

DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-53-22У>

ДК 339.5:622.341.1

Лавроненко Геннадій Геннадійович

аспірант,

Криворізький національний університет

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7444-9050>**Hennadii Lavronenko**

Kryvyi Rih National University

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РІВНЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ЗАЛІЗОРУДНОЇ СИРОВИНИ

METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE LEVEL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE IRON ORE INDUSTRY

Анотація. У статті розглянуто методологічні підходи до оцінки сталого розвитку галузі залізорудної сировини з урахуванням сучасних викликів і концептуальних засад сталого розвитку. Запропоновано алгоритм розрахунку інтегральної оцінки, що включає збір і нормалізацію даних, розрахунок комплексних показників за ключовими підсистемами та визначення інтегрального показника. На основі отриманих результатів проведено розподіл рівнів інтегральної оцінки сталого розвитку галузі та розроблено інтерпретацію для кожного рівня. Здійснено аналіз динаміки інтегрального показника для галузі залізорудної сировини України у 2018–2023 роках. Виявлено основні тенденції, проблеми та визначено пріоритетні напрями вдосконалення управління галуззю. Методика оцінки може бути використана для моніторингу сталого розвитку в галузі, а також для розробки стратегій сталого розвитку на національному та регіональному рівнях.

Ключові слова: сталий розвиток, галузь залізорудної сировини, інтегральна оцінка, критерії сталого розвитку, оцінка рівня.

Summary. This article proposes a comprehensive methodology for assessing the sustainable development of the iron ore industry in Ukraine, addressing the critical need for integrated analysis in the context of global and domestic challenges. The developed approach combines the evaluation of ecological, socio-economic, market, and technological aspects, creating a robust framework for quantifying sustainability through the calculation of an integral indicator. This indicator reflects the balance and resilience of the industry, enabling a nuanced understanding of its development trajectory. The methodological framework includes key stages such as data collection and preparation, normalization of diverse indicators, calculation of composite indices for each subsystem, integration of these results into an overall assessment, and subsequent interpretation. The classification of sustainability levels, ranging from "critical" to "exemplary," provides a practical tool for identifying strengths and weaknesses within the sector. The algorithm ensures adaptability and scalability, making it applicable across varying industrial contexts. Through the analysis of data spanning 2018–2023, the study reveals dynamic fluctuations in the sustainability of Ukraine's iron ore sector. Key trends include moderate progress in certain aspects, alongside pronounced vulnerabilities, particularly in the ecological and socio-economic dimensions, exacerbated by the geopolitical crisis and war-related disruptions. The research highlights the necessity of strategic investments in environmental protection, innovation, and resilience-building measures to mitigate risks and foster balanced growth. The validation of the methodology demonstrates its practical relevance and potential to inform evidence-based decision-making at multiple levels, from policymakers to industry stakeholders. Additionally, the article underscores the broader applicability of the proposed approach as a tool for assessing sustainable development in other industrial sectors and regions. By providing actionable recommendations, the study contributes to bridging the gap between theoretical research and practical implementation in advancing sustainability goals.

Keywords: sustainable development, iron ore industry, integral assessment, sustainability criteria, assessment of level.

Постановка проблеми. Сталий розвиток галузі залізорудної сировини є стратегічно важливим питанням в контексті забезпечення довгострокової економічної стабільності, соціального

добробуту, охорони довкілля та технологічного прогресу. Для оцінки рівня сталого розвитку необхідна комплексна система індикаторів, що враховує різноманітні аспекти діяльності галузі. Однак

досягнення сталого розвитку є складним і багатогранним процесом, що потребує наукових підходів для оцінки та моніторингу. Одним із основних завдань в оцінці сталого розвитку є розробка системи показників, які дозволяють здійснити комплексний аналіз різних аспектів діяльності підприємств, регіонів або галузей. Така оцінка дасть змогу не лише виміряти поточний рівень сталого розвитку, але і виявляти ключові проблеми та визначати можливості для вдосконалення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблематика сталого розвитку, зокрема в галузях з високим екологічним впливом, таких як гірничодобувна індустрія, потребує комплексного підходу, що включає врахування економічних, соціальних та екологічних аспектів. Бансал П. досліджує бізнес-моделі в залізорудній галузі з урахуванням принципів сталого розвитку, надає важливі наукові підходи [1]. Автор показує, як гірничодобувна індустрія може адаптувати свої процеси до вимог екологічної відповідальності, що є критично важливим для сталого розвитку. Зокрема, акцент робиться на зниженні забруднення навколишнього середовища та збереженні природних ресурсів, що є актуальними для залізорудної індустрії. Дослідження Коена Б. та Вінна М. звертається до проблем ринкових обмежень у впровадженні сталого підприємництва в промислових галузях [2]. В роботі визначено, що, незважаючи на наявність економічних труднощів, промислова індустрія повинна активно шукати нові шляхи для забезпечення сталого розвитку. В дослідженні підкреслено необхідність інтеграції соціально-економічних аспектів у стратегію сталого розвитку для підвищення ефективності та зниження ризиків. Аналіз роботи дослідників Йеллішетті М., Вернера Т. та Венга З. дозволяє оцінити вплив залізорудної індустрії на довкілля та соціально-економічні фактори, зокрема на прикладі Австралії [3]. Автори вказують на ключові аспекти, які впливають на сталий розвиток галузі, зокрема вплив на місцеві громади та екологічні зміни, що є суттєвими при оцінці сталого розвитку в контексті міжнародних практик. У дослідженні Алвеса В., Феррейри П. та Араухо М. [4] здійснено оцінку сталого розвитку гірничої промисловості Бразилії, зокрема зосереджуючись на аспектах екологічної, економічної та соціальної сталості. В роботі запропоновано комплексний підхід до оцінки впливу гірничої промисловості на навколишнє середовище, економіку та соціальні структури, що дозволяє визначити ключові виклики, з якими стикається галузь у контексті сталого розвитку. У дослідженнях вітчизняних вчених Сергєєва В. та Копача П. [5], розглядаються основні шляхи досягнення цілей сталого розвитку гірничо-металургійних регіонів. У своїй роботі автори підкреслюють важливість інтеграції екологічних, економічних та соціальних аспектів у стратегію розвитку таких регіонів,

де діяльність гірничо-металургійних підприємств має значний вплив на навколишнє середовище та соціальну інфраструктуру. Загалом, результати цих досліджень сприяють розвитку методології оцінки сталого розвитку залізорудної індустрії, де проблема забезпечення стійкості цієї галузі є особливо актуальною. Однак в зазначених публікаціях не визначені чіткі методи чи підходи, які можна було б застосувати для практичної оцінки сталого розвитку в залізорудній галузі та спостерігається відсутність інтегрованого підходу до оцінки сталого розвитку галузі залізорудної сировини, який би системно враховував усі аспекти: від збору та нормалізації даних до розрахунку комплексних показників і визначення інтегрального показника з науково обґрунтованою інтерпретацією. Відсутність єдиної стандартизованої методології ускладнює процес інтеграції необхідних аспектів у стратегію сталого розвитку. Це створює труднощі в оцінці динаміки розвитку галузі та ускладнює формування стратегій сталого розвитку.

Метою статті є розробка методики інтегральної оцінки сталого розвитку галузі залізорудної сировини на основі ключових аспектів сталого розвитку та застосування цієї методики для аналізу та оцінки стану розвитку цієї галузі в Україні в умовах економічних і екологічних викликів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Для комплексної оцінки сталого розвитку галузі залізорудної сировини запропоновано методику, яка враховує чотири ключові аспекти: екологічний, соціально-економічний, ринковий та технологічний. Ця методика базується на системі індикаторів, що відображають найважливіші характеристики сталого розвитку. Запропонована методика передбачає розрахунок інтегрального показника сталого розвитку галузі. Він є узагальнюючим кількісним вираженням, яке дозволяє оцінити рівень сталого розвитку на основі обраних показників, об'єднаних у єдину систему.

У ході дослідження було узагальнено та визначено чотири ключові підсистеми аналізу, які охоплюють усі аспекти сталого розвитку галузі залізорудної сировини. Кожна з підсистем враховує специфіку функціонування галузі та її вплив на економічну, соціальну, екологічну та технологічну складові (табл. 1):

1. Екологічний аспект сталого розвитку оцінює вплив на навколишнє середовище, зокрема раціональне використання ресурсів, дотримання екологічних стандартів і мінімізацію шкоди довкіллю.

2. Соціально-економічний аспект сталого розвитку охоплює добробут працівників, розвиток місцевих громад, зайнятість, заробітну плату та економічну стабільність в регіонах видобутку.

3. Ринковий аспект сталого розвитку аналізує конкурентоспроможність галузі, умови торгівлі, ціни, зовнішньоекономічну діяльність і валютні ризики.

Таблиця 1 – Система комплексної оцінки сталого розвитку залізорудної сировини

Аспект	Фактори сталого розвитку
Екологічний аспект	Витрати на охорону навколишнього природного середовища Інвестиції у капітальний ремонт основних засобів природоохоронного призначення Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища
Соціально-економічний аспект	Рівень зайнятості в промисловості Рівень заробітної плати в галузі Продуктивність праці Індекс промислового виробництва Індекс інфляції
Ринковий аспект	Світові ціни на залізну руду Рівень експорту залізної руди з України Експортна вартість Імпортна вартість Торговий баланс Курс гривні до долара
Технологічний аспект	Обсяг капітальних інвестицій на добування залізних руд Витрати на наукові дослідження і розробки Витрати на інновації промислових підприємств

Джерело: розроблено автором

4. Технологічний аспект сталого розвитку оцінює рівень інноваційності, технологічний прогрес і інвестиції у розвиток виробництва, що сприяє конкурентоспроможності в умовах змін зовнішнього середовища.

Кожна з підсистем є невід'ємною частиною комплексного підходу до оцінки сталого розвитку галузі, забезпечуючи її всебічне вивчення та обґрунтування стратегічних рішень.

Концептуальну схему факторів, які впливають на сталий розвиток галузі залізорудної сировини, можна представити у вигляді комплексної системи, що об'єднує різні аспекти економічної, соціальної, екологічної та технологічної складових (табл. 1). Оцінка сталого розвитку галузі не може базуватися на довільному наборі показників, оскільки не всі з них відображають ключові фактори, що справді впливають на результати розвитку. З цієї причини важливо здійснити ретельний відбір показників, які точно відображають актуальний стан галузі і здатні забезпечити об'єктивну та точну оцінку її сталості. Кожен індикатор має відповідати конкретній меті дослідження, бути чітко визначеним, базуватися на актуальних даних та приносити реальну користь для подальшого аналізу.

Сталий розвиток залізорудної галузі вимагає комплексного підходу, що охоплює екологічні, соціально-економічні, ринкові та технологічні аспекти. Вони взаємопов'язані і визначають здатність галузі досягти економічного зростання при мінімальному впливі на довкілля і забезпеченні соціальної стабільності. При проведенні оцінки сталого розвитку галузі залізорудної сировини запропоновано відповідний алгоритм, який включає взаємозалежні етапи, що дозволяють

здійснити комплексну оцінку з урахуванням екологічних, соціально-економічних, ринкових та технологічних факторів (рис. 1).

Перший етап передбачає збір даних за основними показниками, що характеризують екологічний, соціально-економічний, ринковий та технологічний аспекти сталого розвитку. Дані повинні бути актуальними та порівнянними за часом. Наступний етап – нормалізація показників для приведення їх до спільної шкали (зазвичай від 0 до 1), що дозволяє забезпечити коректне порівняння. Після нормалізації розраховуються комплексні показники для кожної підсистеми сталого розвитку (екологічної, соціально-економічної, ринкової та технологічної). Потім обчислюється інтегральний показник, що відображає загальний рівень сталого розвитку галузі у країні. Для інтерпретації отриманого результату проводиться поділ на різні рівні сталого розвитку (високий, середній, низький та критичний), що дає змогу класифікувати стан галузі. Останнім етапом є аналіз результатів, включаючи порівняння рівнів сталого розвитку за роками та розробку рекомендацій для підвищення сталості розвитку галузі.

В рамках зазначеного алгоритму, методика передбачає розрахунок інтегрального показника сталого розвитку галузі. Він є узагальнюючим кількісним вираженням, яке дозволяє оцінити рівень сталого розвитку на основі обраних показників, об'єднаних у єдину систему. Оскільки всі показники мають різні одиниці вимірювання, необхідно привести їх до безрозмірної форми. Це важливо для того, щоб забезпечити коректне порівняння між різними показниками, оскільки вони вимірюються в різних одиницях. В межах



Рисунок 1 – Етапи оцінювання сталого розвитку галузі залізорудної сировини

Джерело: розроблено автором

дослідження використовуємо метод лінійної нормалізації [6]:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - X_j^{\min}}{X_j^{\max} - X_j^{\min}}, \quad (1)$$

де: Z_{ij} – нормалізоване значення j -го показника для i -го об'єкта;

X_{ij} – початкове значення показника;

$X_j^{\max}, X_j^{\min}$ – максимальне та мінімальне значення показника у вибірці.

Враховуємо, що для показників, де чим більший показник, тим гірший результат (рівень інфляції), потрібно зробити інвертовану нормалізацію – високі значення будуть зменшувати вагу показника в комплексному обчисленні. Інвертовану нормалізацію [7] обчислюємо за формулою:

$$Z'_{ij} = \frac{X_j^{\max} - X_{ij}}{X_j^{\max} - X_j^{\min}}, \quad (2)$$

де: Z'_{ij} – інвертоване (нормалізоване) значення показника;

X_{ij} – початкове значення показника;

$X_j^{\max}, X_j^{\min}$ – максимальне та мінімальне значення показника у вибірці.

Нормалізовані значення представлено в табл. 2.

Для кожної підсистеми обчислюється середнє значення стандартизованих показників [8]:

$$Z_k = \frac{\sum_{j=1}^{m_k} Z_{ij}}{m_k}, \quad (3)$$

де: Z_k – стандартизований показник k -ї підсистеми;

m_k – кількість показників у k -й підсистемі;

Z_{ij} – стандартизовані значення показників у середині підсистеми.

Результати розрахунків підсистем сталого розвитку, представлені у таблиці 3, вказують на відмінну динаміку у змінах рівня розвитку екологічного, соціально-економічного, ринкового та технологічного аспектів.

У 2018 році екологічний аспект становив 0,301, що вказує на недостатню стійкість. У 2019 році показник зріс до 0,762, ймовірно завдяки природоохоронним заходам, але з 2020 року спостерігається його поступове зниження, досягши мінімуму в 2023 році (0,125) через скорочення інвестицій через війну та руйнування інфраструктури. Соціально-економічний аспект мав стабільний розвиток, зростаючи з 0,52 у 2018 році до 0,653 у 2019 році, але знизившись до 0,409 у 2022 році. У 2023 році спостерігався ріст до 0,719,

Таблиця 2 – Нормалізовані значення системи комплексної оцінки сталого розвитку залізорудної сировини

Показник	Рік					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Витрати на охорону навколишнього природного середовища	0,52	0,86	1	0,51	0,05	0
Інвестиції у капітальний ремонт основних засобів природоохоронного призначення	0,1	0,67	0	1	0,5	0,37
Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища	0,28	0,76	1	0,04	0,06	0
Рівень зайнятості в промисловості	0,76	1	0,31	0	0,38	0,64
Рівень заробітної плати в галузі	0	0,25	0,36	0,6	0,66	1
Продуктивність праці	0,51	0,49	0,60	0,94	1,00	0
Індекс промислового виробництва	0,58	0,53	0,72	0,62	0	1
Індекс інфляції	0,75	1	0,96	0,74	0	0,96
Світові ціни на залізну руду	0	0,26	0,43	1	0,56	0,55
Рівень експорту залізної руди з України	0,73	0,78	1	0,93	0,22	0
Експортна вартість	0	0,53	0,62	1	0,71	0,73
Імпортна вартість	0	0,21	0,34	1	0,49	0,48
Торговий баланс	0,93	0,82	0,90	0	0,68	1
Курс гривні до долара	0,13	0,00	0,10	0,13	0,61	1
Обсяг капітальних інвестицій на добування залізних руд	0,72	0,75	0,63	1	0,06	0
Витрати на наукові дослідження і розробки	0	0,11	0,05	0,92	0,08	1
Витрати на інновації промислових підприємств	0,81	0,61	1	0,93	0	0,28

Джерело: розраховано автором

Таблиця 3 – Стандартизовані значення комплексних показників за кожною підсистемою

Аспект сталого розвитку	Рік					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Екологічний аспект	0,301	0,762	0,667	0,516	0,204	0,125
Соціально-економічний аспект	0,52	0,653	0,588	0,58	0,409	0,719
Ринковий аспект	0,297	0,431	0,565	0,678	0,544	0,628
Технологічний аспект	0,51	0,49	0,561	0,95	0,044	0,427

Джерело: розраховано автором

що вказує на відновлення економічної активності. Ринковий аспект зростав з 0,297 у 2018 році до 0,678 у 2021 році через позитивну динаміку цін на залізну руду. У 2022 році спостерігалось зниження до 0,544, але у 2023 році рівень зріс до 0,628, що свідчить про стабілізацію. Технологічний аспект показав варіативність: зниження до 0,49 у 2019 році, зростання до 0,95 у 2021 році, а потім різке падіння до 0,044 у 2022 році через руйнування інфраструктури. У 2023 році спостерігалось відновлення, попри війну, завдяки збереженим інвестиціям у технології.

Загалом, динаміка розвитку аспектів сталого розвитку у 2018–2023 роках (рис. 2) характеризується різноспрямованими тенденціями, які відображають вплив внутрішніх та зовнішніх факторів на розвиток галузі. Найстабільнішу динаміку демонструє соціально-економічний аспект, тоді як екологічний та технологічний аспекти зазнають найбільшого впливу кризових явищ.

Інтегральний показник [8] обчислюємо як зважену суму стандартизованих показників усіх підсистем:

$$I = \sum_{k=1}^n W_k \cdot Z_k, \quad (4)$$

де: I – інтегральний показник сталого розвитку;
 W_k – ваговий коефіцієнт для k -ї підсистеми;
 Z_k – стандартизований показник k -ї підсистеми;
 n – кількість підсистем.

У дослідженні вагові коефіцієнти для підсистем (W_k) приймаються рівними ($W_k = 1/n$), оскільки кожна з підсистем має однаковий вплив на інтегральний показник сталого розвитку. Це рішення базується на кількох принципах: по-перше, екологічний, соціально-економічний, ринковий та технологічний аспекти є взаємопов'язаними й рівнозначними, тому їх розвиток має бути збалансованим. По-друге, рівні коефіцієнти зменшують суб'єктивність аналізу, уникнувши впливу особистих переконань. По-третє, це підтримує баланс між підсистемами, що відповідає концепції сталого розвитку. Таким чином, прийняття рівних вагових коефіцієнтів є обґрунтованим рішенням, яке відповідає принципам системного аналізу та концепції сталого розвитку. Результати

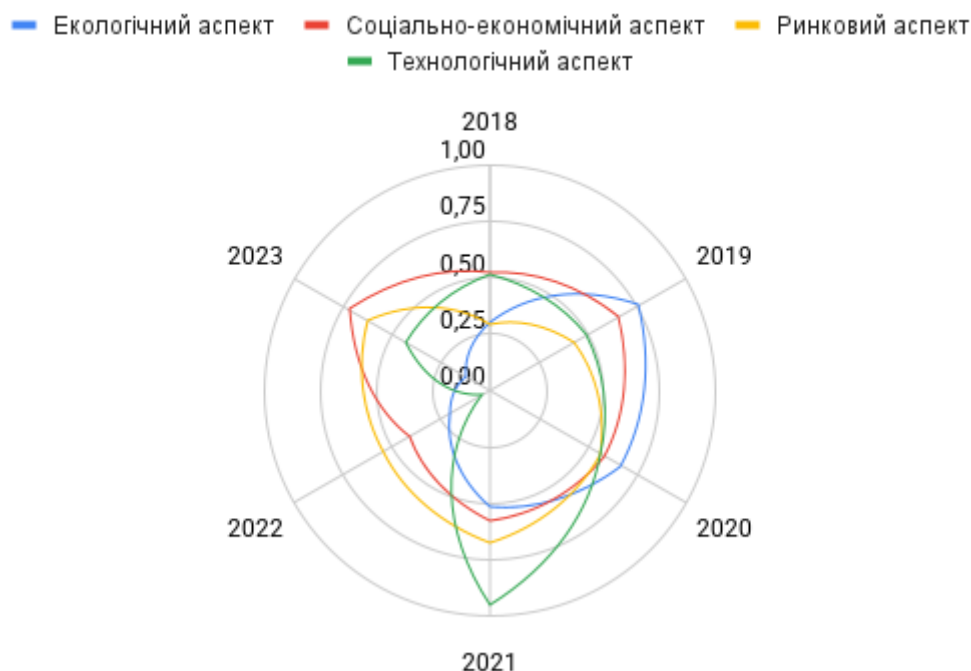


Рисунок 2 – Стандартизовані значення показників за визначеними підсистемами в розрізі аспектів сталого розвитку

Джерело: створено автором

розрахунку інтегрального показника представлено в табл. 4.

Таблиця 4 – Результати розрахунку інтегрального показника

Рік	Значення інтегрального показника
2018	0,41
2019	0,58
2020	0,59
2021	0,68
2022	0,30
2023	0,47

Джерело: розраховано автором

Аналіз інтегрального показника сталого розвитку України за період 2018–2023 років (табл. 4; рис. 3) свідчить про значну динаміку показників, зумовлену як внутрішніми, так і зовнішніми факторами. У 2018 році інтегральний показник становив 0,41, що свідчить про помірний рівень розвитку із потребою в посиленні екологічних, соціально-економічних та інноваційних ініціатив.

Період 2019–2021 років характеризується стабільним зростанням показника: від 0,58 у 2019 році до пікових 0,68 у 2021 році. Це свідчить про активізацію реформ, спрямованих на підвищення рівня зайнятості, інвестицій у технології та стабілізацію ринкової ситуації. Проте у 2022 році інтегральний показник значно знизився до 0,30. Основними причинами такого падіння стали вплив війни, зокрема руйнування інфраструктури, ско-

рочення інвестицій, соціально-економічні втрати та екологічні ризики. У 2023 році спостерігається часткове відновлення інтегрального показника до 0,47, що свідчить про поступове пристосування економіки до умов війни та початок відновлення.

Розподіл рівнів інтегральної оцінки сталого розвитку галузі залізорудної сировини є основним інструментом для оцінки стану розвитку галузі з урахуванням ключових аспектів сталого розвитку. Запропонований розподіл рівнів інтегральної оцінки сталого розвитку дозволяє чітко інтерпретувати стан галузі в контексті її відповідності принципам сталого розвитку (табл. 5). Кожен рівень інтегральної оцінки відображає певний стан збалансованості між екологічними, соціально-економічними, ринковими та технологічними аспектами, що є ключовими для забезпечення сталого розвитку.

Динаміка інтегрального показника сталого розвитку галузі залізорудної сировини з 2018 по 2023 рік показує значні коливання. У 2018 році показник становив 0,41, що вказувало на критичний стан галузі. У 2019 році він зріс до 0,58, що відповідало задовільному рівню, хоча залишалися проблеми в екологічному та технологічному напрямках. У 2020 році показник залишався на рівні 0,59, відображаючи певні поліпшення, але потребу в подальших змінах. У 2021 році досягнуто рівня 0,68, що свідчило про перехід до середнього рівня. У 2022 році, через війну, показник різко впав до 0,3, що означало низький рівень розвитку, потребуючи антикризових заходів. У 2023 році інтегральний

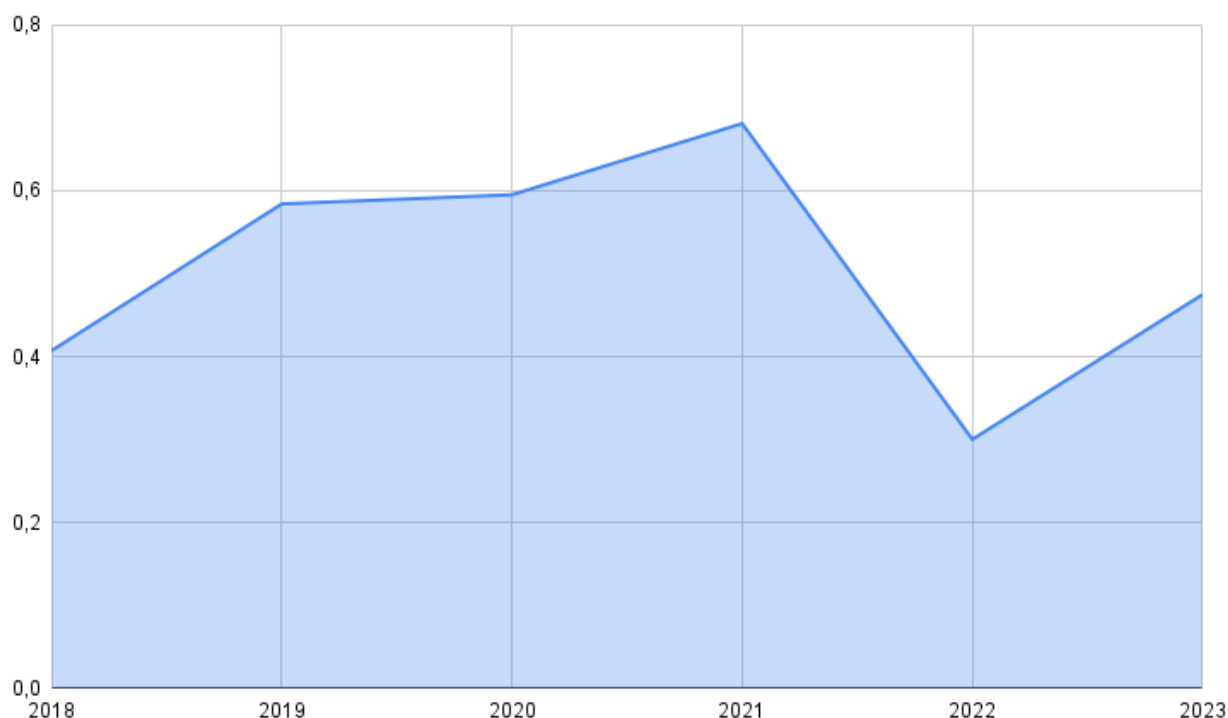


Рисунок 3 – Інтегральний показник сталого розвитку залізорудної сировини в Україні за 2018–2023 рр.

Джерело: створено автором

Таблиця 5 – Інтерпретація інтегрального показника

Область значень інтегрального показника	Межі області	Інтерпретація інтегрального показника
Низький рівень	0–0,3	Розвиток галузі знаходиться у критичному стані. Спостерігається значна незбалансованість між аспектами сталого розвитку, що свідчить про потребу у терміновому втручанні та розробці антикризових заходів
Задовільний рівень	0,31–0,5	Галузь демонструє певну стабільність, проте є істотні недоліки в окремих аспектах, які стримують сталий розвиток. Необхідно впроваджувати заходи з підвищення ефективності та зменшення ризиків
Середній рівень	0,51–0,7	Розвиток галузі є збалансованим, але не достатньо стійким до зовнішніх і внутрішніх викликів. Досягнуто позитивних результатів, але потрібні додаткові зусилля для забезпечення довгострокової стійкості
Високий рівень	0,71–0,9	Галузь демонструє стійкий розвиток, досягнуто гармонії між усіма аспектами сталого розвитку. Однак необхідно підтримувати досягнуті результати та готуватися до потенційних викликів
Дуже високий рівень	0,91–1	Розвиток галузі є еталонним. Усі аспекти сталого розвитку функціонують на оптимальному рівні, що забезпечує високий рівень конкурентоспроможності та адаптивності до змін

Джерело: створено автором

показник зріс до 0,47, що вказує на відновлення галузі, але проблеми залишаються.

Динаміка інтегрального показника сталого розвитку галузі залізорудної сировини з 2018 по 2023 рік показує значні коливання. У 2018 році показник становив 0,41, що вказувало на критичний стан галузі. У 2019 році він зріс до 0,58, що відповідало задовільному рівню, хоча залишалися проблеми в екологічному та технологічному

напрямах. У 2020 році показник залишався на рівні 0,59, відображаючи певні поліпшення, але потребу в подальших змінах. У 2021 році досягнуто рівня 0,68, що свідчило про перехід до середнього рівня. У 2022 році, через війну, показник різко впав до 0,3, що означало низький рівень розвитку, потребуючи антикризових заходів. У 2023 році інтегральний показник зріс до 0,47, що вказує на відновлення галузі, але проблеми залишаються.

Висновки. Запропонована методика інтегральної оцінки сталого розвитку була апробована на прикладі України за період 2018–2023 років, що дозволило підтвердити її ефективність для аналізу динаміки та оцінки впливу різних факторів на розвиток країни. Застосування методики дало змогу врахувати специфіку різних аспектів сталого розвитку (екологічного, соціально-економічного, ринкового та технологічного) та забезпечити комплексний підхід до оцінювання. Враховуючи результати оцінки сталого розвитку галузі залізорудної сировини, можна визначити кілька ключових напрямів для подальшого покращення. Перш за все, необхідно спрямувати зусилля на посилення екологічного аспекту, зокрема через впровадження інноваційних тех-

нологій для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та підвищення ефективності використання ресурсів. Крім того, важливо покращити соціально-економічну стабільність в галузі, зокрема через підвищення заробітної плати та рівня зайнятості, що допоможе залучити кваліфіковані кадри та підвищити конкурентоспроможність. Не менш важливою є технологічна модернізація підприємств, що забезпечить підвищення продуктивності та зменшення витрат на виробництво, а також збільшить ефективність використання ресурсів. Система управління розвитком галузі має орієнтуватися на сталий розвиток в умовах змін, зокрема через запровадження новітніх методів прогнозування та управління ризиками.

Список використаних джерел:

1. Bansal P. Evolving sustainably: A longitudinal study of corporate sustainable development. *Strategic management journal*. 2005. No. 26(3), P. 197–218.
2. Cohen B., Winn M.I. Market imperfections, opportunity and sustainable entrepreneurship. *Journal of business venturing*. 2000. No. 22(1), P. 29–49.
3. Yellishetty M., Werner T.T., Weng Z. Iron ore in Australia and the world: Resources, production, sustainability, and future prospects. In *Iron Ore*. 2022. Pp. 711–750.
4. Alves W., Ferreira P.V., Araújo M. Sustainability assessment of the mining sector in Brazil. In *24th World Mining Congress*. 2016. Pp. 439–451.
5. Сергєєв В.В., Копач П.І. Основні шляхи досягнення цілей сталого розвитку гірничо-металургійних регіонів. *Екологія і природокористування*. 2013. Вип. 16. С. 167–180.
6. Yu L., Pan Y., & Wu Y. Research on data normalization methods in multi-attribute evaluation. In *2009 International conference on computational intelligence and software engineering*. 2009. Pp. 1–5.
7. Liu L., Hsu H. Inversion and normalization of time-frequency transform. *International conference on multimedia technology*. 2011. Pp. 2164–2168.
8. Schwab B., Janzen S., Magnan N.P., Thompson W.M. Constructing a summary index using the standardized inverse-covariance weighted average of indicators. *The Stata Journal*. 2020. No. 20(4), Pp. 952–964.

References:

1. Bansal P. (2005). Evolving sustainably: A longitudinal study of corporate sustainable development. *Strategic management journal*, no. 26(3), pp. 197–218.
2. Cohen B., & Winn M. I. (2007). Market imperfections, opportunity and sustainable entrepreneurship. *Journal of business venturing*, no. 22(1), pp. 29–49.
3. Yellishetty M., Werner T. T., & Weng Z. (2022). Iron ore in Australia and the world: Resources, production, sustainability, and future prospects. In *Iron Ore* (pp. 711–750). Woodhead Publishing.
4. Alves W., Ferreira P. V., & Araújo M. (2016). Sustainability assessment of the mining sector in Brazil. In *24th World Mining Congress* (pp. 439–451). Rio de Janeiro: World Mining Congress.
5. Serhieiev V. V., Kopach P. I. (2013) Osnovni shliakhy dosiahnennia tsilei staloho rozvytku hirnycho-metallurhiinykh rehioniv [Main ways to achieve the goals of sustainable development of mining and metallurgical regions]. *Ekolohiia i pryrodokorystuvannia – Ecology and nature management*. vol. 16. pp. 167–180. (in Ukrainian)
6. Yu L., Pan Y., & Wu Y. (2009). Research on data normalization methods in multi-attribute evaluation. In *2009 International conference on computational intelligence and software engineering* (pp. 1–5). IEEE.
7. Liu L., & Hsu H. (2011, July). Inversion and normalization of time-frequency transform. In *2011 international conference on multimedia technology* (pp. 2164–2168). IEEE.
8. Schwab B., Janzen S., Magnan N.P., & Thompson W.M. (2020). Constructing a summary index using the standardized inverse-covariance weighted average of indicators. *The Stata Journal*, no. 20(4), pp. 952–964.

Стаття надійшла до редакції 31.03.2025