

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-122>

УДК 330.3

ІННОВАЦІЙНІ ЧИННИКИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

INNOVATIVE FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY IN UKRAINE

Андрійчук Ігор Васильович

кандидат економічних наук, доцент,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1067-2148>**Наритник Петро Степанович**

аспірант,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9955-4445>**Витвицька Уляна Ярославівна**

кандидат економічних наук, доцент,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6619-3314>**Andriichuk Igor, Narytnyk Petro, Vytvytska Uliana**
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

У статті розглянуто сучасні трансформаційні процеси в енергетичній сфері. Досліджено поняття «інновації» та «інновації в енергетиці», зовнішні та внутрішні чинники впливу на інноваційний розвиток. Розглянуто ключові інноваційні аспекти, окреслені в Енергетичній стратегії України до 2050 року. Виокремлено, структуровано та детально охарактеризовано основні інноваційні чинники розвитку відновлюваної енергетики України, до яких віднесено глобальні, техніко-технологічні, економіко-інвестиційні, інституційні, соціально-екологічні, науково-дослідницькі чинники. Для оцінювання впливу інноваційних чинників на розвиток відновлюваної енергетики запропоновано застосовувати методику попарного порівняння. Розроблено формулу розрахунку інтегрального показника оцінки впливу інноваційних чинників на розвиток відновлюваної енергетики.

Ключові слова: інновації, інноваційні чинники, розвиток, відновлювана енергетика, методика попарного порівняння, інтегральний показник оцінки впливу інноваційних чинників.

The article examines modern transformation processes in the energy sector. The concepts of "innovation" and "innovation in energy" are studied, as well as external and internal factors influencing innovative development. The key innovation aspects outlined in the Energy Strategy of Ukraine until 2050 are considered. The main innovative factors of the development of renewable energy in Ukraine are identified, structured and described in detail. In particular, global factors include global transformations in the energy market, generally accepted international norms and integration into global energy systems. Research factors include the development of scientific research and the establishment of partnerships with leading scientific institutions and participation in EU initiatives. Technical and technological factors include the use of advanced materials, highly efficient turbines, energy storage systems, etc.; the use of new generation power grids; digital and automated systems. The use of government programs, private investments, foreign capital, "green investments" to finance innovative projects; incentives through support mechanisms and subsidies; the introduction of flexible business models are reflected in economic and investment factors. Institutional factors take into account the provision of energy policy and legislation aimed at stimulating innovation; the formation of institutional structures for large-scale implementation of innovations. Social and environmental factors include attracting highly qualified personnel, obtaining professional education and training of specialists; increasing public support and changing consumer habits; educational programs; creating energy cooperatives and decentralization; creating new jobs in the field of clean technologies. To assess the impact of innovative factors on the development of renewable energy, it is proposed to use the pairwise comparison method. A formula for calculating the integral indicator of the assessment of the impact of innovative factors on the development of renewable energy has been developed.

Keywords: innovation, innovation factors, development, renewable energy, pairwise comparison method, integral indicator of assessing the impact of innovation factors.



Постановка проблеми. Розвиток відновлюваної енергетики в сучасних ринкових умовах потребує врахування та структурування відповідних інноваційних чинників, які у значній мірі впливають на ступінь впровадження поновлюваних енергоресурсів у паливний баланс держави.

Загалом, трансформаційні зміни в енергетиці визначаються наступними передумовами: енергія є товарами, сервісами та послугами; складовими «чистої енергії» є сонячна, вітрова, накопичувачі, децентралізація, гранична генерація, енергетичні хаби, ущільнення енергетичних та комунальних послуг; до особливостей новітнього транспорту відносять електрифікований транспорт, автономне водіння, розширена мобільність, ущільнення транспортних потоків, обмеження на використання органічних видів палива; до нових енерготоварів відносять зріджений газ, нафтопродукти, електроенергію, викиди CO₂, якість енергозабезпечення; застосування складових цифрової індустрії [1, с. 7-28].

Для України структуризація інноваційних чинників (факторів) є вкрай важливим завданням, оскільки існують нагальні потреби у зменшенні залежності від імпорту паливно-енергетичних ресурсів та забезпеченні енергобезпеки, інтеграції та перерозподілу джерел енергії, швидкого відновлення енергетичної інфраструктури держави.

Упорядкування (структурування) інновацій у відновлюваній енергетиці є надзвичайно актуальним через наявність економічних, екологічних, техніко-технологічних, соціальних, тощо передумов, які дають можливість оцінювати потенціал підприємств та організацій, здійснювати стратегічне планування для підвищення ефективності та конкурентоспроможності використання відновлюваних джерел енергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам визначення інновацій та відповідних факторів розвитку економіки присвячено праці іноземних та вітчизняних науковців, зокрема: Денисюк С.П. [1], Schumpeter J. A. [2], Drucker P. F. [3], Дивнич О. Д. [4], Пантелєєва І. В., Шматько Н. М., Глушко А. В. [5], Rashid M. M. [6].

Питання дослідження інноваційних чинників розвитку відновлюваної енергетики є предметами уваги провідних науковців та фахівців-практиків, а саме Рязанова Н. О. [9], Бабина О. [10], Трофименко О., Ільяш О., Войтко С., Длугопольська Т., Козловський С., Гринкевич С. [11], Гнилянська Л., Шпак Н., Побурко О. [12], Рудьковського С.М. [13].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Однак, залишається недостатньо дослідженою проблематика визначення, упорядкування та структурування сучасних інноваційних чинників забезпечення зростання відновлюваної енергетики та розрахунку їх впливу на рівень застосування відновлюваних джерел енергії.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). У зв'язку з цим, мета статті полягає в дослідженні дефініції «інновації в енергетиці», виокремленні та структуруванні інноваційних чинників впливу на розвиток відновлюваної енергетики та окресленні теоретико-методичних підходів до оцінювання ступеня їх впливу на ефективність використання відновлюваних енергоресурсів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Загалом, інновації трактують, як запровадження нових або суттєво досконаліших продуктів, маркетингових або організаційних методів, бізнес-процесів, у діяльність суб'єктів господарювання, ринку або суспільства, що дає змогу сформувати додану вартість або сприяє змінам в економічних або соціальних системам.

Так, науковець Шумпетер Й. визначає «інновації» як «нові комбінації» виробничих факторів, що стимулюють економічний розвиток через процес творчого руйнування [2].

Друкер П. акцентує, що «інновація» – це особливий інструмент підприємницької діяльності, засіб формування нового потенціалу для бізнесу чи суспільства [3].

Інноваційні чинники трактують, як сукупність внутрішніх та зовнішніх умов, що формують здатність галузі, суб'єкта господарювання до розроблення, запровадження та розповсюдження нових технологій, підходів, продуктів, тощо.

До внутрішніх (ендогенних) чинників, що сприяють інноваційному розвитку належать [4, с. 97-104] потенціал (інноваційний, фінансовий, виробничо-збутовий, інтелектуальний); потреби у формуванні конкурентних переваг та диверсифікація виробничої діяльності; наявність матеріальних стимулів у персоналу; співвідношення між якістю продукції підприємства та ступенем задоволення споживачів; науково-технічна співпраця із закладами вищої освіти та науковими інститутами; стратегічна візія суб'єкта господарювання.

Автор [4, с. 97-104] зовнішніми (екзогенними) чинниками інноваційного розвитку вважає такі як, висока галузева конкурентність; наявна державна галузева підтримка; зако-

нодавче забезпечення захисту інтелектуальної власності; розбудова інноваційної інфраструктури; розвиток світової науково-технічної співпраці; зменшення мит на певні види ввізної наукомісткої продукції; підготовка висококваліфікованих працівників.

«Інновації в енергетиці» в праці [5, с. 129-134.] визначають як сукупність процесів, що ведуть до виникнення нових або удосконалених існуючих технологій, котрі дають змогу збільшити різноманітність енергоресурсів, які вже застосовуються, покращити надійність енергосистем і знизити політичні, економічні, екологічні видатки. Також у [5, с. 129-134.] представлено класифікацію інновацій в електроенергетиці: інновації, що зумовлені зміною технологій (технологічні та процесні); інновації, що зумовлені зміною ринку (управління та транзакцій).

В статті [6] акцентовано, що енергетичні технологічні інновації приносять значні вигоди для навколишнього середовища і суспільства, а також потребують значних капіталовкладень на ранніх стадіях розвитку через наявність певних ризиків і невизначеності наукових досліджень та розробки нових продуктів, послуг і технологій.

В Енергетичній стратегії України до 2050 року [7; 8] сфокусовано на інноваціях для досягнення кліматичної нейтральності, енергетичної безпеки та інтеграції в Європейський Союз, через розвиток відновлюваної енергетики, запровадження водневих технологій, малих модульних реакторів, систем акумулювання енергії та інтелектуальних електромереж, також через оновлення інфра-

структури та переходу до децентралізованого виробництва енергії.

Проведені дослідження дають змогу виокремити основні інноваційні чинники розвитку відновлюваної енергетики України (таблиця 1).

Наведені у таблиці 1 чинники дають змогу виокремити та структурувати ключові фактори (показники) ефективного використання інновацій у відновлюваній енергетиці, проте, для прикладного розрахунку та порівняльної характеристики сили впливу окреслених критеріїв доцільно застосувати методіку попарного порівняння [14; 15].

Методичний підхід попарного зіставлення являє собою аналітичний метод визначення пріоритетності чинників (факторів) через їх послідовне порівняння між собою по два, з подальшим кількісним чи якісним узагальненням отриманих результатів. У своїй основі даний метод ґрунтується на тому, що особі, яка є експертом, або ж групі осіб, значно простіше визначити, який із двох чинників (факторів) є більш пріоритетним у парі, аніж намагатися одразу ж присвоїти рівні значущості великому набору чи сукупності чинників [14].

Для оцінювання впливу інноваційних чинників на розвиток відновлюваної енергетики запропоновано застосовувати інтегральний показник [15]. Розрахунок цього показника ґрунтується на середньому значенні геометричного ряду (формула 1):

$$I2 = \sqrt[n]{C_1 \cdot w_1 \cdot y_2 \cdot w_2 \dots y_i \cdot w_i}, \quad (1)$$

де $I2$ – впливу інноваційних чинників на розвиток відновлюваної енергетики;
 n – кількість груп інноваційних чинників

Таблиця 1

Інноваційні чинники розвитку відновлюваної енергетики України

Інноваційні чинники розвитку відновлюваної енергетики	Характеристика
1	2
Глобальні	1. Глобальні трансформації на енергоринку, зокрема, декарбонізаційні процеси та рух у напрямку низьковуглецевої економіки. 2. Загальноприйняті міжнародні норми та інтеграція до світових енергосистем (Європейський зелений курс, зобов'язання євроінтеграційного характеру).
Науково-дослідницькі	1. Розвиток наукових досліджень. Заснування лабораторій та технопарків, сфокусованих на відновлюваній енергетиці. 2. Налагодження партнерських взаємозв'язків із провідними науковими установами та долучення до ініціатив Євросоюзу (Horizon Europe)

Продовження Таблиці 1

1	2
Техніко-технологічні	1. Використання новітніх матеріалів, високоефективних турбін, систем зберігання потужностей, тощо. При впровадженні та комерціалізації сонячних, гідро та вітрових енерготехнологій підвищує надійність мереж та мінімізує залежність від викопного палива.
	2. Застосування електромереж нового покоління («розумні мережі»). Дають змогу раціоналізувати процес віддачі потужності, інтегрувати генерацію з різноманітних джерел, забезпечувати адаптивність системи та скорочувати втрати.
	3. Цифрові та автоматизовані системи (ШІ, Інтернет речей, блокчейн). Значно прискорюють процес переходу до ефективного управління енергетичними потоками.
Економіко-інвестиційні	1. Використання державних програм, приватних інвестицій, іноземного капіталу, «зелених інвестицій» для фінансування інноваційних проєктів. Сприяє запровадженню нових технологій та модернізації інфраструктури.
	2. Стимулювання через механізми підтримки та субсидії. Політика держави, спрямована на заохочення використання «зеленої» енергетики разом із венчурним капіталом, прискорює процес запровадження інновацій.
	3. Запровадження гнучких бізнес-моделей. Надання енергії як сервісу, оренда (лізинг) енергетичного обладнання, краудфандингові платформи для фінансування проєктів.
Інституційні	1. Забезпечення енергетичної політики й законодавства, спрямованих на стимулювання інновацій. Використання сучасних стандартів, нормативів, системи тарифікації.
	2. Формування інституційних структур для широкомасштабного впровадження інновацій. Створення об'єднань (кластерів), міжвідомчих програм, установ, які надають підтримку науково-технічним розробкам.
Соціально-екологічні	1. Залучення персоналу високої кваліфікації, здобуття фахової освіти та підготовка спеціалістів. Без професіоналів, спроможних запроваджувати новітні технології, інновації ризикують не отримати належного розвитку.
	2. Активізація громадської підтримки та зміни споживчих звичок. У суспільстві є попит на «чисту енергію», енергоефективність, що, в свою чергу, стимулює розвиток інновацій. Підвищення рівня екологічної культури суспільства, популяризація «зеленої» енергетики.
	3. Освітні програми: підготовка фахівців для відновлюваної енергетики, запровадження курсів з енергоменеджменту, інженерії відновлюваних джерел енергії, екологічних технологій.
	4. Створення енергетичних кооперативів та децентралізація. Поява громад, що здатні самостійно виробляти та використовувати енергію.
	5. Створення нових робочих місць, у галузі чистих технологій, залучення мешканців територій до реалізації проєктів відновлюваної енергетики.

Джерело: формовано авторами на основі [9-13]

(факторів) впливу на розвиток відновлюваної енергетики;

u_i – значення i -ї групи інноваційних чинників (факторів) впливу на розвиток відновлюваної енергетики, в балах;

w_i – вагомість i -ї групи інноваційних чинників (факторів) впливу на розвиток відновлюваної енергетики, в част.од.

Слід зазначити, що бальні значення впливу інноваційних чинників та вагомості відповідних груп доцільно визначати за допомогою експертних опитувань провідних фахівців у сфері розвитку відновлюваної енергетики.

Висновки. Таким чином, виконані дослідження засвідчили, що інноваційні процеси у галузі відновлюваної енергетики потребу-

ють комплексного врахування значної кількості критеріїв (показників), об'єднаних у відповідні групи. До основних інноваційних чинників розвитку відновлюваної енергетики в Україні віднесено глобальні, інституційні, техніко-технологічні, економіко-інвестиційні, соціально-екологічні, науково-дослідницькі чинники. Визначення інтегрального показ-

ника впливу окреслених інноваційних факторів на розвиток відновлюваної енергетики в Україні, дасть змогу державним, регіональним та місцевим органам влади; а також потенційним інвесторам оцінити можливості впровадження інвестиційно-інноваційних проєктів використання відновлюваних джерел енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Денисюк С. П. Енергетичний перехід – вимоги якісних змін у розвитку енергетики. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2019. № 1. С. 7-28. URL: <https://energy.kpi.ua/article/view/182171/182066>
2. Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press. (Оригінал: *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, 1911). URL: <https://cruel.org/books/hy/shortschumpeter/SchumpeterTheoryofEconDev.pdf>
3. Drucker, P. F. (1985). *Innovation and Entrepreneurship*. New York: Harper & Row. URL: <https://rudycr.com/InovBis/Peter%20F.%20Drucker%20%20Innovation%20and%20Entrepreneurship-1985.pdf>
4. Дивнич О. Д. Інноваційна політика підприємства: формування та реалізація. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії: Економічні науки*. 2013. Вип. 2(7). Т. 1. Полтава : ПДАА. С. 97-104.
5. Пантелєєва І. В., Шматко Н. М., Глушко А. В. Види інновацій в енергетиці, що розвиваються. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Сер.: Технічні науки*. 2023. Т. 34 (73). № 4. С. 129-134. URL: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.4/21>
6. Rashid, M. M. (2022). Global strategic innovations in the energy sector. *Journal of Economics Library*, 8(4), 211–225. <https://doi.org/10.1453/jel.v8i4.2262>
7. Енергетична стратегія. URL: <https://mef.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya-0>
8. Енергетичний хаб Європи: Україна схвалила Енергетичну стратегію до 2050 року. Зелена трансформація України. Інформаційний ресурс про Європейський зелений курс і України. URL: <https://greentransform.org.ua/ukrayina-shvalyla-energetychnu-strategiyu-do-2050-roku/>
9. Рязанова Н. О. Нетрадиційна енергетика як фактор інноваційного розвитку електроенергетики. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 18. С. 23-26. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/18_2017/6.pdf
10. Бабина О. Особливості оцінки ефективності розвитку інноваційно-інвестиційної діяльності у виробництві альтернативних джерел енергії. *Економіка та суспільство*. 2021. № 32. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-105>;
11. Trofymenko, O., Ilyash, O. ., Voitko, S. ., Dluhopolska, T. ., Kozlovskyi, S. ., & Hrynkevych, S. (2022). Impact of energy innovations on the Ukraine's economy: strategic direction and managerial practices. *Economics – Innovative and Economics Research Journal*, 10 (2). URL: <https://doi.org/10.2478/eoik-2022-0018>
12. Гнилянська Л., Шпак Н., Побурко О. Інституційні чинники втілення інноваційних проєктів відновлювальної енергетики в екстремальних умовах. *Економіка та суспільство*. 2025. № 74. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-74-149>
13. Рудьковський С. М. Сучасні детермінанти трансформації світового енергетичного ринку. *Стратегія розвитку України (економіка, соціологія, право)*. 2018. № 2. URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SR/article/view/14166>
14. Saaty, T.L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*. Vol. 15. No. 3. P. 234-281.
15. Андрійчук І. В. Ткачук В. В. Про визначення впливу факторів на ефективність використання природного газу в регіоні за допомогою методу попарних порівнянь. *Збірник наукових праць «Економічний простір»*. 2025. № 201. URL: <https://doi.org/10.30838/EP.201.3-8>

REFERENCES:

1. Denysiuk S.P. (2019). Enerhetychnyi perekhid – vymohy yakisnykh zmin u rozvytku enerhetyky [Energy transition – requirements for qualitative changes in the development of the energy sector]. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia*, no. 1, pp. 7-28. Available at: <https://energy.kpi.ua/article/view/182171/182066> (in Ukrainian).

2. Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press (Original work published 1911). Available at: <https://cruel.org/books/hy/shortschumpeter/SchumpeterTheoryofEconDev.pdf>
3. Drucker, P. F. (1985). *Innovation and Entrepreneurship*. New York: Harper & Row. Available at: <https://rudycr.com/InovBis/Peter%20F.%20Drucker%20%20Innovation%20and%20Entrepreneurship-1985.pdf>
4. Dyvnych O. D. (2013). Innovatsiina polityka pidpriemstva: formuvannia ta realizatsiia [Innovation policy of the enterprise: formation and implementation]. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahranoi akademiii*, no. 2(7), vol 1, pp. 97-104. Poltava: PDAA (in Ukrainian).
5. Pantielieieva I. V., Shmatko N. M., & Hlushko A. V. (2023). Vydy innovatsii v enerhetytsi, shcho rozvyvaiutsia [Developing types of innovations in energy]. *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V. I. Vernadskoho. Seriia: Tekhnichni nauky*, 34 (73), no. 4, pp. 129-134. Available at: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.4/21> (in Ukrainian).
6. Rashid, M. M. (2022). Global strategic innovations in the energy sector. *Journal of Economics Library*, 8(4), 211–225. Available at: <https://doi.org/10.1453/jel.v8i4.2262>
7. Enerhetychna stratehiia [Energy strategy]. Available at: <https://mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya-0>. (in Ukrainian).
8. Enerhetychnyi khab Yevropy: Ukraina skhvalyla Enerhetychnu stratehiu do 2050 roku [European energy hub: Ukraine approved the Energy Strategy until 2050]. *Zelena transformatsiia Ukrainy*. Available at: <https://greentransform.org.ua/ukrayina-shvalyla-energetychnu-strategiyu-do-2050-roku/> (in Ukrainian).
9. Riazanova N. O. (2017). Netradytsiina enerhetyka yak faktor innovatsiinoho rozvytku elektroenerhetyky [Non-traditional energy as a factor of innovative development of the electric power industry]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, no. 18, pp. 23–26. Available at: http://www.investplan.com.ua/pdf/18_2017/6.pdf (in Ukrainian).
10. Babyna, O. (2021). Osoblyvosti otsinky efektyvnosti rozvytku innovatsiino-investytsiinoi diialnosti u vyrobnytstvi alternatyvnykh dzherel enerhii [Peculiarities of assessing the effectiveness of the development of innovation and investment activities in the production of alternative energy sources]. *Ekonomika ta suspilstvo*, (32) Available at: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-105> (in Ukrainian).
11. Trofymenko, O., Ilyash, O., Voitko, S., Dluhopolska, T., Kozlovskiy, S., & Hrynkevych, S. (2022). Impact of energy innovations on the Ukraine's economy: strategic direction and managerial practices. *Economics – Innovative and Economics Research Journal*, 10 (2). Available at: <https://doi.org/10.2478/eoik-2022-0018>
12. Hnylianska, L., Shpak, N., & Poburko, O. (2025). Instytutsiini chynnyky vtilennia innovatsiinykh proektiv vidnovliuvalnoi enerhetyky v ekstremalnykh umovakh [Institutional factors of implementation of innovative renewable energy projects in extreme conditions]. *Ekonomika ta suspilstvo*, (74). Available at: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-74-149> (in Ukrainian).
13. Rudkovyskyi, S. M. (2018). Suchasni determinanty transformatsii svitovoho enerhetychnoho rynku [Modern determinants of the transformation of the world energy market]. *Stratehiia rozvytku Ukrainy (ekonomika, sotsiologhiia, pravo)*, no. 2. Available at: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SR/article/view/14166> (in Ukrainian).
14. Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15 (3), pp. 234-281.
15. Andriichuk I. V., & Tkachuk V. V. (2025). Pro vyznachennia vplyvu faktoriv na efektyvnist vykorystannia pryrodnoho hazu v rehioni za dopomohoiu metodu poparnykh porivnian [On determining the influence of factors on the efficiency of natural gas use in the region using the method of pairwise comparisons]. *Ekonomichnyi prostir*, (201). Available at: <https://doi.org/10.30838/EP.201.3-8> (in Ukrainian).