

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

О.І. Дребот

доктор економічних наук, професор, академік НААН
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>

М.Я. Височанська

доктор економічних наук, старший дослідник
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>

Л.І. Сахарнацька

кандидат економічних наук, доцент ДВНЗ
“Ужгородський національний університет” (м. Ужгород, Україна)
e-mail: liudmyla.sakharnatska@uzhnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-4917>

П.П. Мельник

доктор економічних наук, старший науковий співробітник
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: melnikpp@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-677X>

А.Л. Щавінська

e-mail: schavinskaa@gmail.com;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1211-0034>

У статті визначено та проаналізовано теоретичні та практичні аспекти низьковуглецевої трансформації економіки як ключового елементу сталого розвитку. Обґрунтовано основні стратегії та методи реалізації концепцій низьковуглецевого розвитку в контексті сучасних викликів із питань зміни клімату та стійкості економіки. Визначено, що низьковуглецева трансформація економіки вимагає комплексного підходу, який об'єднує теоретичні знання з практичними заходами для досягнення сталого й ефективного розвитку, а також проаналізовано виклики та можливості низьковуглецевої трансформації економіки. Доведено, що правильне впровадження відновлюваних джерел енергії, енергоефективності та інших стійких технологій у різних секторах допоможе досягти декарбонізації за найменших можливих витрат. Розроблено рекомендації для успішної низьковуглецевої трансформації економіки.

Ключові слова: сталий розвиток, зміна клімату, енергоефективність, відновлювана енергетика, міжнародні угоди, економічна стійкість, стратегії розвитку, практичні ініціативи, сталість економічних моделей.

ВСТУП

Згідно з прогнозами Міжурядової групи експертів із питань зміни клімату, якщо не буде вжито заходів щодо скорочення викидів парникових газів, до кінця століття температура на Землі може підвищитися на 3–5 градусів Цельсія. Це призведе до катастрофічних наслідків, таких як підвищення рівня моря, екстремальні погодні явища та зниження врожайності. В останні роки дедалі більше країн та організацій визнають, що низьковуглецева економіка є ключем до сталого розвитку. Це означає, що економіка повинна розвиватися без шкоди для навколишнього середовища та здоров'я людей. Багато країн уже впровадили

або планують впровадити політику, спрямовану на скорочення викидів парникових газів. Наприклад, Європейський Союз у 2015 році прийняв Паризьку угоду, яка передбачає скорочення викидів парникових газів на 40% до 2030 року. У цьому контексті низьковуглецева трансформація економіки є актуальним і важливим завданням для всіх країн світу. Вона вимагає комплексного підходу, який охоплює як теоретичні дослідження, так і практичні заходи [1–3]. Сучасний економічний розвиток відзначається високим рівнем споживання енергії, інтенсивним забрудненням навколишнього середовища та значними викидами парникових газів, головним чином через використання ви-

копних видів палива. Це призводить до низки екологічних проблем, включаючи глобальне потепління, дефіцит енергетичних ресурсів та загрозу екологічній безпеці. Ці суперечності між екологічними проблемами та економічним розвитком є обмежуючим фактором для соціально-економічного прогресу, що підкреслює необхідність переходу до низьковуглецевого розвитку. Адже цей перехід передбачає скорочення глобальних викидів парникових газів для пом'якшення наслідків зміни клімату. Поступово ця тенденція стає новим драйвером зростання світової економіки.

Метою статті є визначення теоретичних і практичних аспектів низьковуглецевої трансформації економіки.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідженням теоретичних і практичних аспектів низьковуглецевої трансформації економіки в Україні присвячені наукові праці визначних учених, які зробили чималий внесок у цю галузь. Праці О. Алімова зосереджені на теоретичних аспектах переходу до низьковуглецевої економіки. Він акцентує на визначенні стратегій і механізмів для зниження викидів і підвищення стійкості економіки до змін клімату. Наукові доробки О. Амоші спрямовані на практичні аспекти низьковуглецевої трансформації в промисловості та інших галузях. Він розглядає конкретні ініціативи та технології для зменшення вуглецевого сліду. Дослідження О. Балашова фокусуються на аналізі виробничого та експортного потенціалу української економіки в контексті низьковуглецевої трансформації. Він визначає ключові виклики та можливості для ефективного розвитку. Праці З. Варналія стосуються аналізу впливу Угоди про асоціацію з ЄС на низьковуглецеву стратегію. Він розглядає не лише переваги, але й виклики, що виникають під час впровадження нових стандартів і підходів.

Ці вчені разом з іншими формують активну наукову спільноту, яка вивчає та обговорює теоретичні і практичні питання, пов'язані з низьковуглецевою трансформацією економіки в Україні. Важливо зазначити, що в деяких наукових доробках вказується на недостатню увагу до оцінки перспектив розвитку галузі, особливо після підписання Угоди про асоціацію з ЄС.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методологічну базу дослідження становлять праці вітчизняних і зарубіжних вчених із проблем запровадження низьковуглецевої трансформації економіки, законодавчі й норма-

тивні акти, методологічні та інструктивні матеріали у сфері економіки природокористування. Для досягнення зазначеної мети використано метод логічного узагальнення — для теоретичного обґрунтування важливих поставлених завдань та уточнення змістовності ключових понять дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналізуючи досвід світових учених, можна сформулювати *загальні визначення*: низьковуглецева трансформація економіки — це процес переходу від економіки, яка продукує великі обсяги вуглецю та інших шкідливих викидів, до економіки, яка мінімізує вплив на навколишнє середовище та вуглецевий слід. Цей процес включає як теоретичні, так і практичні аспекти, що охоплюють широкий спектр галузей та сфер діяльності.

Також було проаналізовано визначення міжнародних організацій, які вивчають наслідки змін клімату та низьковуглецевий розвиток [4–5].

Міжурядова група експертів із питань зміни клімату: “Низьковуглецевий розвиток — це розвиток, який характеризується мінімальними викидами парникових газів. Він передбачає перехід до економіки, яка не використовує викопне паливо, а використовує відновлювані джерела енергії та енергоефективні технології” [8].

Всесвітній банк: “Низьковуглецева трансформація економіки — це процес переходу від економіки, яка базується на викопному паливі, до економіки, яка базується на відновлюваних джерелах енергії та енергоефективних технологіях. Цей процес вимагає масштабних змін у способі виробництва, споживання та розподілу енергії” [6].

Організація економічного співробітництва та розвитку: “Низьковуглецева економіка — це економіка, яка має низькі викиди парникових газів. Вона досягається шляхом переходу до відновлюваних джерел енергії, енергоефективних технологій та інших заходів, які зменшують викиди” [2].

Ключові відмінності між поняттями:

Низьковуглецевий розвиток — це більш широке поняття, яке охоплює не тільки економічні, але й екологічні та соціальні аспекти.

Низьковуглецева трансформація економіки — це більш вузьке поняття, яке фокусується на економічних аспектах переходу до низьковуглецевої економіки (рис. 1).

Низьковуглецева трансформація економіки належить до стратегії переходу до господарства, яке продукує менше вуглецю, щоб зменшити вплив на зміну клімату.

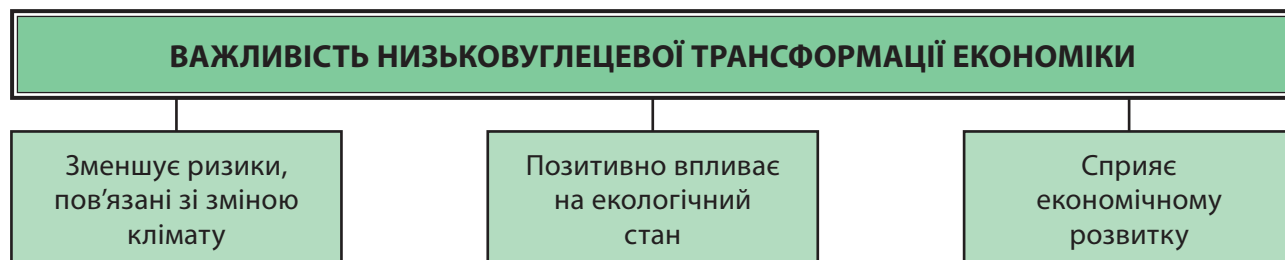


Рис. 1. Низьковуглецева трансформація економіки

Джерело: сформовано авторами.

■ Основні теоретичні аспекти:

- *Концепція “зеленого” зростання* — це підхід, який спрямований на забезпечення економічного зростання, враховуючи водночас екологічні аспекти та ресурсозбереження.
- *Теорія інновацій*: інновації відіграють важливу роль у низьковуглецевій трансформації. Нові технології та підходи можуть допомогти зменшити викиди парникових газів.
- *Теорія економічної ефективності енергетичних технологій*: досліджує, як енергоефективність може бути покращена, оскільки це може вплинути на економічну продуктивність.
- *Економічні інструменти для регулювання забруднення*: розглядаються різні методи оподаткування, ринкові механізми та стимули для зменшення викидів.

■ Економічні аспекти низьковуглецевої трансформації:

- *Інвестиції в чисті технології*: перехід до низьковуглецевих технологій потребує чималих інвестицій у дослідження та розвиток, а також впровадження нових технологій.
- *Стимулювання “зеленої” економіки*: уряди можуть використовувати фінансові інструменти, такі як податкові кредити, субсидії та інші стимули, щоб підтримати розвиток “зелених” галузей.
- *Ефективне використання ресурсів*: низьковуглецеві технології сприяють ефективнішому використанню енергії та інших ресурсів, що може призвести до зниження витрат.

■ Екологічні аспекти низьковуглецевої трансформації:

- *Зменшення викидів парникових газів* — це головна мета низьковуглецевої трансформації. Шляхи охоплюють використання відновлюваних джерел енергії, енергоефективність та інші заходи.
- *Збереження природних ресурсів*: низьковуглецеві технології можуть допомогти зменши-

ти споживання природних ресурсів, таких як вугілля, нафта та природний газ [6–7].

■ Соціальні аспекти низьковуглецевої трансформації:

- *Створення нових робочих місць*: розвиток “зелених” галузей може привести до створення нових робочих місць у секторі відновлюваної енергії та інших низьковуглецевих сферах.
- *Зміни в споживчому поведінці*: розповсюдження низьковуглецевих технологій може привести до змін у споживчому підході, включно з вибором екологічно чистих товарів і послуг.
- *Соціальна справедливість*: важливо враховувати, що перехід до низьковуглецевого суспільства несе певні соціальні ризики, такі як втрата робочих місць у вугільній промисловості, і необхідно розробляти стратегії для забезпечення соціальної справедливості [7].

■ Розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ)

ВДЕ є основним джерелом енергії для низьковуглецевої економіки. Вони не продукують викидів парникових газів, а також є більш доступними та безпечними, ніж традиційні джерела енергії.

Реформи в енергетичному секторі, спрямовані на розвиток ВДЕ, охоплюють:

- встановлення кількісних цілей щодо частки ВДЕ в загальному енергоспоживанні;
- створення стимулів для розвитку ВДЕ, таких як субсидії та податкові пільги;
- розвиток інфраструктури для ВДЕ, таких як мережі передачі та розподілу електроенергії.

Енергоефективність є ще одним важливим елементом низьковуглецевої трансформації економіки. Вона дозволяє зменшити споживання енергії, що призводить до зниження викидів парникових газів [8–10].

Реформи в енергетичному секторі, спрямовані на підвищення енергоефективності, містять:

- встановлення кількісних цілей щодо зниження енергоспоживання.
- створення стимулів для підвищення енергоефективності, таких як субсидії та податкові пільги;
- розвиток стандартів енергоефективності для будівель, обладнання та інших товарів і послуг.

■ Приклади реформ в енергетичному секторі:

Деякі країни та регіони вже впровадили реформи в енергетичному секторі, спрямовані на низьковуглецевий розвиток.

- Європейський Союз встановив ціль скоротити викиди парникових газів на 55% до 2030 року порівняно з 1990 роком. Для досягнення цієї цілі ЄС впровадив низку реформ в енергетичному секторі, зокрема, встановив ціль щодо частки ВДЕ в загальному енергоспоживанні на рівні 32% до 2030 року, а також розробив систему торгівлі викидами парникових газів.
- Китай є лідером у розвитку ВДЕ. У 2021 році частка ВДЕ в загальному енергоспоживанні Китаю склала 26%. Для подальшого розвитку ВДЕ Китай впровадив низку реформ, зокрема, встановив ціль щодо частки ВДЕ в загальному енергоспоживанні на рівні 80% до 2060 року.

- США впроваджують низку реформ в енергетичному секторі, спрямовані на низьковуглецевий розвиток. У 2021 році президент США Джо Байден підписав закон про інвестиції в інфраструктуру, який передбачає виділення 1,2 трлн доларів на розвиток ВДЕ та підвищення енергоефективності [8].

Варто зазначити, що Китай, США та Японія займають перші три місця у світовому рейтингу країн за обсягами викидів вуглекислого газу від спалювання палива. Ці три країни разом відповідають за 45,5% загального обсягу викидів. Хоча вони є найбільшими споживачами викопного палива для виробництва теплової енергії, в останні роки вони поступово зменшують свої викиди завдяки переходу на використання природного газу. Це вважається меншою загрозою для кліматичних змін та екологічної безпеки *рис. 2*.

Наразі національні енергетичні та кліматичні плани складають лише близько 72 ТВт·год нових генерацій вітрової та сонячної енергії на рік, а не 100 ТВт·год/рік, які необхідні для низьковуглецевого розвитку. Перехід від вугілля до “зеленої” енергії все ще занадто повільний, щоб досягти 55% скорочення викидів парникових газів до 2030 року та кліматичної нейтральності до 2050 року. Очевидно, що країнам ЄС необхідно значно посилити свої зобов'язання щодо боротьби зі зміною клімату до 2030 року [12].

Правильне впровадження відновлюваних джерел енергії, енергоефективності та інших

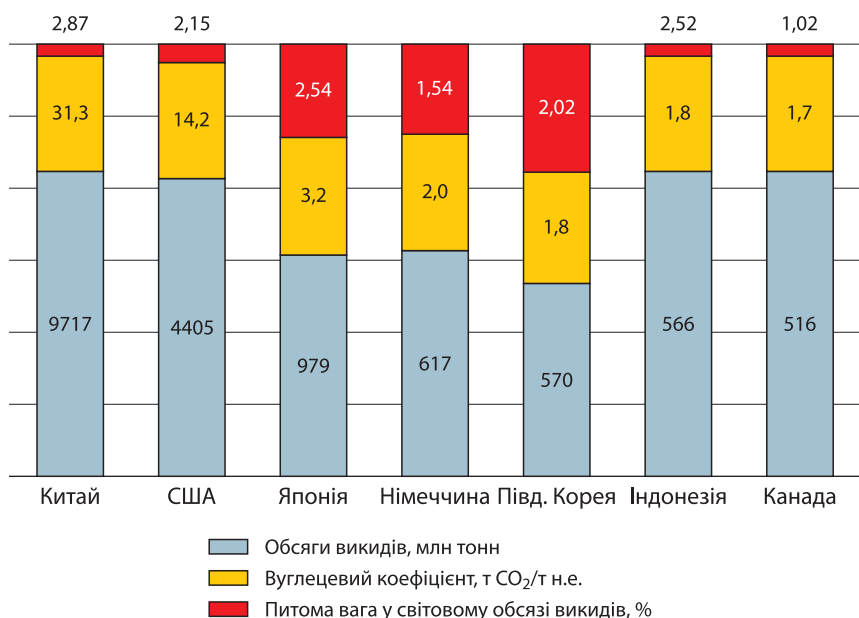


Рис. 2. Країни з найбільшими обсягами викидів вуглекислого газу від спалювання палива за 2020 рік

Джерело: [11].

Таблиця 1

Заявлені цілі країн світу в досягненні низьковуглецевого розвитку

Країна	Ціль до 2030 р.	Ціль до 2050 р
Китай	Скорочення вуглецемності ВВП на 60–65% від рівня 2005 р.	Довгострокова стратегія відсутня.
США	Скорочення викидів парникових газів на 26–28% до 2025 р. від рівня 2005 р.	Скорочення викидів парникових газів на 80% від рівня 2005 р.
Японія	Скорочення викидів парникових газів на 25% від рівня 2005 р.	Скорочення викидів парникових газів на 80% до 2050 р. від рівня 2013 р.
Південна Корея	Скорочення викидів парникових газів на 37% до 2030 р. за сценарієм мінімальних витрат BAU (“Business as Usual”).	Скорочення викидів парникових газів до рівня 396 млн т CO ₂ -екв.
Канада	Скорочення викидів парникових газів на 30% до 2030 р. від рівня 2005 р.	Скорочення викидів парникових газів на 80% до 2050 р. від рівня 2005 р.
Німеччина	Скорочення викидів парникових газів на 55% до 2030 р. від рівня 1990 р.	Скорочення викидів парникових газів на 80–95% до 2050 р. від рівня 1990 р.
Країни ЄС-27	Скорочення викидів парникових газів на 40% до 2030 р. від рівня 1990 р.	Досягнення вуглецевої нейтральності.

Джерело: сформовано на основі [13–15].

стійких технологій у різних секторах допоможе досягти декарбонізації за найменших можливих витрат. Водночас це сприятиме зменшенню викидів парникових газів, зокрема у газовому секторі, шляхом підтримки розробки декарбонізованих газів і створення конкурентоспроможного ринку для них. Також буде вирішено питання викидів метану, пов'язаних з енергетичними процесами, завдяки впровадженню перспективного планування та розвитку ефективного ринку декарбонізованого газу.

Перехід до кліматичної нейтральності також потребує відповідної інфраструктури. Посилення транскордонного та регіонального співробітництва допоможе досягти переваг переходу на низьковуглецеву енергію за доступними цінами. В пріоритеті розвиток інноваційних технологій і формування інфраструктури на базі розумних електромереж, збирання, зберігання та використання вуглецю, зберігання енергії [16].

У цьому контексті низьковуглецева трансформація економіки є ключовим завданням для України, яка прагне до сталого розвитку. Інноваційні технології відіграють важливу роль у досягненні цієї мети, дозволяючи зменшити викиди парникових газів, підвищити енергоефективність та зробити економіку більш стійкою до зміни клімату.

У сфері енергетики інноваційні технології охоплюють:

- розвиток відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та гідроенергетика;

- розроблення технологій зберігання енергії, таких як накопичувачі енергії на основі літій-іонних батарей;
- впровадження технологій підвищення ефективності використання енергії, таких як “розумні” мережі та індустріальний інфраструктурний менеджмент.

У сфері промисловості інноваційні технології охоплюють:

- розроблення технологій виробництва з низьким рівнем викидів парникових газів, таких як технології карбон-каптуру та зберігання;
- впровадження технологій підвищення енергоефективності, таких як “розумні” фабрики та кругова економіка.

У сфері транспорту інноваційні технології охоплюють:

- розроблення електромобілів та інших транспортних засобів із низьким рівнем викидів парникових газів;
- впровадження інфраструктури для електромобілів, таких як зарядні станції.

Еколого-економічні оцінки низьковуглецевої трансформації в Україні показують, що вона може мати як позитивні, так і негативні наслідки для економіки та довкілля.

До позитивних наслідків належать:

- зменшення викидів парникових газів, що дозволить пом'якшити наслідки зміни клімату;
- створення нових робочих місць у сфері відновлюваної енергетики та інших секторах

економіки, пов'язаних із низьковуглецевим розвитком;

- покращення якості повітря та води, що може привести до зниження витрат на охорону здоров'я.

До негативних наслідків належать:

- витрати на інфраструктуру, необхідну для підтримки низьковуглецевої економіки;
- зростання цін на енергію, що може призвести до зниження добробуту населення;
- вплив на сферу зайнятості, оскільки деякі сектори економіки, які залежать від викопного палива, можуть скоротитися.

Однак для успішної реалізації низьковуглецевої трансформації в Україні необхідно враховувати як позитивні, так і негативні наслідки цього процесу та розробляти ефективні політики й заходи [17; 19].

Для успішної низьковуглецевої трансформації в Україні необхідно вжити таких заходів:

- розробити та впровадити комплексну національну стратегію низьковуглецевого розвитку;
- запровадити ефективні стимули для розвитку відновлюваної енергетики та підвищення енергоефективності;
- розвивати інноваційні технології, які сприяють низьковуглецевому розвитку;
- створювати робочі місця у сферах, пов'язаних із низьковуглецевим розвитком;
- готуватися до негативних наслідків низьковуглецевої трансформації, таких як зростання цін на енергію та втрати робочих місць у традиційних секторах економіки [17–20].

Теоретичні аспекти низьковуглецевої трансформації економіки:

1. Економічна теорія інновацій: вивчення ролі інновацій у зниженні викидів та створенні економічних переваг через розвиток технологій і підвищення ефективності використання ресурсів.

2. Економіка середовища: аналіз впливу економічних дій на середовище та розробка методів економічного стимулювання для зменшення негативного впливу.

3. Соціальна та політична економіка: розуміння взаємозв'язку між економічною діяльністю, соціальними системами та політичними процесами у контексті низьковуглецевого розвитку.

Практичні аспекти низьковуглецевої трансформації економіки:

1. Енергетика та виробництво: застосування відновлюваних джерел енергії, зменшення споживання енергії та впровадження технологій енергоефективності.

2. Транспорт: зниження викидів шкідливих газів шляхом електрифікації транспортних засобів, розвиток громадського транспорту та стимулювання використання низьковуглецевих видів пересування.

3. Промисловість: впровадження чистих технологій виробництва, перехід до “зелених” технологічних процесів і зменшення відходів.

4. Сільське господарство: Розвиток стійкого землеробства, зменшення викидів землеробських газів і впровадження інноваційних методів управління ресурсами.

5. Фінанси та інвестиції: створення фінансових інструментів і механізмів стимулювання інвестицій у низьковуглецеві технології та проекти.

6. Міжнародна співпраця: розробка міжнародних угод і спільних стратегій для зменшення загального вуглецевого сліду та розвитку низьковуглецевих технологій.

Низьковуглецева трансформація економіки вимагає комплексного підходу, який об'єднує теоретичні знання з практичними заходами для досягнення сталого й ефективного розвитку.

За таких умов низьковуглецева трансформація в Україні може привести до позитивних змін для економіки та довкілля.

За даними [21], для досягнення енергетичної стійкості в Україні активно працюють над оновленням стратегічних документів і формуванням необхідної законодавчої бази. З метою наближення до кліматичної нейтральності та поліпшення енергоефективності готується новий, більш амбітний національний внесок до Паризької Угоди та Інтегрований план з енергетики та клімату до 2030 року.

Розпочато розроблення нової Енергетичної стратегії до 2050 року, яка враховуватиме нові виклики та політичні цілі, включаючи Європейський “зелений” курс. Міжнародні партнери, такі як Німеччина, Великобританія, Данія, Представництво ЄС в Україні та США, надають допомогу в підготовці цих стратегічних документів.

Активна участь у міжнародних структурах, таких як СЕК ООН, відкриває можливості для налагодження нового рівня співробітництва та обміну ідеями. Україна прагне стати не лише на словах, а й на практиці європейською країною в різних секторах економіки.

ВИСНОВКИ

Інноваційні технології відіграють ключову роль у низьковуглецевій трансформації економіки України. Їх розвиток і впровадження дозволить Україні досягти своїх цілей у сфері сталого розвитку та пом'якшити наслідки зміни клімату.

Узагальнюючи обговорені теми інноваційних технологій та еколого-економічних оцінок низьковуглецевої трансформації в Україні, можна визначити важливість цих аспектів для сталого розвитку країни. Інноваційні технології стають важливим інструментом для переходу до економіки, що продукує менше вуглецю. Впровадження сучасних високоефективних технологій у різних галузях, охоплюючи енергетику, сільське господарство та промисловість, може допомогти зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та сприяти сталому економічному розвитку.

Еколого-економічні оцінки відіграють важливу роль у прийнятті обґрунтованих рішень щодо низьковуглецевої трансформації. Вони дозволяють збалансувати соціальні, економічні та екологічні аспекти, враховуючи вартість і

користь від конкретних заходів. Це важливий крок у забезпеченні сталого розвитку, який не тільки сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище, але й економічному зростанню та покращенню якості життя населення.

Україна, маючи чималий потенціал у розвитку відновлюваних джерел енергії та природних ресурсів, має унікальну можливість реалізувати низьковуглецеву трансформацію. Розвиток інноваційних технологій, впровадження екологічно чистих практик та ефективність еколого-економічних оцінок є необхідними кроками в цьому напрямі. Такий підхід не лише сприятиме збереженню природних ресурсів і природних екосистем, але й створить стійкі умови для подальшого розвитку України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University. Press, 2022. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/> (accessed: 29.01.2024).
2. Low-Carbon Transition: A Global and Regional Analysis. OECD Publishing, 2015. URL: <https://www.oecd.org/cfe/lead/Monitoring-Green-Transition-Final2.pdf> (accessed: 29.01.2024).
3. Climate Change: Risks, Impacts and Response. World Bank, 2018. URL: https://www.msci.com/our-solutions/climate-investing/climate-lab-enterprise?creative=603632475994&keyword=effects%20of%20climate%20change&matchtype=b&network=g&device=c&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAgeeqBhBAEiwAoDDhnwgbNWuH3ZeFm2E8voVEq7FeFMmWkM3--kLeMB4H4brij_n3QbY7xoCXUoQAvD_BwE&gclid=aw.ds (accessed: 29.01.2024).
4. Stiglitz J., Sen A., Fitoussi J.P. Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. 2010. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/8131721/8131772/Stiglitz-Sen-Fitoussi-Commission-report.pdf> (accessed: 29.01.2024).
5. Stern N. Review on the Economics of Climate Change. 2006. URL: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/> (accessed: 29.01.2024).
6. World Development Report 2010: Development and Climate Change. World Bank, 2010. URL: <https://digitallibrary.un.org/record/1305257?ln=ar> (accessed: 29.01.2024).
7. Grubb M., Hourcade J.C., Neuhoof K. Planetary Economics: Energy, Climate Change and the Three Domains of Sustainable Development. 2014. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Planetary-Economics-%3A-Energy-%2C-Climate-Change-and-Neuhoof/e0c4999b7e4c30b52cd139d2a9c4a0b01121e0c1> (accessed: 29.01.2024).
8. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2014. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_Front_matters.pdf (accessed: 29.01.2024).
9. Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin III F.S., Lambin E.F., Foley J.A. A safe operating space for humanity. *Nature*. 2009. No. 461 (7263). P. 472–475. URL: <https://www.nature.com/articles/461472a> (accessed: 29.01.2024).
10. Adger W.N., Paavola J., Hu, S., Mace M.J. Fairness in Adaptation to Climate Change. 2006. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-009-9590-6> (accessed: 29.01.2024).
11. Статистический ежегодник мировой энергетики 2021. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/co2/emissions-co2-data-fromfuel-combustion.html> (дата обращения: 29.01.2024).
12. United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2020. Nairobi: UNEP, 2020. 128 p.
13. United Nations Framework Convention on Climate Change. Intended Nationally Determined Contributions. 2021. URL: <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx> (accessed: 29.01.2024).
14. Organisation for Economic Co-operation and Development. Green growth and sustainable development. URL: <https://www.oecd.org/greengrowth/> (accessed: 29.01.2024).
15. Літвак О.А. Зелена енергетика як ключовий елемент низьковуглецевого розвитку: світові тенденції і перспективи для України. Розділ 1. *Інноваційні технології, економіка і менеджмент в промисловості*. 2021. № 80. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-247-3-3>
16. BP Energy Outlook 2035. London: United Kingdom, January 2014. 96 p.
17. Pelling M., High C. Understanding adaptation: What can social capital offer assessments of adaptive capacity? *Global Environmental Change*. 2005. No. 15 (4). P. 308–319. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950068705000555> (accessed: 29.01.2024).

18. Мироненко Г. Економічні аспекти розвитку низьковуглецевого транспорту в Україні. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. № 29 (1). С. 121–126. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2019/29_7/1.pdf (дата звернення: 26.12.2023).
19. Чмуrowa B. Економічні аспекти розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні. *Галицький економічний вісник*. 2018. № 2 (53). С. 110–115.
20. Шевців В. Екологічні аспекти розвитку відновлюваної енергетики в Україні. *Енергетика та енергозбереження*. 2018. № 1 (17). С. 44–48.
21. Демченко Я. Час для “зеленого” переходу. *Економічна правда*. 2020 р. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/12/10/669035/> (дата звернення: 26.12.2023).

THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF LOW-CARBON ECONOMIC TRANSFORMATION

Drebot O.

Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician of NAAS
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>

Vysochanska M.

Doctor of Economic Sciences, Senior Research Fellow
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>

Sakharnatska L.

Candidate of Economic Science, Associate Professor
Uzhhorod National University (Uzhhorod, Ukraine)
e-mail: ostapchik81@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-4917>

Melnyk P.

Doctor of Economic Sciences, Senior Researcher,
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: melnikpp@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-677X>

Shchavinska A.

e-mail: schavinskaa@gmail.com;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1211-0034>

The article defines and analyzes the theoretical and practical aspects of the low-carbon transformation of the economy as a key element of sustainable development. The main strategies and methods of implementing the concepts of low-carbon development in the context of modern challenges related to climate change and economic sustainability are substantiated. It was determined that the low-carbon transformation of the economy requires a comprehensive approach that combines theoretical knowledge with practical measures to achieve sustainable and effective development, and the challenges and opportunities of the low-carbon transformation of the economy were analyzed. It has been proven that the correct implementation of renewable energy sources, energy efficiency and other sustainable technologies in various sectors will help achieve decarbonisation at the lowest possible costs. Recommendations for a successful low-carbon transformation of the economy have been developed.

Keywords: sustainable development, climate change, energy efficiency, renewable energy, international agreements, economic sustainability, development strategies, practical initiatives, sustainability of economic models.

REFERENCES

1. IPCC. (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
2. OECD. (2015). Monitoring Green Transition: A strategic approach to local development. OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Papers, No. 2015 (07), doi: <https://doi.org/10.1787/a053bed3-en>
3. World Bank. (2018). Climate Change: Risks, Impacts and Response.. Retrieved from <http://bit.ly/4iuJhjK>
4. Stiglitz, J., Sen, A., & Fitoussi, J.P. (2010). Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/8131721/8131772/Stiglitz-Sen-Fitoussi-Commission-report.pdf>
5. Stern, N. The Review on the Economics of Climate Change. Retrieved from <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/>
6. World Bank (2010). World Development Report 2010: Development and Climate Change. Retrieved from <https://digitalibrary.un.org/record/1305257?ln=ar>

7. Grubb, M., Hourcade, J.C., & Neuhoﬀ, K. (2014). Planetary Economics: Energy, Climate Change and the Three Domains of Sustainable Development. Economics, Environmental Science. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Planetary-Economics-%3A-Energy-%2C-Climate-Change-and-Neuhoﬀ/e0c4999b7e4c30b52cd139d2a9c4a0b01121e0c1>
8. IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Retrieved from https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_Front_matters.pdf
9. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F.S., Lambin, E.F., & Foley, J.A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461 (7263), 472–475. Retrieved from <https://www.nature.com/articles/461472a>
10. Adger, W.N., Paavola, J., Hu, S., & Mace, M.J. (2006). Fairness in Adaptation to Climate Change. *Climate Change*, 96, 259–267. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-009-9590-6>
11. Statistical Yearbook of World Energy. (2021). Retrieved from <http://www.m-r.co.ua/a/GasNews.nsf/0/5BF12BD473D810FEC22581B4003D6CBC?OpenDocument>
12. UNEP (2020). United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2020. Retrieved from <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>
13. United Nations Climate Change (2021). United Nations Framework Convention on Climate Change. Intended Nationally Determined Contributions. Retrieved from <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs>
14. Organisation for Economic Co-operation and Development (n.d.). Green growth and sustainable development. Retrieved from <https://www.oecd.org/greengrowth/>
15. Litvak, O.A. (2021). Green energy as a key element of low-carbon development: global trends and prospects for Ukraine. *Innovative technologies, economics and management in industry*, 80–112. doi: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-247-3-3>
16. BP Energy Outlook 2035. (2014). Retrieved from <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2014.pdf>
17. Pelling, M., & High, C. (2005). Understanding adaptation: What can social capital offer assessments of adaptive capacity? *Global Environmental Change*, 15 (4), 308–319. Retrieved from <https://www.scrip.org/reference/referencepapers?referenceid=2155143>
18. Myronenko, H. (2019). Economic aspects of the development of low-carbon transport in Ukraine. *Scientific Bulletin of the National Technical University of Ukraine*, 29 (1), 121–126. Retrieved from https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2019/29_7/1.pdf
19. Chmurova, V. (2018). Economic aspects of the development of renewable energy sources in Ukraine. *Galician Economic Bulletin*, 2 (53), 110–115.
20. Shevtsiv, V. (2018). Environmental aspects of the development of renewable energy in Ukraine. *Energy and energy conservation*, 1 (17), 44–48.
21. Економічна правда. (2020). Час для “зеленого” переходу. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/12/10/669035/>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ДРЕБОТ Оксана Іванівна, доктор економічних наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>).

ВИСОЧАНСЬКА Марія Ярославівна, доктор економічних наук, старший дослідник, заступник директора з наукової роботи та інноваційного розвитку, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>).

САХАРНАЦЬКА Людмила Іванівна, кандидат економічних наук, доцент, ДВНЗ “Ужгородський національний університет” (пл. Народна, 3, м. Ужгород, 88000, Україна; e-mail: ostapchik81@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-4917>).

МЕЛЬНИК Петро Павлович, доктор економічних наук, старший науковий співробітник, заступник завідувача відділу інституціонального забезпечення природокористування, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: melnikpp@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-677X>).

ЩАВІНСЬКА Анна Леонідівна, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: schavinskaa@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1211-0034>).