainian].
3. Koinova, I. B. (1999). Antropohenna transformatsiia landshaftnykh system Zakhidnoi chastyny Volynskoho Polissia [Anthropogenic transformation of landscape systems of the western part of Volyn Polissya]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Lviv. 20 p. [in Ukrainian].
4. Nalyvaiko, L. T. (1998). Rol gruntovykh ta antropohennykh faktoriv u formuvanni ekolohichnoi sytuatsii Volyni: obruntuvannia metodyky ta kartografo-analitychna otsinka [The role of soil and anthropogenic factors in shaping the ecological situation of Volyn: justification of the methodology and cartographic and analytical assessment]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv. 19 p. [in Ukrainian].
5. Laslo, O. O., Dychenko, O. Iu., Nahorna, S. V. (2018). Metodolohichni osnovy ahroekolohichnoi optymizatsii ta vyznachennia intehrального pokaznyka ekolohichnoho stanu Poltavskoi oblasti u systemi stiikoho rozvytku silskykh terytorii [Methodological foundations of agroecological optimization and determination of an integral indicator of the ecological state of Poltava region in the system of sustainable development of rural areas]. *Silske hospodarstvo. Ecologia [Agriculture. Ecology]*, 2, 106–112 [in Ukrainian].
6. Hrodzynskyi, M. D. (1993). Osnovy landshaftnoi ekolohii: pidruchnyk [Fundamentals of Landscape Ecology: Textbook]. Kyiv: Lybid. 224 p. [in Ukrainian].
7. Sherstiuk, N. P., Khilchevskyi, V. K. (2012). Osoblyvosti hidrokhimichnykh protsesiv u tekhnohennykh ta pryrodnykh vodnykh obiektakh Kryvbasu: Monohrafiia [Peculiarities of hydrochemical processes in man-made and natural water bodies of Kryvbas: Monograph]. Dnipropetrovsk: RoialPrynt. 260 p. [in Ukrainian].
8. Hrodzynskyi, M. D. (1995). Stiikist heosystem do antropohennykh navantazhen: monohrafiia [Resistance of geosystems to anthropogenic loads: Monograph]. Kyiv: Likei. 233 p. [in Ukrainian].

9. Kochurov, B. Y. (1993). Otsinka stiičnosti gruntiv do zabrudnennia [Assessment of soil resistance to pollution] *Heohrafiia ta pryrodni resursy [Geography and natural resources]*, 4, 55–60 [in Ukrainian].
10. Medynska, L. L. (2001). Terytorialna dyferentsiatsiia intensyvnosti antropohennoho navantazhennia v ekolohichno napruzhenykh rehionakh (na prykladi Kryvorizhzhia) [Territorial differentiation of the intensity of anthropogenic load in ecologically stressed regions (on the example of Kryvyi Rih)]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv. 19 p. [in Ukrainian].
11. Stoeglehner, G. (2003). Ecological footprint – A tool for assessing sustainable energy supplies. *Journal of Cleaner Production*, 11 (3), 267–277. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/222541302_Ecological_footprint_-_A_tool_for_assessing_sustainable_energy_supplies (accessed November 24, 2025) [in English].
12. Peng Wenjun, Wang Xiaoming, Li Xiaokang, He Chenchen (2018). Sustainability evaluation based on the emergy ecological footprint method: A case study of Qingdao, China, from 2004 to 2014. *Ecological Indicators*, 85 (2018), 1249–1261 (accessed November 24, 2025). Retrieved from: <https://2024.sci-hub.se/6603/84bb071cb41bf72fc52b81f24c6fa9f2/peng2018.pdf> [in English].
13. Zahulska, O. P. (2014). Vnesok dystantsiinoho zonduvannia Zemli v Ukraini u rozvytok landshaftoznavstva [The contribution of remote sensing of the Earth in Ukraine to the development of landscape science]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia heohrafichna [Bulletin of Lviv University. Geographical Series]*, 48, 3–11 [in Ukrainian].
14. Popova, O. L. (2012). Ekodiagnostyka pryrodno-hospodarskoï orhanizatsii terytorii Ukrainy: ahrolandshaftnyi aspekt [Ecodiagnosics of the natural and economic organization of the territory of Ukraine: agrolandscape aspect]. *Ekonomika i prohnozuvannia [Economics and forecasting]*, 3, 92–101 [in Ukrainian].
15. Slavhorodska, Yu. V. (2018). Ekolohichna otsinka antropohennoho peretvorennia pryrodnykh terytorii tsentralnoho lisostepu Ukrainy [Ecological assessment of anthropogenic transformation of natural territories of the central forest-steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriiia: Ekolohiia, ikhtiologiia ta akvakultura [Tavria Scientific Bulletin. Series: Ecology, Ichthyology and Aquaculture]*, 101, 225–231. Available at: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/101_2018/36.pdf (accessed November 24, 2025) [in Ukrainian].
16. Tretiak, A. M., Tretiak, V. M., Kapinos, N. O. (2024). Metodyka otsinky indeksu ekolohichnoho blahopoluchchia zemlekorystuvannia [Methodology for assessing the ecological well-being index of land use]. *Ahrosvit [Agrosvit]*, 7, 4–11. Retrieved from: <https://nayka.com.ua/index.php/agrosvit/article/view/3391/3427> (accessed November 24, 2025) [in Ukrainian].



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу
CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання 06.12.2025
Дата прийняття статті до друку після рецензування 29.12.2025
Дата публікації (оприлюднення) статті 24.03.2026