DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-93-7

УДК 005.334:620.9:330.15

МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ З ОЦІНЮВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИКИ

METHODOLOGICAL PROVISIONS FOR ASSESSING THE RATIONALITY OF RISK MANAGEMENT IN ENERGY ENTERPRISES

Кацюба Ігор Романович
аспірант,
Київський національний університет будівництва та архітектури
ORCID: https://orcid.org/0009-0001-1005-8068

Katsiuba Igor
Kyiv National University of Construction and Architecture

У статті розроблено методичні положення з оцінювання раціональності управління ризиками підприємств енергетики в умовах циркулярної економіки. Обґрунтовано систему індикаторів, об'єднаних у фінансово-економічний, технологічний, екологічний, соціальний та організаційно-управлінський блоки. Для оцінювання запропоновано поєднання нормування показників, ентропійного зважування, нечіткої логіки та методу VIKOR. Циркулярний вимір ураховано через коефіцієнт циркулярної чутливості. За умов неповноти відкритих даних застосовано сіру реляційну оцінку та коригування результатів відповідно до кризового тиску. Підхід апробовано на даних ДТЕК, НАК «Нафтогаз України», НЕК «Укренерго», Ørsted та ENGIE. Виявлено відмінності у рівнях раціональності управління ризиками й визначено пріоритети їх підвищення. Запропонований підхід забезпечує перетворення інформації на основу для прийняття управлінських рішень.

Ключові слова: управління ризиками, підприємства енергетики, циркулярна економіка, раціональність, інтегральне оцінювання, метод VIKOR, сіра реляційна оцінка.

The article substantiates a methodological framework for assessing the rationality of risk management at energy enterprises during the transition to a circular economy. The relevance of the study is determined by growing financial, technological, environmental, and social threats, as well as the need to decarbonise and restore energy infrastructure. The study aims to develop a comprehensive approach for determining whether managerial decisions correspond to the level of risk, the enterprise's resource capacity, and the strategic objectives of sustainable development. A system of indicators is formed and grouped into financial and economic, technological, environmental, social, and organisational and managerial dimensions. The proposed integrated assessment combines the normalisation of benefit and cost indicators, entropy weighting, fuzzy logic, and the compromise-ranking VIKOR method. The circular dimension is incorporated through a circular sensitivity coefficient reflecting resource reuse, reduction in material losses, energy efficiency, and decarbonisation. Under conditions of incomplete information, grey relational analysis is applied, and an adjusted index accounting for circular maturity and external crisis pressure is proposed. The methodological framework is tested using publicly available data from DTEK, NJSC Naftogaz of Ukraine, NPC Ukrenergo, Ørsted, and ENGIE. The assessment results indicate that Ørsted and ENGIE have the highest adjusted index values, whereas the results for Ukrainian companies reflect the effects of wartime destruction, financial pressure, and the need for technological modernisation. The findings show that DTEK should prioritise strengthening its technological and environmental dimensions, NJSC Naftogaz of Ukraine should accelerate its low-carbon transition, and NPC Ukrenergo should reinforce its financial resilience while considering its critical role. The practical value of the proposed approach lies in its ability to process heterogeneous and incomplete data, identify weaknesses in risk management, and substantiate measures for improving the resilience of energy enterprises.

Keywords: risk management, energy enterprises, circular economy, rationality, integrated assessment, VIKOR method, grey relational analysis.

Постановка проблеми. Підприємства енергетики функціонують під одночасним впливом фінансово-економічних, технологічних, екологічних, соціальних та організаційно-управлінських ризиків. Для українського енергетичного сектору їхня дія посилюється

© Кацюба І. Р., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

воєнними руйнуваннями критичної інфраструктури, нестабільністю фінансування, дефіцитом ресурсів і необхідністю забезпечення безперервності енергопостачання. Водночас декарбонізація, цифровізація та перехід до циркулярної моделі господарювання змінюють вимоги до управління ризиками. Воно має не лише запобігати втратам, а й підтримувати модернізацію активів, повторне використання ресурсів, скорочення викидів і підвищення енергоефективності. Наявні підходи переважно орієнтовані на оцінювання окремих видів ризиків і не забезпечують комплексного визначення раціональності прийнятих управлінських рішень. Недостатньо враховуються взаємозв'язки між фінансовою стійкістю, технологічною надійністю, екологічною результативністю та циркулярною зрілістю підприємства. Додатковою проблемою є неоднорідність кількісних і якісних показників, неповнота відкритих даних та складність відокремлення результатів управління від наслідків зовнішнього кризового тиску. Це зумовлює необхідність розроблення методичних положень, які поєднуватимуть багатокритеріальне оцінювання, нечітку інтерпретацію результатів і врахування специфічних умов діяльності підприємств енергетики.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Теоретико-методичні засади управління ризиками визначено у стандартах ISO 31000:2018 і COSO ERM, які передбачають інтеграцію ідентифікації, оцінювання та моніторингу ризиків у стратегічне управління підприємством [1; 2]. Принципи циркулярної економіки, представлені Ellen MacArthur Foundation та Європейською комісією, орієнтують енергетичний сектор на ресурсоефективність, декарбонізацію і відновлення ресурсів [3; 4]. Актуальність цих процесів підтверджується зростанням світових інвестицій у чисту енергетику [5]. Практичні матеріали DTEK, Нафтогазу, Укренерго, Ørsted та ENGIE відображають істотні відмінності у фінансових результатах, виробничій стійкості й реалізації екологічних пріоритетів енергетичних підприємств [6–16]. У наукових працях Р. Пеллегріно структуровано ризики циркулярних практик [17], С. АлМашакбех і Х. Е. Мунівє-Ернандес застосовано системний підхід до їх оцінювання [18], а Л. Гітельманом та співавторами розкрито засади раціональної поведінки підприємств на енергетичному ринку [19]. М. Сантос та співавтори дослідили відображення циркулярних процесів у корпоративній звітності енергетичних компаній [20]. Водночас залишається недостатньо розробленим комплексне оцінювання раціональності ризик-менеджменту, яке поєднувало б фінансові, виробничі, інвестиційні та екологічні показники діяльності енергетичних підприємств.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Недостатньо дослідженим залишається комплексне оцінювання раціональності управління ризиками підприємств енергетики з урахуванням вимог циркулярної економіки. Потребують удосконалення методи поєднання різнорідних показників, визначення циркулярної зрілості та розмежування впливу внутрішніх управлінських недоліків і зовнішнього кризового тиску. Це зумовлює необхідність розроблення інтегрованого підходу, придатного для використання за умов неповноти інформації.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є розроблення та практична апробація методичних положень з комплексного оцінювання раціональності управління ризиками підприємств енергетики в умовах циркулярної економіки на основі поєднання фінансово-економічних, технологічних, екологічних, соціальних та організаційно-управлінських індикаторів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У науково-прикладному аспекті оцінювання раціональності управління ризиками підприємств енергетики розглянемо як послідовність процедур. Вони спрямовані на визначення того, наскільки прийняті та заплановані управлінські рішення відповідають рівню ризиків, ресурсним можливостям підприємства, вимогам циркулярної економіки та стратегічним цілям сталого розвитку. У такому розумінні раціональність не є тотожною мінімізації всіх ризиків, оскільки повне усунення ризику в енергетиці є неможливим і економічно недоцільним. Такий підхід узгоджується з логікою міжнародного стандарту ISO 31000, у якому управління ризиками розглядається як скоординована діяльність щодо спрямування і контролю організації стосовно ризику [1]. Важливим методичним орієнтиром є також підхід Комітету організацій-спонсорів Комісії Тредвея (COSO). У ньому інтегроване управління ризиками пов'язується зі стратегією та результативністю організації [2]. Для підприємств енергетики це означає, що оцінювання раціональності має враховувати не лише рівень захищеності від загроз, а й здатність управління ризиками підтримувати досягнення стратегічних цілей (декарбоніза-

ція, зниження ресурсомісткості, модернізація активів, розвиток замкнених виробничих циклів і підвищення прозорості екологічної відповідальності).

Методичні положення з оцінювання раціональності управління ризиками підприємств енергетики пропонується будувати за п'ятьма блоками: фінансово-економічним, технологічним, екологічним, соціальним та організаційно-управлінським. Така структура випливає з другого розділу, де саме ці групи факторів визначено як ключові для пояснення раціональності управління ризиками (УР). Фінансово-економічний блок має відображати здатність підприємства фінансувати превентивні заходи, залучати зелені інвестиції, знижувати вартість капіталу та формувати резерви для реагування на ризикові події. Технологічний блок має характеризувати рівень цифрового моніторингу, автоматизації, предиктивного обслуговування, модернізації обладнання та впровадження циркулярних технологій. Екологічний блок має вимірювати скорочення викидів, повторне використання ресурсів, зниження матеріальних втрат і відповідність вимогам декарбонізації. Соціальний блок має охоплювати розвиток компетентностей персоналу, культуру безпеки, взаємодію з громадами та рівень соціальної відповідальності. Організаційно-управлінський блок має відображати наявність регламентів, центрів відповідальності, систем звітності, управління даними та процедур прийняття ризик-орієнтованих рішень.

У табл. 1 наведено систему індикаторів, яку використаємо для оцінювання раціональності УР підприємств енергетики.

Для формалізації оцінювання скористаємось математичний апарат нечіткої логіки, ентропійного зважування та методу VIKOR. Такий підхід раніше не застосовувався у поданих розділах, тому він посилює наукову новизну методичних положень. Його перевага полягає в тому, що він дає змогу оцінювати раціональність УР за умов неповної інформації, різної розмірності показників і неоднозначності експертних суджень. Для енергетичних підприємств це особливо важливо, оскільки частина показників має кількісний характер, наприклад обсяг викидів або тривалість простоїв, а частина відображає якісні характеристики, наприклад зрілість управління даними чи рівень культури безпеки. Нечітка логіка дає змогу перевести такі якісні оцінки у формалізований вигляд, ентропійний підхід дозволяє визначити ваги показників без надмірної суб'єктивності, а метод VIKOR забезпечує пошук компромісного рівня раціональності УР.

На першому етапі формується матриця початкових значень індикаторів:

$$X = \left(x_{ij}\right)_{m\times n}, \qquad (1)$$

де X – матриця початкових значень індикаторів; x_{ij} – значення j-го індикатора для i-го підприємства; m – кількість підпри-

Таблиця 1

Система індикаторів оцінювання раціональності УР підприємств енергетики

Блок оцінювання	Індикатори	Очікуваний управлінський зміст
Фінансово-економічний	Частка превентивних інвестицій; частка зеленого фінансування; рівень страхового покриття; індекс вартості капіталу	Визначає фінансову здатність підприємства попереджати ризики
Технологічний	Частка об'єктів із цифровим моніторингом; рівень автоматизації; частка обладнання з предиктивним обслуговуванням; показник простоїв	Відображає технологічну готовність до раннього виявлення відхилень
Екологічний	Індекс викидів CO_2; частка повторного використання ресурсів; рівень матеріальних втрат; витрати на екологічні компенсації	Характеризує відповідність УР принципам циркулярності
Соціальний	Частка персоналу, охопленого навчанням; кількість інцидентів на 100 об'єктів; рівень взаємодії з громадами; ESG-рейтинг	Визначає соціальну стійкість і якість культури безпеки
Організаційно-управлінський	Наявність карти ризиків; регулярність аудитів; зрілість управління даними; швидкість реагування на критичні події	Показує здатність системи управління координувати рішення

Джерело: сформовано автором

ємств або періодів оцінювання; n – кількість індикаторів.

Оскільки індикатори мають різну розмірність, їх необхідно нормувати. Для стимуляторів, тобто показників, зростання яких позитивно впливає на раціональність УР, застосуємо таке нормування:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_j}{\max x_j - \min x_j}, \quad (2)$$

де r_{ij} – нормоване значення j-го індикатора для i-го підприємства; x_{ij} – фактичне значення показника; $\min x_j$ – мінімальне значення j-го показника; $\max x_j$ – максимальне значення j-го показника.

Для дестимуляторів, тобто показників, зростання яких погіршує раціональність УР, використовується обернене нормування:

$$r_{ij} = \frac{\max x_j - x_{ij}}{\max x_j - \min x_j}, \quad (3)$$

де r_{ij} – нормоване значення дестимулятора; x_{ij} – фактичне значення показника; $\max x_j$ – максимальне значення j-го показника; $\min x_j$ – мінімальне значення j-го показника.

Після нормування визначимо інформаційну вагомість кожного індикатора через ентропійний підхід. Він дає змогу врахувати ступінь варіації показників: чим більше показник диференціює підприємства або періоди, тим більшою є його методична значущість. Спочатку визначається частка нормованого значення індикатора:

$$p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}}, \quad (4)$$

де p_{ij} – частка нормованого значення j-го індикатора для r_{ij}-го підприємства; r_{ij} – нормоване значення показника; m – кількість підприємств або періодів оцінювання.

Далі обчислюється ентропія кожного індикатора:

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^{m} p_{ij} \ln p_{ij}, \quad (5)$$

де e_j – ентропія j-го індикатора; p_{ij} – частка нормованого значення показника; m – кількість підприємств або періодів оцінювання.

Інформаційна дивергенція показника визначається за формулою:

$$d_j = 1 - e_j, \quad (6)$$

де d_j – інформаційна дивергенція j-го індикатора; e_j – ентропія j-го індикатора.

На основі інформаційної дивергенції встановлюється вага індикатора:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j}, \quad (7)$$

де w_j – вага j-го індикатора; d_j – інформаційна дивергенція показника; n – кількість індикаторів оцінювання.

Запропонований ентропійний підхід зменшує залежність результатів від суб'єктивного експертного ранжування. Водночас повністю відмовлятися від експертного компонента недоцільно, оскільки частина показників УР має якісний характер. Тому методику варто доповнити нечітким оцінюванням, яке дозволяє врахувати лінгвістичні рівні раціональності.

Функцію належності до достатнього рівня раціональності можна задати трикутною нечіткою функцією:

$$\mu_D(z) = \begin{cases} 0, & z \le a, \\ \dfrac{z-a}{b-a}, & a < z \le b, \\ \dfrac{c-z}{c-b}, & b < z < c, \\ 0, & z \ge c, \end{cases} \quad (8)$$

де $\mu_D(z)$ – ступінь належності значення z до достатнього рівня раціональності; z – інтегральне або часткове значення оцінки; a – нижня межа достатнього рівня; b – точка максимальної належності; c – верхня межа достатнього рівня.

Застосування нечіткої логіки у цьому пункті є доцільним, оскільки раціональність УР не завжди має чітку межу між достатнім і високим рівнями. Наприклад, підприємство може мати високий рівень цифрового моніторингу, але середній рівень екологічної результативності. У такому разі жорстке ранжування може спотворити управлінський висновок, тоді як нечітке оцінювання дає змогу відобразити перехідні стани системи.

У табл. 2 наведено шкалу нечіткої інтерпретації рівня раціональності УР підприємств енергетики.

Для інтегрального оцінювання раціональності застосуємо компромісний індекс VIKOR. Він дозволяє визначити відстань підприємства від найкращого та найгіршого стану за сукупністю критеріїв. Цей підхід є корисним для енергетики, оскільки підприємство рідко демонструє одночасно найкращі результати за всіма блоками. Наприклад, воно може мати належний рівень фінансової стійкості, але недостатній рівень екологічної результа-

Таблиця 2

Шкала нечіткої інтерпретації рівня раціональності УР підприємств енергетики

Інтервал інтегральної оцінки	Лінгвістичний рівень	Управлінська інтерпретація
0,00–0,20	Критично низький	Система УР є фрагментарною та переважно реактивною
0,21–0,40	Низький	УР має окремі елементи, але не забезпечує стійкості
0,41–0,60	Середній	Підприємство має базові процедури УР, однак циркулярні критерії враховані частково
0,61–0,80	Достатній	Система УР є переважно інтегрованою та підтримує циркулярну трансформацію
0,81–1,00	Високий	Ризик-менеджмент є стратегічно інтегрованим, превентивним, цифровізованим і циркулярно орієнтованим

Джерело: сформовано автором

тивності. Метод VIKOR дає змогу отримати компромісну оцінку, яка враховує як загальну відстань до бажаного стану, так і найбільш проблемний критерій.

Для кожного індикатора визначаються найкраще та найгірше значення через допоміжні параметри:

$$b_j = \max_{1\le i\le m} r_{ij},\ c_j = \min_{1\le i\le m} r_{ij}, \quad (9)$$

де b_j – найкраще нормоване значення j-го індикатора; c_j – найгірше нормоване значення j-го індикатора; r_{ij} – нормоване значення показника; m – кількість підприємств або періодів оцінювання.

Групова відстань підприємства від найкращого стану визначається так:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \cdot \frac{b_j - r_{ij}}{b_j - c_j}, \quad (10)$$

де S_i – узагальнена відстань i-го підприємства від найкращого стану; w_j – вага j-го індикатора; b_j – найкраще значення показника; c_j – найгірше значення показника; r_{ij} – нормоване значення показника.

Максимальний індивідуальний розрив за найслабшим критерієм обчислюється за формулою:

$$R_i = \max_{1\le j\le n}\left\{ w_j \cdot \frac{b_j - r_{ij}}{b_j - c_j} \right\}, \quad (11)$$

де R_i – максимальний індивідуальний розрив i-го підприємства; w_j – вага індикатора; b_j – найкраще значення показника; c_j – найгірше значення показника; r_{ij} – нормоване значення показника.

Після цього розраховується компромісний індекс раціональності УР:

$$Q_i = \nu \cdot \frac{S_i - S_{min}}{S_{max} - S_{min}} + (1-\nu) \cdot \frac{R_i - R_{min}}{R_{max} - R_{min}}, \quad (12)$$

де Q_i – компромісний індекс раціональності УР i-го підприємства; ν – коефіцієнт вагомості групової корисності; S_i – узагальнена відстань підприємства від найкращого стану; R_i – максимальний індивідуальний розрив; S_{min} – мінімальне значення S_i; S_{max} – максимальне значення S_i; R_{min} – мінімальне значення R_i; R_{max} – максимальне значення R_i.

У цій формулі нижче значення Q_i означає ближчий стан підприємства до раціонального УР. Для зручності інтерпретації можна перейти до прямого індексу раціональності:

$$I_i^R = 1 - Q_i, \quad (13)$$

де I_i^R – прямий індекс раціональності УР i-го підприємства; Q_i – компромісний індекс відхилення від найкращого стану.

Запропонований математичний апарат дає змогу об'єднати різнорідні показники в єдину оцінку без втрати змістової логіки. Ентропійне зважування забезпечує об'єктивізацію ваг, нечітка логіка дає змогу інтерпретувати перехідні стани, а VIKOR дозволяє отримати компромісну оцінку між сукупною результативністю та найбільш критичним відхиленням.

У табл. 3 наведено послідовність застосування запропонованих методичних положень.

Особливе значення в запропонованій методиці має врахування циркулярного виміру. У межах традиційного УР підприємство може вважатися ефективним, якщо воно знижує ймовірність аварій, втрат або фінансових відхилень. Проте в умовах циркулярної економіки цього недостатньо. УР має також

Таблиця 3

Послідовність оцінювання раціональності УР підприємств енергетики

Етап	Зміст етапу	Очікуваний результат
1	Ідентифікування ключових ризиків і факторів впливу	Формування переліку ризиків та індикаторів оцінювання
2	Групування індикаторів за п'ятьма блоками	Побудова фінансово-економічного, технологічного, екологічного, соціального та організаційного профілю
3	Збір кількісних і якісних даних	Формування матриці початкових значень
4	Нормування стимуляторів і дестимуляторів	Переведення показників у порівнянну шкалу
5	Визначення ентропійних ваг	Об'єктивізація значущості індикаторів
6	Нечітка інтерпретація результатів	Визначення лінгвістичного рівня раціональності
7	Розрахунок компромісного індексу VIKOR	Визначення інтегрального рівня раціональності
8	Формування управлінських висновків	Виявлення слабких блоків і вибір пріоритетних заходів

Джерело: сформовано автором

сприяти зменшенню матеріальних втрат, повторному використанню ресурсів, підвищенню енергоефективності, декарбонізації, продовженню життєвого циклу обладнання та зниженню залежності від первинної сировини. Європейська комісія у планах дій щодо циркулярної економіки наголошує на необхідності замикання циклу життєвого циклу продукції через повторне використання і перероблення [4]. Це дає підстави розглядати циркулярність не як зовнішній екологічний критерій, а як внутрішній елемент раціональності УР.

Для практичної реалізації цього підходу розрахуємо окремий коефіцієнт циркулярної чутливості УР:

$$C_i = \frac{\alpha_1 U_i + \alpha_2 M_i + \alpha_3 E_i + \alpha_4 D_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}, \qquad (14)$$

де C_i – коефіцієнт циркулярної чутливості УР i-го підприємства; U_i – нормований показник повторного використання ресурсів; M_i – нормований показник скорочення матеріальних втрат; E_i – нормований показник енергоефективності; D_i – нормований показник декарбонізації; α_1, α_2, α_3, α_4 – вагові коефіцієнти циркулярних складових.

Цей коефіцієнт використаємо як коригувальний множник до інтегрального індексу раціональності. Скоригований індекс можна подати так:

$$I_i^{RC} = I_i^R \cdot (1 + \lambda C_i), \qquad (15)$$

де I_i^{RC} – скоригований індекс раціональності УР з урахуванням циркулярної чутливості; I_i^R – прямий індекс раціональності УР; C_i – коефіцієнт циркулярної чутливості; λ – коефіцієнт сили впливу циркулярного компонента.

Зміст цього коригування полягає в тому, що підприємство з однаковим базовим рівнем УР може мати вищу підсумкову оцінку, якщо його управлінські рішення реально підтримують циркулярні цілі. Наприклад, два підприємства можуть однаково скоротити кількість аварійних зупинок, але одне зробить це через тимчасове нарощування витрат на ремонт, а інше – через предиктивне обслуговування, повторне використання вузлів, цифровий моніторинг і скорочення матеріальних втрат. У другому випадку УР буде більш раціональним саме з позицій циркулярної економіки.

У табл. 4 наведено матрицю управлінської інтерпретації результатів оцінювання.

Запропоновані методичні положення мають важливе практичне значення для підприємств енергетики. По-перше, вони забезпечують перехід від фрагментарного аналізу окремих ризиків до комплексної оцінки раціональності УР. По-друге, вони дають змогу поєднати кількісні та якісні індикатори в єдиній системі оцінювання. По-третє, вони враховують специфіку енергетики, де технологічна надійність, екологічна відповідальність, фінансова стійкість і соціальна безпека мають однаково важливе значення. По-четверте, вони розширюють традиційний ризик-менеджмент за рахунок циркулярного компонента, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку. Міжнародне енергетичне агентство наголо-

Таблиця 4

Матриця управлінської інтерпретації результатів оцінювання раціональності УР

Значення I_i^{RC}	**Рівень раціональності**	**Пріоритетні управлінські дії**
0,00–0,20	Критичний	Проведення повного аудиту ризиків, перегляд регламентів, створення карти критичних ризиків
0,21–0,40	Низький	Формування базової системи моніторингу, запровадження відповідальних осіб і мінімальних превентивних заходів
0,41–0,60	Середній	Інтеграція цифрового моніторингу, посилення екологічного контролю, розвиток навчання персоналу
0,61–0,80	Достатній	Масштабування циркулярних технологій, розвиток зеленого фінансування, удосконалення предиктивного обслуговування
0,81–1,00	Високий	Перехід до стратегічного УР, цифрових двійників, замкнених ресурсних циклів і проактивного ризик-прогнозування

Джерело: сформовано автором

шує, що у 2024 році світові інвестиції у чисту енергетику майже вдвічі перевищували інвестиції у викопне паливо [5].

Для практичної апробації запропонованих методичних положень застосуємо відкриті дані енергетичних компаній. Такий підхід не замінює повноцінного внутрішнього аудиту УР. Водночас він дозволяє показати, як методика працює за умов обмеженого доступу до управлінської інформації. У цьому фрагменті використано відкриті дані українських компаній ДТЕК, НАК «Нафтогаз України» та НЕК «Укренерго». Для порівняльного орієнтира також залучено дані Ørsted і ENGIE. Вибір цих компаній зумовлено тим, що вони репрезентують різні моделі енергетичного бізнесу. ДТЕК поєднує теплову, відновлювану, розподільчу та видобувну складові. НАК «Нафтогаз України» відображає специфіку газового сектору та енергетичної безпеки. НЕК «Укренерго» репрезентує системного оператора передачі електроенергії. Ørsted і ENGIE відображають європейські практики декарбонізації, розвитку відновлюваної енергетики та інтегрованої звітності [6–16].

У табл. 5 наведено відкриті показники, які можуть бути використані для демонстраційного оцінювання раціональності УР підприємств енергетики.

Показники табл. 5 мають різну природу, тому пряме арифметичне порівняння компаній є методично некоректним. Українські підприємства функціонують в умовах війни, фізичних руйнувань інфраструктури та високого регуляторного навантаження. Європейські компанії мають доступ до стабільніших фінансових ринків і розвиненіших механізмів зеленого фінансування. Через це порівняння не повинно трактуватися як рейтинг «кращої» або «гіршої» компанії. Його призначення полягає в демонстрації того, як відкриті дані можуть бути перетворені на методичну оцінку раціональності УР. Для цього скористаємось апаратом сірої реляційної оцінки. Він належить до методів оцінювання систем із неповною, неоднорідною або частково невизначеною інформацією. Такий підхід добре узгоджується зі специфікою енергетичного сектору. У відкритих джерелах доступні не всі показники УР. Водночас наявні фінансові, технологічні, екологічні та соціальні індикатори дозволяють побудувати наближену оцінку.

У табл. 6 наведено демонстраційну нормовану матрицю, сформовану на підставі відкритих даних табл. 5. Вона не є офіційною оцінкою компаній. Її призначення полягає у перевірці застосовності методики.

У табл. 6 показник F_i відображає фінансово-економічну здатність компанії підтримувати превентивні заходи та реагувати на ризики. Показник T_i характеризує технологічну готовність, модернізацію, розвиток відновлюваних або резервних потужностей. Показник E_i відображає екологічну результативність, декарбонізацію і наближеність до циркулярних цілей. Показник S_i характеризує соціальну стійкість, внесок у суспільну безпеку та взаємодію із зацікавленими сторонами. Показник O_i відображає організаційно-управлінську зрілість, прозорість і наявність публічних управлінських практик. Для подальшого розрахунку застосовується ідеальна точка раціонального УР. У демонстраційній моделі вона дорівнює одиниці за кожним бло-

Таблиця 5

Відкриті показники енергетичних компаній для демонстрації методики оцінювання раціональності УР

Компанія	Країна	Відкриті показники, використані для оцінювання	Методичне значення показників	Джерела
ДТЕК	Україна	У 2024 р. група сплатила 41 млрд грн податків. ДТЕК Енерго інвестував 11 млрд грн у ремонти, відновлення ТЕС і вуглевидобуток. Компанія декларує перехід до пан'європейського бізнесу чистої енергетики.	Показники характеризують фінансову участь у стійкості держави, превентивні витрати, відновлення активів і стратегічну екологізацію.	[6; 7; 8]
НАК «Нафтогаз України»	Україна	У 2024 р. група отримала майже 38 млрд грн чистого прибутку. Компанії групи сплатили 104,3 млрд грн до бюджетів. Видобуток газу АТ «Укргазвидобування» зріс до 13,9 млрд куб. м.	Показники відображають фінансову стійкість, податкову роль, ресурсну безпеку і здатність підтримувати енергетичну стабільність.	[9; 10; 11]
НЕК «Укренерго»	Україна	У 2024 р. компанія отримала 37,7 млрд грн збитку. Чистий дохід зріс до 101,1 млрд грн. Компанія виконує функції диспетчеризації енергосистеми і передачі електроенергії.	Показники відображають високе кризове навантаження, системну роль і потребу у посиленні фінансової стійкості УР.	[12; 13]
Ørsted	Данія	У 2024 р. встановлена відновлювана потужність становила 18,2 ГВт. Частка відновлюваної генерації досягла 97 %. Інтенсивність викидів Scope 1–2 становила 16 г CO_2е/кВт·год.	Показники демонструють високий рівень циркулярно орієнтованої енергетичної трансформації та низький екологічний ризик.	[14]
ENGIE	Франція	У 2024 р. компанія додала 4,2 ГВт відновлюваної потужності. Загальна відновлювана потужність досягла 46 ГВт. Викиди від енергетичного виробництва зменшено на 55 % проти 2017 р.	Показники характеризують масштабну декарбонізацію, розвиток накопичення енергії та стратегічне зниження кліматичних ризиків.	[15; 16]

Джерело: сформовано автором на основі [6–16]

Таблиця 6

Нормована матриця демонстраційного оцінювання раціональності УР енергетичних компаній

Компанія	F_i	T_i	E_i	S_i	O_i
ДТЕК	0,74	0,68	0,62	0,78	0,72
НАК «Нафтогаз України»	0,86	0,58	0,46	0,74	0,70
НЕК «Укренерго»	0,34	0,64	0,52	0,66	0,73
Ørsted	0,78	0,91	0,96	0,82	0,90
ENGIE	0,82	0,86	0,84	0,80	0,86

Джерело: сформовано автором на основі [6–16]

ком. Відхилення компанії від ідеальної точки визначається за формулою:

$$\Delta_{ij} = \left| z_j^* - z_{ij} \right|, \quad (16)$$

де Δ_{ij} – відхилення i-ї компанії за j-м блоком оцінювання; z_j^* – ідеальне значення j-го блоку; z_{ij} – нормоване значення j-го блоку для i-ї компанії.

Після цього визначається сірий реляційний коефіцієнт, який показує близькість фактичного стану до ідеального рівня:

$$\xi_{ij} = \frac{\Delta_{\min} + \rho\Delta_{\max}}{\Delta_{ij} + \rho\Delta_{\max}}, \quad (17)$$

де ξ_{ij} – сірий реляційний коефіцієнт для i-ї компанії за j-м блоком; $\Delta_{\min}$ – мінімальне відхилення серед усіх компаній і блоків; $\Delta_{\max}$ – максимальне відхилення серед усіх компаній і блоків; ρ – коефіцієнт розрізнення, який у демонстраційному розрахунку прийнято на рівні 0,5.

Інтегральний сірий індекс раціональності УР визначається так:

$$G_i = \sum_{j=1}^{5} w_j \xi_{ij}, \quad (18)$$

де G_i – інтегральний сірий індекс раціональності УР i-ї компанії; w_j – вага j-го блоку; ξ_{ij} – сірий реляційний коефіцієнт; j – номер блоку оцінювання.

Скоригований прикладний індекс можна визначити за формулою:

$$P_i = G_i\left(1 + \eta C_i\right) - \gamma B_i, \quad (19)$$

де P_i – скоригований прикладний індекс раціональності УР; G_i – інтегральний сірий індекс; C_i – коефіцієнт циркулярної зрілості; B_i – коефіцієнт кризового тиску; η – параметр посилення циркулярного ефекту; γ – параметр урахування кризового навантаження.

У демонстраційному розрахунку параметр η прийнято на рівні 0,15. Параметр γ прийнято на рівні 0,08. Такі значення не є універсальними нормативами. Їх використано для показу логіки розрахунку. За повного емпіричного дослідження ці параметри слід калібрувати за даними підприємств, галузі та регуляторної звітності.

У табл. 7 наведено результати демонстраційного розрахунку за методом сірої реляційної оцінки.

Результати табл. 7 підтверджують, що запропоновані методичні положення дозволяють не лише ранжувати компанії. Вони також пояснюють причини відмінностей між ними. Найвищі значення мають Ørsted і ENGIE, що зумовлено високою часткою відновлюваних активів, системною декарбонізацією та розвиненою публічною звітністю. Ці компанії демонструють, як екологічна результативність може зменшувати стратегічні, регуляторні та репутаційні ризики. Їхній досвід показує, що циркулярна трансформація не є другорядним напрямом. Вона стає частиною фінансової стійкості та управління довгостроковими ризиками.

Українські компанії мають нижчі підсумкові значення, але їх потрібно інтерпретувати з урахуванням контексту. ДТЕК демонструє достатній рівень, оскільки поєднує значний податковий внесок, інвестиції у відновлення активів і заявлений перехід до чистішої енергетики. Водночас на підсумковий результат впливають воєнні руйнування, наявність теплової генерації та потреба у масштабній модернізації. НАК «Нафтогаз України» має сильний фінансовий блок, що підтверджується прибутком, податковими платежами і зростанням газовидобутку. Однак екологічний блок залишається обмеженим через природну вуглецеву специфіку газового сектору. Для НЕК «Укренерго» ключовим чинником є не стільки слабкість управління, скільки винятково високий зовнішній кризовий тиск. Збиток 2024 р. відображає фінансову напругу, але системна роль компанії залишається критичною для енергетичної безпеки [12; 13].

Таблиця 7

Результати демонстраційного оцінювання раціональності УР енергетичних компаній

Компанія	G_i	C_i	B_i	P_i
ДТЕК	0,599	0,62	0,50	0,615
НАК «Нафтогаз України»	0,584	0,48	0,40	0,594
НЕК «Укренерго»	0,507	0,50	0,85	0,477
Ørsted	0,828	0,94	0,20	0,929
ENGIE	0,751	0,84	0,25	0,825

Джерело: сформовано автором на основі [6–16]

Практичне значення проведеного розрахунку полягає в тому, що він перетворює відкриту інформацію на управлінськи придатну оцінку. Наприклад, для ДТЕК результат не зводиться до констатації значного податкового внеску або інвестицій у відновлення. Методика показує, що ключовим резервом підвищення раціональності є посилення екологічного та технологічного блоків. Для НАК «Нафтогаз України» сильна фінансова позиція не усуває потреби у низьковуглецевій трансформації. Для НЕК «Укренерго» слабкий фінансовий результат не може бути інтерпретований окремо від зовнішнього кризового навантаження. Це доводить потребу відокремлювати керовані внутрішні фактори від неконтрольованих зовнішніх шоків. З методичного погляду запропонований підхід має три переваги. Перша перевага полягає у можливості працювати з неповними відкритими даними. Друга перевага пов'язана з поєднанням кількісних і якісних характеристик. Третя перевага полягає у здатності відображати специфіку воєнного та післявоєнного відновлення української енергетики. Саме тому показник B_i має важливе значення для українських підприємств. Він не виправдовує низькі результати, але дозволяє пояснити їх походження. Це особливо важливо для підприємств, які виконують критичні функції в умовах руйнування інфраструктури.

Висновки. У результаті дослідження розроблено методичні положення з оцінювання раціональності управління ризиками підприємств енергетики. Їхньою основою є система індикаторів, об'єднаних у п'ять взаємопов'язаних блоків: фінансово-економічний, технологічний, екологічний, соціальний та організаційно-управлінський. Така структура дає змогу оцінювати управління ризиками не лише за здатністю підприємства мінімізувати можливі втрати, а й за його спроможністю забезпечувати технологічну надійність, екологічну відповідальність, соціальну стійкість і реалізацію циркулярних цілей. Запропонований математичний апарат передбачає нормування стимуляторів і дестимуляторів, ентропійне визначення ваг, нечітку інтерпретацію одержаних значень та застосування компромісного індексу VIKOR. Додаткове введення коефіцієнта циркулярної чутливості дає змогу враховувати повторне використання ресурсів, скорочення матеріальних втрат, підвищення енергоефективності та декарбонізацію. За умов неповноти відкритих відомостей методику доповнено сірою реляційною оцінкою і коригуванням результатів відповідно до циркулярної зрілості та кризового навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. International Organization for Standardization. *ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines*. URL: https://www.iso.org/standard/65694.html

2. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. *Enterprise Risk Management – Integrating with Strategy and Performance*. URL: https://www.coso.org/enterprise-risk-management

3. Ellen MacArthur Foundation. (2024, August 21). *Circular economy principles*. URL: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-principles

4. European Commission. (2020, March 11). *A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe* (COM/2020/98 final). URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098

5. International Energy Agency. *World Energy Investment 2024*. URL: https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2024

6. DTEK. *Sustainability in Action 2024*. URL: URL: https://dtek.com/content/upload/Sustainability_in_Action_report.pdf

7. DTEK. (2025, April 16). *DTEK named largest Ukrainian tax contributor in 2024*. https://dtek.com/en/media-center/news/dtek-largest-tax-contributor-ukraine-2024/

8. ДТЕК Енерго. (2025, 2 червня). *У 2024 році ДТЕК Енерго сплатив до бюджету майже 17 млрд грн податків*. URL: https://energo.dtek.com/media-center/press/-u-2024-rotsi-dtek-energo-splativ-do-byudzhetu-mayzhe-17-mlrd-grn-podatkiv/

9. Naftogaz Group. (2025, May 1). *Financial statements: Naftogaz net profit was nearly UAH 38 billion in 2024*. URL: https://www.naftogaz.com/en/news/chystyy-prybutok-grupy-naftogaz-za-2024-rik-sklav-mayzhe-38-mlrd-grn

10. Naftogaz Group. (2025, January 17). *Naftogaz Group increased gas production to 13.9 bcm in 2024*. URL: https://www.naftogaz.com/en/news/grupa-naftogaz-zbilshyla-vydobutok-gazu-v-2024-rotsi-do-13-9-kub-m

11. Naftogaz Group. (2025, January 10). *Naftogaz Group contributed UAH 104.3 billion to budget in 2024*. URL: https://www.naftogaz.com/en/news/u-2024-rotsi-grupa-naftogaz-zabezpechyla-104-3-mlrd-grn-nadhodzhen-do-byudzhetu

12. Ukrainian News. (2025, March 20). *Ukrenergo's loss amounted to almost UAH 38 billion in 2024*. URL: https://ukranews.com/en/news/1071221-ukrenergo-s-loss-amounted-to-almost-uah-38-billion-in-2024

13. Forbes Ukraine. (2025, 18 березня). *Збитки «Укренерго» у 2024 році склали 37,7 млрд грн*. URL: https://forbes.ua/news/ukrenergo-zavershilo-2024-rik-iz-zbitkom-u-377-mlrd-grn-18032025-28122

14. Ørsted. *Annual Report 2024*. URL: https://orsted.com/en/investors/financial-reports/annual-reporting-2024

15. ENGIE. (2025, February 27). *ENGIE FY 2024 results*. URL: https://en.newsroom.engie.com/news/engie-fy-2024-results-c9569-314df.html

16. ENGIE. (2024). *2024 Integrated Report (based on 2023 data)*. URL: https://www.engie.com/en/our-commitments/esg-performance/archives/

17. Pellegrino R. Risk management of Circular Economy: a framework based on Interpretive structural model. *Procedia Computer Science***.** 2025. vol. 253. P. 683–690. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.130

18. AlMashaqbeh S., Munive-Hernandez J.E. Risk Analysis under a Circular Economy Context Using a Systems Thinking Approach. *Sustainability***.** 2023. vol. 15, no. 5, article 4141. DOI: https://doi.org/10.3390/su15054141

19. Gitelman L., Magaril E., Kozhevnikov M., Rada E.C. Rational Behavior of an Enterprise in the Energy Market in a Circular Economy. *Resources***.** 2019. vol. 8. no. 2. article 73. DOI: https://doi.org/10.3390/resources8020073

20. Santos M.R.C., Rolo A., Matos D., Carvalho L. The Circular Economy in Corporate Reporting: Text Mining of Energy Companies' Management Reports. *Energies***.** 2023. vol. 16. no. 15. article 5791. DOI: https://doi.org/10.3390/en16155791

REFERENCES:

1. International Organization for Standardization (2018) ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines. Available at: https://www.iso.org/standard/65694.html

2. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (2017) Enterprise Risk Management – Integrating with Strategy and Performance. Available at: https://www.coso.org/enterprise-risk-management

3. Ellen MacArthur Foundation (2024) Circular economy principles. Available at: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-principles

4. European Commission (2020) A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe (COM/2020/98 final). Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098

5. International Energy Agency (2024) World Energy Investment 2024. Available at: https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2024

6. DTEK (2024) Sustainability in Action 2024. Available at: https://dtek.com/content/upload/Sustainability_in_Action_report.pdf

7. DTEK (2025) DTEK named largest Ukrainian tax contributor in 2024. Available at: https://dtek.com/en/media-center/news/dtek-largest-tax-contributor-ukraine-2024/

8. DTEK Enerho (2025) U 2024 rotsi DTEK Enerho splatyv do biudzhetu maizhe 17 mlrd hrn podatkiv [In 2024, DTEK Energy paid almost UAH 17 billion in taxes to the budget]. Available at: https://energo.dtek.com/media-center/press/-u-2024-rotsi-dtek-energo-splativ-do-byudzhetu-mayzhe-17-mlrd-grn-podatkiv/ (in Ukrainian)

9. Naftogaz Group (2025) Financial statements: Naftogaz net profit was nearly UAH 38 billion in 2024. Available at: https://www.naftogaz.com/en/news/chystyy-prybutok-grupy-naftogaz-za-2024-rik-sklav-mayzhe-38-mlrd-grn

10. Naftogaz Group (2025) Naftogaz Group increased gas production to 13.9 bcm in 2024. Available at: https://www.naftogaz.com/en/news/grupa-naftogaz-zbilshyla-vydobutok-gazu-v-2024-rotsi-do-13-9-kub-m

11. Naftogaz Group (2025) Naftogaz Group contributed UAH 104.3 billion to budget in 2024. Available at: https://www.naftogaz.com/en/news/u-2024-rotsi-grupa-naftogaz-zabezpechyla-104-3-mlrd-grn-nadhodzhen-do-byudzhetu

12. Ukrainian News (2025) Ukrenergo's loss amounted to almost UAH 38 billion in 2024. Available at: https://ukranews.com/en/news/1071221-ukrenergo-s-loss-amounted-to-almost-uah-38-billion-in-2024

13. Forbes Ukraine (2025) Zbytky «Ukrenerho» u 2024 rotsi sklaly 37,7 mlrd hrn [Ukrenergo's losses amounted to UAH 37.7 billion in 2024]. Available at: https://forbes.ua/news/ukrenergo-zavershilo-2024-rik-iz-zbitkom-u-377-mlrd-grn-18032025-28122 (in Ukrainian)

14. Ørsted (2025) Annual Report 2024. Available at: https://orsted.com/en/investors/financial-reports/annual-reporting-2024

15. ENGIE (2025) ENGIE FY 2024 results. Available at: https://en.newsroom.engie.com/news/engie-fy-2024-results-c9569-314df.html

16. ENGIE (2024) 2024 Integrated Report (based on 2023 data). Available at: https://www.engie.com/en/our-commitments/esg-performance/archives/

17. Pellegrino R. (2025) Risk management of Circular Economy: a framework based on Interpretive structural model. *Procedia Computer Science*, vol. 253, pp. 683–690. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.130

18. AlMashaqbeh S., Munive-Hernandez J.E. (2023) Risk Analysis under a Circular Economy Context Using a Systems Thinking Approach. *Sustainability*, vol. 15, no. 5, article 4141. DOI: https://doi.org/10.3390/su15054141

19. Gitelman L., Magaril E., Kozhevnikov M., Rada E.C. (2019) Rational Behavior of an Enterprise in the Energy Market in a Circular Economy. *Resources*, vol. 8, no. 2, article 73. DOI: https://doi.org/10.3390/resources8020073

20. Santos M.R.C., Rolo A., Matos D., Carvalho L. (2023) The Circular Economy in Corporate Reporting: Text Mining of Energy Companies' Management Reports. *Energies*, vol. 16, no. 15, article 5791. DOI: https://doi.org/10.3390/en16155791

Дата надходження статті: 27.08.2026
Дата прийняття статті до публікації: 29.10.2026
Дата публікації статті: 09.11.2026