

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2025. № 7.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.7.111>

УДК 330.3; 620.91

*К. С. Степанчук,
аспірант, КПІ. ім. Ігоря Сікорського
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8178-0752>*

ВУГЛЕЦЕВО-НЕЙТРАЛЬНА ЕКОНОМІКА: СУТНІСТЬ, ПРИНЦИПИ ТА ГЛОБАЛЬНИЙ КОНТЕКСТ

*K. Stepanchuk,
PhD student, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute*

CARBON-NEUTRAL ECONOMY: ESSENCE, PRINCIPLES AND GLOBAL CONTEXT

У статті досліджено сутність категорії вуглецево-нейтральної економіки як моделі економічного розвитку, за якої сумарний баланс викидів парникових газів у атмосферу дорівнює нулю або є від'ємним. Проаналізовано теоретичні засади економічних процесів в альтернативній енергетиці, включаючи структуру собівартості з переважанням капітальних витрат над операційними, особливості ціноутворення через механізми аукціонів та державної підтримки, а також роль міжнародної передачі технологій. Визначено сім основних принципів вуглецево-нейтральної економіки: декарбонізації, циркулярності, вуглецевого ціноутворення, технологічних інновацій, справедливого переходу,

міжнародного співробітництва та науково обґрунтованого підходу. Розглянуто глобальні тенденції переходу до вуглецевої нейтральності, включаючи вплив Паризької угоди 2015 року та результати COP26. Встановлено, що понад 90% країн світу за обсягом викидів парникових газів прийняли цілі досягнення вуглецевої нейтральності, проте лише третина має детальні плани реалізації.

The article examines the essence of the category of carbon-neutral economy as a model of economic development in which the total balance of greenhouse gas emissions into the atmosphere equals zero or is negative. The research analyzes theoretical foundations of economic processes in alternative energy, including cost structure with predominance of capital expenditures over operational costs, pricing peculiarities through auction mechanisms and government support schemes, as well as the role of international technology transfer. Seven fundamental principles of carbon-neutral economy are identified: decarbonization, circularity, carbon pricing, technological innovations, just transition, international cooperation, and science-based approach. The study examines global trends in transition to carbon neutrality, including the impact of the 2015 Paris Agreement and COP26 outcomes. It is established that over 90% of countries worldwide by greenhouse gas emissions volume have adopted carbon neutrality goals, however only one-third have detailed implementation plans. The methodological foundations for studying the economic component of alternative energy are presented, incorporating systematic approach and comprehensive indicator systems including technological efficiency, economic, environmental, socio-economic, and energy security metrics. The research emphasizes the importance of risk assessment and uncertainty analysis using stochastic modeling, sensitivity analysis, and Monte Carlo methods. Special attention is given to carbon footprint assessment and carbon neutrality evaluation methods based on product lifecycle concepts. The global context analysis reveals that carbon-neutral economy transformation requires coordination between developed and developing

countries, with developed nations providing financial and technological support. The financial sector's role is highlighted through development of green bonds, sustainable loans, and climate funds, while central banks increasingly integrate climate risks into stress tests and regulatory requirements.

Ключові слова: *вуглецево-нейтральна економіка, альтернативна енергетика, декарбонізація, сталий розвиток.*

Keywords: *carbon-neutral economy, alternative energy, decarbonization, sustainable development.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. У сучасному світі питання екологічної безпеки та сталого розвитку стають все більш актуальними. Глобальні кліматичні зміни, виснаження природних ресурсів та зростання рівня забруднення довкілля спонукають до пошуку нових підходів у веденні господарської діяльності. На перший план виходить концепція вуглецево-нейтральної економіки, яка передбачає досягнення балансу між викидами парникових газів та їх поглинанням.

Вуглецево-нейтральна економіка – це модель економічного розвитку, за якої сумарний баланс викидів парникових газів у атмосферу дорівнює нулю або є від'ємним. Досягнення цієї мети можливе шляхом зменшення викидів CO₂ та інших парникових газів, а також збільшення їх поглинання природними системами та використання технологій уловлювання вуглецю [1].

Альтернативна енергетика є ключовим елементом у переході до вуглецево-нейтральної економіки, оскільки саме енергетичний сектор відповідальний за значну частку викидів парникових газів. Розвиток відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, гідро-, геотермальна та біоенергетика, є важливим кроком на шляху до декарбонізації економіки [1].

Актуальність теми дослідження зумовлена глобальними кліматичними викликами та необхідністю пошуку ефективних шляхів протидії зміні клімату. Вуглецево-нейтральна економіка є не лише екологічною необхідністю, але й економічною можливістю для країн та підприємств, що прагнуть забезпечити сталий розвиток у довгостроковій перспективі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика переходу до вуглецево-нейтральної економіки та розвитку альтернативної енергетики знаходиться в центрі уваги сучасних наукових досліджень, проте питання комплексного підходу до реалізації цих процесів в умовах України залишається актуальним.

Зокрема, Є. А. Зябіна та Т. В. Пімоненко акцентують увагу на тому, що розвиток ефективного функціонування енергетичної системи є одним з головних завдань національної безпеки України. Автори наголошують, що підтримка Європейської Зеленої Угоди та курс на розвиток вуглецево-нейтральної економіки призводять до повного перезавантаження енергетичного сектору, що вимагає комплексного аналізу показників енергетичної трилеми (енергетична безпека, енергетична доступність, екологічна стійкість) [17].

Д. Васильківський та В. Сисюк розглядають європейські механізми підвищення енергоефективності як основу для їх впровадження в економіці України. Дослідники аналізують ключові директиви ЄС, зокрема Директиву 2012/27/ЄС про енергоефективність та Європейський "Зелений курс", підкреслюючи важливість секторального підходу до впровадження енергозберігаючих технологій у промисловості, транспорті та житлово-комунальному господарстві [18].

І. Вакуленко, Ю. Матвєєва та співавтори здійснили комплексний аналіз існуючих наукових підходів до розробки дорожніх карт у сфері енергетики та інновацій, виявивши основні виклики переходу до вуглецево-нейтральної економіки. Автори систематизували законодавчі, економічні, технологічні і соціальні аспекти процесу передачі енергетичних інновацій та розробили

модернізовану дорожню карту переходу України до вуглецево-нейтральної економіки, яка охоплює чотири ключові сфери реалізації [19].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Дослідження полягає у комплексному аналізі теоретичних, методологічних та практичних аспектів функціонування вуглецево-нейтральної економіки з особливим акцентом на роль альтернативної енергетики у цьому процесі. Досягнення цієї мети передбачає вирішення таких завдань:

Виклад основного матеріалу дослідження. Поняття «альтернативна енергетика» з'явилося в 1973 році після світової нафтової кризи. Вперше науковець Аморі Ловінс написав у праці "Soft Energy Paths" таку фразу «альтернативні джерела енергії – це енергетичні ресурси, які можуть замінити традиційні види палива і мають меншу негативну дію на довкілля» [2]. Наразі, відновлювані джерела енергії – це енергетичні ресурси, які можуть відтворюватись природним чином і є практично невичерпними. На нашу думку, категорія «альтернативна» є більш широкою і включає не лише відновлювані джерела, але й інші низьковуглецеві технології, такі як ядерна енергетика та технології уловлювання та зберігання вуглецю.

У сфері альтернативної енергетики окрім техніко-технологічних питань важливим є дослідження теоретичних засад функціонування цієї сфери у частині економічних процесів. Нагальним вважається вивчення структури собівартості, формування ціни, міжнародна передача технологій та інші економічні аспекти, які визначають конкурентоспроможність та ефективність альтернативної енергетики.

Структура собівартості є одним із ключових економічних показників у сфері альтернативної енергетики. Собівартість визначається, як сукупні витрати на виробництво товару [3]. В контексті альтернативної енергетики структура собівартості має особливості, які відрізняють її від традиційної енергетики. Основну частку собівартості у більшості проєктів альтернативної енергетики складають капітальні витрати (CAPEX), тоді як операційні витрати (OPEX) є порівняно низькими. Це пов'язано з тим, що після

встановлення обладнання відновлюваних джерел енергії, наприклад, сонячних панелей чи вітрових турбін, витрати на "паливо" дорівнюють нулю, оскільки енергія сонця та вітру є безкоштовною [4].

Важливою складовою собівартості в альтернативній енергетиці є також витрати на інтеграцію у енергосистему, балансування та зберігання енергії. Ці витрати можуть бути значними, особливо для таких джерел як сонячна та вітрова енергетика, виробництво яких залежить від погодних умов і тому є переривчастим.

Ціноутворення в альтернативній енергетиці часто базується на механізмі аукціонів та тендерів, де виробники конкурують за право продажу електроенергії за найнижчим тарифом. Також поширеними є різні схеми державної підтримки, зокрема, «зелені» тарифи (feed-in-tariffs), премії до ринкової ціни (feed-in premiums), квоти на відновлювану енергію з торгівлею сертифікатами (renewable portfolio standards) тощо [5].

Важливим фактором формування ціни в альтернативній енергетиці є врахування екстерналій – зовнішніх ефектів, які не відображаються у ринкових цінах. Зокрема, негативні екстерналії від використання викопного палива (забруднення повітря, зміна клімату тощо) часто не включаються у ціну електроенергії, що створює неринкові переваги для традиційної енергетики [6]. Механізми придушення цих екстерналій, такі як вуглецевий податок або система торгівлі викидами, дозволяють зробити ціноутворення більш справедливим і стимулювати розвиток альтернативної енергетики.

Важливу роль у міжнародній передачі технологій відіграють міжнародні організації та ініціативи, такі як Міжнародне агентство з відновлюваної енергетики (IRENA) [7], Міжнародне енергетичне агентство (IEA) [8] тощо. Ці організації сприяють поширенню знань, фінансуванню проєктів та зміцненню потенціалу країн у сфері альтернативної енергетики.

Значною проблемою у міжнародній передачі технологій є захист інтелектуальної власності. З одного боку, патенти та інші форми захисту інтелектуальної власності стимулюють інновації, з іншого – можуть

створювати бар'єри для доступу до технологій, особливо для країн, що розвиваються. Пошук балансу між захистом прав інтелектуальної власності та необхідністю поширення низьковуглецевих технологій є важливим завданням для міжнародної спільноти.

Отже, аналізування теоретичних засад економічних процесів в альтернативній енергетиці нам надало можливість констатувати те, що ця сфера з початком розвитку з 1973 року по даний час стрімко розвивається не тільки у технологічній площині, а й в сфері науки, зокрема економіки. При розгляді структури собівартості нами визначено те, що вона має специфічну структуру з переважанням капітальних витрат над операційними, що створює як переваги (низькі змінні витрати), так і виклики (необхідність значних початкових інвестицій). Стосовно формування ціни, то дана категорія потребує додаткового дослідження з практичної точки зору, особливо щодо механізмів врахування зовнішніх ефектів та ризиків. Стосовно міжнародної передачі технологій зазначимо наступне: вона відіграє критичну роль у глобальному поширенні технологій альтернативної енергетики та потребує збалансованого підходу до питань захисту інтелектуальної власності та доступності технологій. На підставі наведеного вище варто розглянути методологію, методи та інструментарій, а також математичний апарат інтегрального числення з метою поглибленого дослідження економічної складової альтернативної енергетики.

Дослідження економічної складової альтернативної енергетики потребує комплексного методологічного підходу, який дозволяє всебічно проаналізувати економічні процеси у цій сфері. Методичні засади такого дослідження включають систему методів, принципів, показників та інструментів аналізу, які забезпечують отримання достовірних та релевантних результатів.

Методологічною основою дослідження економічної складової альтернативної енергетики є системний підхід, який дозволяє розглядати її як складну соціально-економічну та технологічну систему, що взаємодіє з

іншими системами – екологічною, енергетичною, політичною тощо. Такий підхід дає можливість враховувати множинні зв'язки та взаємодії між елементами системи та з зовнішнім середовищем.

Важливим інструментом дослідження економічної складової альтернативної енергетики є система показників, яка дозволяє кількісно оцінити різні аспекти її функціонування. Ця система включає [1]:

- Показники технологічної ефективності: коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт використання встановленої потужності, продуктивність енергетичних установок тощо.
- Економічні показники: нормована вартість електроенергії (LCOE – Levelized Cost of Electricity), капітальні витрати на одиницю потужності, операційні витрати, амортизаційні відрахування, чиста приведена вартість (NPV), внутрішня норма доходності (IRR), період окупності тощо.
- Екологічні показники: обсяг викидів CO₂ та інших парникових газів на одиницю виробленої енергії, життєвий цикл викидів, земельні та водні ресурси, необхідні для виробництва енергії, тощо.
- Соціально-економічні показники: створення робочих місць, енергетична бідність, доступність енергії, місцева додана вартість тощо.
- Показники енергетичної безпеки: частка імпортованих енергоносіїв, диверсифікація джерел енергії, стабільність енергопостачання тощо.

Методичні засади дослідження економічної складової альтернативної енергетики також включають використання математичного апарату, зокрема методів інтегрального числення, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії ігор, оптимізаційних методів тощо [1].

Важливим методичним аспектом дослідження економічної складової альтернативної енергетики є врахування ризиків та невизначеності. Для цього використовуються методи стохастичного моделювання, аналізу чутливості, сценарного аналізу, методи Монте-Карло тощо [1]. Ці методи

дозволяють оцінити вплив різних факторів ризику на економічні показники проєктів альтернативної енергетики та розробити стратегії управління ризиками.

В умовах переходу до вуглецево-нейтральної економіки особливого значення набувають методи оцінки вуглецевого сліду та вуглецевої нейтральності. Ці методи базуються на концепції життєвого циклу продукту та дозволяють оцінити сукупні викиди парникових газів, пов'язані з виробництвом, використанням та утилізацією технологій альтернативної енергетики [1].

Таким чином, методичні засади дослідження економічної складової альтернативної енергетики включають широкий спектр методів, принципів та інструментів, які дозволяють всебічно проаналізувати її функціонування та розвиток в контексті переходу до вуглецево-нейтральної економіки.

Ключовим елементом вуглецево-нейтральної економіки є баланс вуглецевого бюджету, який може бути представлений формулою [1]: $E - S = 0$, де E – сумарні викиди парникових газів (в еквіваленті CO_2), S – сумарне поглинання парникових газів природними та штучними поглиначами. Досягнення вуглецевої нейтральності можливе двома основними шляхами:

1. Зменшення викидів ($E \rightarrow \min$) через підвищення енергоефективності; перехід на відновлювані джерела енергії; електрифікацію транспорту та промисловості; зміну споживчих звичок; оптимізацію виробничих процесів тощо.

2. Збільшення поглинання ($S \rightarrow \max$) через лісовідновлення та лісонасадження; відновлення болотних екосистем; застосування технологій уловлювання та зберігання вуглецю (CCS) тощо.

У глобальному контексті перехід до вуглецево-нейтральної економіки набуває все більшого значення. Станом на квітень 2025 року, країни, які відповідають за понад 90% глобальних викидів парникових газів, заявили про цілі досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року, зокрема країни Європейського Союзу, Китай тощо [9].

Перехід до вуглецево-нейтральної економіки створює не лише виклики, але й можливості для економічного зростання. За даними Міжнародної організації праці (МОП), розвиток "зелених" секторів створив більше 15 млн. роюючих місць [10].

Вуглецево-нейтральна економіка має і соціальні аспекти. Концепція "справедливого переходу", розроблена Міжнародною організацією праці, передбачає захист працівників та громад, які можуть постраждати від структурних змін в економіці. Це включає програми перекваліфікації, соціальний захист, розвиток нових галузей у регіонах, залежних від видобутку викопного палива [11].

Фінансовий сектор також відіграє важливу роль у переході до вуглецево-нейтральної економіки. Розвиваються такі інструменти як "зелені" облігації, сталі кредити, кліматичні фонди. Центральні банки та фінансові регулятори все частіше включають кліматичні ризики у свої стрес-тести та регуляторні вимоги. Мережа центральних банків та наглядових органів для "озеленення" фінансової системи (NGFS) розробляє рекомендації щодо інтеграції кліматичних ризиків у фінансову політику [12].

У глобальному контексті, перехід до вуглецево-нейтральної економіки вимагає координації зусиль різних країн. Особливо важливим є співробітництво між розвиненими країнами та країнами, що розвиваються. Розвинені країни, які історично відповідальні за більшу частину накопичених викидів, мають надавати фінансову та технологічну підтримку країнам, що розвиваються.

Таким чином, вуглецево-нейтральна економіка є не просто екологічною концепцією, а комплексною моделлю економічного розвитку, яка передбачає глибоку трансформацію всіх секторів економіки та суспільства. Ця трансформація базується на науково обґрунтованих принципах та вимагає системних змін у виробництві, споживанні, інвестиціях та управлінні.

Глобальні тенденції переходу до вуглецево-нейтральної економіки формуються під впливом міжнародних кліматичних угод, національних

політик декарбонізації, технологічних інновацій та зміни ринкових умов. Аналіз цих тенденцій дозволяє виявити ключові фактори, що впливають на швидкість та характер трансформації глобальної економіки у напрямку вуглецевої нейтральності.

Міжнародний політичний контекст є важливим драйвером змін. Паризька угода 2015 року стала поворотним моментом у глобальних кліматичних зусиллях, встановивши ціль утримання зростання глобальної температури "значно нижче" 2°C та докладання зусиль для обмеження потепління до $1,5^{\circ}\text{C}$ [13]. На Конференції ООН зі зміни клімату (COP26) у Глазго у 2021 році були прийняті додаткові зобов'язання щодо поступового скорочення використання вугілля, зменшення викидів метану та припинення вирубки лісів [14].

Згідно з аналізом Climate Action Tracker країни світу, які відповідають за більш ніж 90% глобальних викидів парникових газів, прийняли або розглядають цілі з досягнення вуглецевої нейтральності [15]. Однак між декларованими цілями та конкретними політиками часто існує розрив. Експерти Єльського університету та Інституту світових ресурсів у спільному дослідженні "Net Zero Policy Tracker" (2024) відзначають, що лише близько третини країн мають детальні плани реалізації своїх цілей з вуглецевої нейтральності [16].

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.
Проведене дослідження дозволило сформулювати наступні висновки щодо сутності, принципів та глобального контексту вуглецево-нейтральної економіки:

По-перше, вуглецево-нейтральна економіка являє собою комплексну модель економічного розвитку, що передбачає досягнення балансу між викидами парникових газів та їх поглинанням, яка виходить за межі простого екологічного підходу і охоплює всі сфери суспільно-економічного життя.

По-друге, альтернативна енергетика як ключовий елемент переходу до вуглецево-нейтральної економіки характеризується специфічною структурою

собівартості з переважанням капітальних витрат над операційними, що створює як переваги, так і виклики.

По-третє, успішна реалізація принципів вуглецево-нейтральної економіки вимагає системної трансформації всіх секторів економіки та координації зусиль на національному і міжнародному рівнях.

По-четверте, глобальні тенденції свідчать про зростаючу політичну підтримку цілей вуглецевої нейтральності (понад 90% країн за обсягом викидів), однак існує значний розрив між декларованими цілями та конкретними планами реалізації (лише третина країн має детальні стратегії).

Серед перспектив подальших досліджень у даному напрямі – розробка методології комплексної оцінки ефективності переходу до вуглецево-нейтральної економіки на рівні окремих країн та регіонів з урахуванням специфічних економічних, технологічних та соціальних умов; дослідження механізмів фінансування проєктів альтернативної енергетики в контексті вуглецево-нейтральної економіки; вивчення ролі цифрових технологій та штучного інтелекту у прискоренні переходу до вуглецево-нейтральної економіки, зокрема в оптимізації енергосистем та управлінні попитом.

Література

1. Проблеми та перспективи переходу до вуглецево-нейтральної економіки : монографія / за заг. ред. канд. екон. наук Ю. Т. Матвєєвої, канд. екон. наук І. А. Вакуленка. Суми : Сумський державний університет, 2022. 155 с.
2. Ловінс А. Soft Energy Paths: Toward a Durable Peace / Аморі Ловінс. – Cambridge: Ballinger Publishing, 1977. 231 p.
3. Що таке собівартість продукції та як її розрахувати. Нова Пошта Освіта : веб-сайт. URL: <https://online.novaposhta.education/blog/shho-take-sobivartist-produkcii-ta-yak-ii-rozrahuvati>
4. Shemshurenko K. The energy transition doesn't require a surge in capex, but a reallocation. Net Zero Investor : веб-сайт. URL:

<https://www.netzeroinvestor.net/news-and-views/the-energy-transition-doesnt-require-a-surge-in-capex-but-a-reallocation>

5. Підтримка виробництва «зеленої» електроенергії – світовий досвід. Гарантований покупець : веб-сайт. URL: <https://www.gpee.com.ua/main/news?id=334>

6. Externalities of Electricity Generation. World Nuclear Association : веб-сайт. URL: <https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/externalities-of-electricity-generation>

7. International Renewable Energy Agency. Global Renewable Energy Outlook: Energy Transformation 2050. Abu Dhabi: IRENA, 2024. 312 p.

8. International Energy Agency. Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. – Paris: IEA Publications, 2023. – 224 p.

9. Кліматична криза: що таке вуглецева нейтральність та як її досягти. Intercourier : веб-сайт. 06.11.2023. URL: <https://intercourier.news/2023/11/06/klimatychna-kryza-shho-take-vugleczeva-nejtralnist-ta-yak-yiyi-dosyagty/>

10. Палієнко Т. П. «Зелені» інвестиції як шлях до реалізації цілей сталого розвитку в повоєнний період. Національний університет «Києво-Могилянська академія» : веб-сайт. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/3ea84704-dd4b-466f-ac84-cf41bfff54dd/content>

11. Just Transition : звіт. United Nations Development Programme (UNDP). 2022. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/7%20FINAL%20Tree%20Just%20Transition_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf

12. ESG-розкриття в Україні : звіт. Програма розвитку ООН (ПРООН) в Україні. 2022. URL: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/UNDP-UA-ESG-disclosure-UKR.pdf>

13. Паризька кліматична угода: що це за документ та чому Трамп проти неї? Екополітика : веб-сайт. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/parizka-klimatichna-ugoda-shho-ce-za-dokument-ta-chomu-tramp-proti-nei/>
14. COP26: The Glasgow Climate Pact. United Nations : веб-сайт. URL: <https://www.un.org/en/climatechange/cop26>
15. Climate Action Tracker. Climate Action Tracker : веб-сайт. URL: <https://climateactiontracker.org/>
16. Yale University, World Resources Institute. Net Zero Policy Tracker: Global Assessment of National Decarbonization Plans. New Haven: Yale University Press, 2024. 118 p.
17. Зябіна, Є. А., & Пімоненко, Т. В. (2020). Енергетична політика України: ефективність та напрями її підвищення. Економічний простір, (160), 55-59. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/160-10>
18. Васильківський, Д., & Сисюк, В. (2024). Європейські механізми підвищення енергоефективності економіки та перспективи їх впровадження в Україні. Економіка та суспільство, (66). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-44>
19. Вакуленко, І., Матвєєва, Ю. ., Опанасюк , Ю., Таранюк , К., & Росохата , А. (2024). Дорожня карта переходу до безвуглецевої економіки на основі трансферу енергетичних інновацій. Socio-Economic Relations in the Digital Society, 3(53), 54-67. <https://doi.org/10.55643/ser.3.53.2024.568>

References

1. Matveeva, Yu.T. and Vakulenko, I.A. (2022), Problemy ta perspektyvy perekhodu do vuhletsevo-neitralnoi ekonomiky: monohrafiia [Problems and Prospects of Transition to Carbon-Neutral Economy: monograph], Sumy State University, Sumy, Ukraine.
2. Lovins, A. (1977), Soft Energy Paths: Toward a Durable Peace, Ballinger Publishing, Cambridge, USA.

3. Nova Poshta Education (2023), "What is Product Cost and How to Calculate It", available at: <https://online.novaposhta.education/blog/shho-take-sobivartist-produkcii-ta-yak-ii-rozrahuvati> (Accessed 05 July 2025).
4. Shemshurenko, K. (2023), "The energy transition doesn't require a surge in capex, but a reallocation", Net Zero Investor, available at: <https://www.netzeroinvestor.net/news-and-views/the-energy-transition-doesnt-require-a-surge-in-capex-but-a-reallocation> (Accessed 05 July 2025).
5. Guaranteed Buyer (2023), "Support for 'Green' Electricity Production – World Experience", available at: <https://www.gpee.com.ua/main/news?id=334> (Accessed 05 July 2025).
6. World Nuclear Association (2023), "Externalities of Electricity Generation", available at: <https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/externalities-of-electricity-generation> (Accessed 05 July 2025).
7. International Renewable Energy Agency (2024), Global Renewable Energy Outlook: Energy Transformation 2050, IRENA, Abu Dhabi, UAE.
8. International Energy Agency (2023), Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector, IEA Publications, Paris, France.
9. Intercourier (2023), "Climate Crisis: What is Carbon Neutrality and How to Achieve It", available at: <https://intercourier.news/2023/11/06/klimatychna-kryza-shho-take-vugleczeva-nejtralnist-ta-yak-yiyi-dosyagty/> (Accessed 05 July 2025).
10. Paliienko, T.P. (2023), "'Green' Investments as a Path to Achieving Sustainable Development Goals in the Post-War Period", National University "Kyiv-Mohyla Academy", available at: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/3ea84704-dd4b-466f-ac84-cf41bfff54dd/content> (Accessed 05 July 2025).
11. United Nations Development Programme (2022), "Just Transition", available at: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/7%20FINAL%20Tree%20Just%20Transition_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf (Accessed 05 July 2025).

12. United Nations Development Programme in Ukraine (2022), "ESG Disclosure in Ukraine", available at: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/UNDP-UA-ESG-disclosure-UKR.pdf> (Accessed 05 July 2025).
13. Ecopolity (2023), "Paris Climate Agreement: What Kind of Document Is It and Why Is Trump Against It?", available at: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/parizka-klimatichna-ugoda-shho-ce-za-dokument-ta-chomu-tramp-proti-nei/> (Accessed 05 July 2025).
14. United Nations (2021), "COP26: The Glasgow Climate Pact", available at: <https://www.un.org/en/climatechange/cop26> (Accessed 05 July 2025).
15. Climate Action Tracker (2023), available at: <https://climateactiontracker.org/>
16. Yale University and World Resources Institute (2024), Net Zero Policy Tracker: Global Assessment of National Decarbonization Plans, Yale University Press, New Haven, USA.
17. Ziabina, Ye.A. and Pimonenko, T.V. (2020), "Ukraine's Energy Policy: Efficiency and Directions for Its Improvement", Economic Space, vol. 160, pp. 55-59. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/160-10>
18. Vasylykivskyi, D. and Sysiuk, V. (2024), "European Mechanisms for Improving Energy Efficiency of the Economy and Prospects for Their Implementation in Ukraine", Economy and Society, vol. 66. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-44>
19. Vakulenko, I., Matveeva, Yu., Opanasiuk, Yu., Taraniuk, K. and Rosokhata, A. (2024), "Roadmap for Transition to Carbon-Free Economy Based on Energy Innovation Transfer", Socio-Economic Relations in the Digital Society, vol. 3(53), pp. 54-67. <https://doi.org/10.55643/ser.3.53.2024.568>

Стаття надійшла до редакції 15.07.2025 р.