



УДК 620.9:502.3(477)

RENEWABLE ENERGY AS A FACTOR IN REDUCING GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF ENERGY TRANSFORMATION

ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА ЯК ЧИННИК СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Pererva V.Y. / Перерва В.Я.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-0665-6812

*Dnipro University of Technology, Dnipro, av. Dmytra Yavornytskoho, 19, 49005**Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,**м. Дніпро, пр. Дмитра Яворницького, 19., 49005***Usenko A.Y. / Усенко А.Ю.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-7467-6220

*Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, 2 Lazariana St., 49010**Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, 49010***Forys S.M. / Форись С.М.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-7104-640X

*Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, 2 Lazariana St., 49010**Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, 49010***Maksymchuk Serhii / Максимчук Сергій***PhD student/аспірант*

ORCID: 0009-0009-2120-2334

*Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, 2 Lazariana St., 49010**Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, 49010*

Анотація. У статті досліджено актуальні проблеми розвитку відновлюваних джерел енергії та виклики, пов'язані зі зростанням викидів парникових газів в енергетичному секторі України. Основними труднощами є вимушена децентралізація енергетичної системи через відмову від великих енергогенерувальних об'єктів і скорочення обсягів електрогенерації, що зумовлює більшу потребу в автономних джерелах енергії.

Оцінка взаємозв'язку між відновлюваними джерелами енергії та рівнем викидів парникових газів ускладнюється їх різноманітністю, відмінною енергоємністю та дією нових чинників, зокрема бойових дій, які створюють додаткові джерела забруднення. Наголошено на необхідності подальших досліджень впливу руйнівних факторів на оновлення енергетичних технологій і прискорення впровадження інноваційних рішень для зменшення викидів парникових газів.

Встановлено, що для зниження екологічного навантаження потрібен перехід до децентралізованої енергетики із залученням відновлюваних джерел. Проте досвід України вказує на доцільність використання гібридних технологій, які демонструють вищу стійкість до негативних факторів. Повна відмова від невідновлюваних джерел не є доречною. Для досягнення сталого розвитку пріоритетними є підвищення енергоефективності на всіх етапах – від виробництва до споживання енергії, формування екологічної свідомості населення та впровадження інноваційних технологій у сферу енергетики.



Перспективи застосування результатів дослідження полягають у визначенні найбільш ефективних технологій для енергетичного сектору в умовах кризи, а також у розробленні заходів для підвищення енергетичної стійкості, незалежності та гарантування екологічної безпеки держави.

Ключові слова: енергетичний перехід, декарбонізація економіки, екологічна політика, технології сталого розвитку, управління викидами.

Вступ.

Кліматичні зміни, значною мірою спричинені антропогенною діяльністю, вимагають більшої уваги до питань екологічної безпеки. Важливою є трансформація політики та економіки в напрямі «озеленення» виробництва та споживання енергії. Відтак посилено вимоги до дотримання екологічних стандартів і контролю за викидами парникових газів – головного чинника, що зумовлює прискорення парникового ефекту й, відповідно, глобальне потепління.

В енергетичному секторі основним джерелом викидів парникових газів є викопне паливо та інші невідновлювані джерела енергії. Така енергія умовно вважається «брудною», на відміну від «чистої», яку генерують переважно з відновлюваних джерел.

Серед держав, що демонструють лідерські позиції у впровадженні відновлюваної енергетики, країни Європейського Союзу (ЄС) стали піонерами в переході до «чистої» енергії, накопичивши значний досвід і досягнення в цій сфері. Від моменту ратифікації Паризької кліматичної угоди [1] у 2016 році Україна також узяла курс на введення інновацій та адаптацію найкращих міжнародних практик в усіх ключових секторах економіки. Це і поліпшення технологій сталого розвитку, декарбонізація економіки, використання екологічної політики, що охоплює енергетичний перехід до відновлюваних джерел енергії та ефективне управління викидами парникових газів.

Варто зазначити, що 30 липня 2021 року уряд України затвердив нову кліматичну ціль, яка передбачає до 2030 року скорочення викидів парникових газів до рівня 35%, порівняно з 1990 роком [2]. Попри виклики, зумовлені запровадженням воєнного стану, Україна підтвердила узяті на себе міжнародні зобов'язання у сфері декарбонізації економіки та скорочення викидів парникових газів.

Це відобразилося в приєднанні України до Кліматичного клубу, а також



укладанні низки міжнародних угод у межах Кліматичних конференцій ООН – COP28 у Дубаї (30 листопада – 13 грудня 2023 року) [3] та COP29 у Баку (11–22 листопада 2024 року) [4]. Ці угоди передбачають поступову відмову від викопного палива, розвиток зеленої енергетики та зменшення викидів парникових газів.

Отже, для України надзвичайно актуальним є нарощення частки відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі держави та зменшення обсягів викидів парникових газів для виконання міжнародних зобов'язань і досягнення цілей сталого розвитку.

Це дослідження присвячене аналізу впливу зростання частки відновлюваних джерел енергії на скорочення викидів парникових газів в Україні. Окреслення такого взаємозв'язку супроводжується низкою труднощів, зумовлених різноманітністю типів відновлюваних джерел енергії, відмінностями в їхній енергоємності, а також появою нових факторів, що спричиняють викиди парникових газів. Зокрема, ідеться про викиди, пов'язані з бойовими діями, які стають додатковим джерелом екологічного навантаження.

До того ж складність полягає у відсутності актуальної статистики щодо моніторингу викидів парникових газів протягом певного періоду, оскільки обов'язкову звітність за цими даними було відновлено лише у 2025 році [5]. Відповідно до встановлених вимог, інформація має бути подана до 31 березня 2025 року, що наразі унеможлиблює її повноцінне використання в дослідженнях на момент проведення цього аналізу.

Основний текст.

Проблема скорочення викидів парникових газів є однією з найбільш актуальних для наукової спільноти, привертаючи увагу як українських, так і зарубіжних дослідників. Особливого значення вона набуває в контексті необхідності переходу до низьковуглецевої моделі розвитку економіки та виконання зобов'язань України відповідно до Паризької угоди.

Суттєвий внесок у вивчення прогнозів викидів парникових газів в Україні зроблено в рамках проєкту Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй



(UNDP) «Розбудова спроможності для низьковуглецевого зростання в Україні». Зокрема, у звіті компанії Thomson Reuters Point Carbon [7] наведено сценарії викидів для кожного сектору економіки України на період до 2050 року. Автори пропонують три сценарії розвитку: базовий, плановий та низьковуглецевий. Результати дослідження акцентують увагу на доцільності виконання політик і заходів, які узгоджуються із завданнями енергетичної стратегії України.

Інститут економіки та прогнозування НАН України у 2020 році підготував звіт у рамках проєкту Європейського банку реконструкції і розвитку, спрямований на підтримку уряду України в процесі оновлення національно визначеного внеску до Паризької угоди [6]. У звіті представлено результати моделювання траєкторій викидів до 2050 року з урахуванням різних сценаріїв економічного росту та політичних рішень. Дослідження показало, що перехід до низьковуглецевої моделі розвитку є досяжним за умови реалізації відповідних політик і заходів.

Інноваційний підхід до прогнозування виробництва сонячної енергії запропоновано в роботі Р. Рички [8]. Автор обґрунтував доцільність використання технологій штучного інтелекту для підвищення точності прогнозів генерації сонячної енергії. Результати цього дослідження мають значний потенціал для підвищення ефективності відновлюваних джерел енергії та оптимізації роботи енергетичних систем.

Проблематика переходу до низьковуглецевої економіки розкрита в праці Л. І. Симоненка та О. В. Симоненка [9], у якій проаналізовано вплив структури первинного постачання енергії на енергетичну ефективність і вуглецеємність валового внутрішнього продукту (ВВП). Автори дослідили взаємозв'язок між структурою енергетичних ресурсів і можливостями зниження рівня викидів для сталого економічного розвитку.

Актуальність проблеми впливу війни на довкілля України висвітлено у звіті Л. де Клерка та співавторів (М. Шлапак, А. Шмурак, О. Гасан-заде, О. Михайленко, А. Корсиус, Є. Засядко, А. Андрусевич, І. Городуйський) [10]. Автори наголошують, що зростання рівня викидів парникових газів – це наслідок



військових дій, що значно погіршило екологічну ситуацію в Україні та підвищило потребу у впровадженні ефективних заходів для мінімізації шкоди довкіллю.

У дослідженні, яке провела організація «Екодія» [11], визначено основні джерела викидів парникових газів в Україні. Виявлено, що найбільша частка викидів припадає на енергетичний сектор та транспорт, які сумарно відповідають за 61% загальних обсягів викидів. При цьому частка відновлюваних джерел енергії на 2021 рік становила лише 8%. У 2023 році спостерігалось значне зниження потужностей відновлюваної енергетики: з експлуатації було виведено до 90% вітрових і близько 40–50% сонячних електростанцій.

О. Науменко [12] аналізує виклики, з якими стикаються власники сонячних електростанцій під час блекаутів, а також окреслює перспективи їх подальшого застосування для зменшення енергетичної залежності країни.

Проблематика розвитку зеленої енергетики у 2023 році висвітлена в праці В. Мильцевої [13]. Авторка зазначає, що Україна перебуває на етапі перезавантаження ринку відновлюваної енергетики, запроваджуючи нові інструменти регулювання, такі як механізм ринкової премії, самовиробництво, модернізація аукціонної підтримки та гарантії походження енергії.

В аналітичному огляді [14] проаналізовано передумови підготовки оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди від 2021 року. У роботі акцентовано увагу на секторальних цілях скорочення викидів парникових газів та зобов'язаннях держави щодо їхнього досягнення.

К. В. Гнедіна і А. В. Сорока [15] дослідили сучасні виклики та перспективи декарбонізації економіки України як важливого чинника формування кліматично нейтрального майбутнього. У статті розглянуто основні загрози, з якими стикається держава під час реалізації проєктів декарбонізації, а також стратегічні напрями подолання цих труднощів.

Незважаючи на суттєвий науковий прогрес у вивченні декарбонізації та розвитку відновлюваної енергетики, низка аспектів залишається невирішеною.



Зокрема, недостатньо охарактеризовано адаптацію енергетичного сектору до умов війни та його відновлення після збройного конфлікту. Також актуальними є дослідження щодо впровадження інноваційних підходів до декарбонізації, які б враховували специфіку українського контексту. Вказана наукова стаття має на меті заповнити ці прогалини через комплексний аналіз впливу військових дій на обсяги викидів парникових газів в Україні та оцінку ефективності інноваційних технологій під час відновлення енергетичного сектору.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для України було зроблено досить багато прогнозів її розвитку в напрямі декарбонізації економіки та екологічної політики. Наприклад, у звіті [6] наведено їх результати для різних секторів (енергетика, промислові процеси, відходи, сільське господарство, землекористування та лісове господарство) на підставі кількох моделей та сценаріїв.. Серед них є прогнози до 2050 року на розвиток відновлюваних ресурсів (для кожного типу ресурсів окремо) та викидів парникових газів. Але, на жаль, ця робота була виконана до 2022 року і тому не враховує наслідки бойових дій. Відзначимо також, що передбачення щодо викидів парникових газів та виробництва електричної енергії за видами технологій змінюються залежно від року, коли було здійснено розрахунки. Так, для прогнозів до 2050 року, які виконано у 2013 в роботі [7], обсяги виробництва для ГЕС та ТЕС (на природному газі) передбачено на рівні, що відповідає енергетичній стратегії України (ЕСУ) та її песимістичному, базовому й оптимістичному сценаріям.. До того ж для відновлювальної енергетики під час побудови оптимістичного прогнозу були використані припущення, розраховані за допомогою спеціальних інструментів [7]. У роботі [6], яку реалізовано у 2020 році, передбачення вже мають певні відмінності, пов'язані як із розвитком технологій [8], так і з деякими змінами в ЕСУ [2-4]. Результати, наведені в роботах [6-7], представлено в табл.1.

У дослідженні Л. І. Симоненка та О. В. Симоненка [9] акцентовано увагу на тому, що енергетичний перехід в Україні здійснюється в умовах значних руйнувань, спричинених бойовими діями, які торкнулися як генерувальних потужностей, так і об'єктів інфраструктури.



Таблиця 1 - Прогнози обсягів виробництва електроенергії за даними робіт [6-7], включаючи відновлювані джерела енергії, ГВт*год.

	2013	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Виробництво, усього	194	198	213	232	255	305	343
Відновлювані джерела енергії, усього [7]	1	2	4	9	13	21	31
	1	2	4	9	13	21	31
	1	4	11	20	31	56	70
Відновлювані джерела енергії, усього [6]*	11,64	11,88	23,43	30,16	43,35	67,1	82,32
	11,64	11,88	29,82	48,72	76,5	143,35	154,35
	3,88	3,96	36,21	69,6	96,9	155,55	188,65
Вітрогенерація [7]	1	1	2	5	7	13	19
	1	1	2	5	7	13	19
	1	2	6	11	18	30	43
Вітрогенерація [6]	-	-	1,65	-	8	-	24
Сонячна генерація [7]	0	1	1	2	2	4	6
	0	1	1	2	2	4	6
	0	1	3	4	6	10	14
Сонячна генерація [6]	-	-	-	-	30	-	48
Малі ГЕС [7]	0	0	0	1	1	1	1
	0	0	0	1	1	1	1
	0	0	1	1	2	2	3
Інші ВДЕ [7]	0	0	0	1	2	3	5
	0	0	0	1	2	3	5
	0	0	1	3	5	8	10

*прогнозні дані за трьома сценаріями наведено у відсотках від загального обсягу та перераховано авторами

У роботі Л. де Клерка [10] подано відомості щодо завданої шкоди українській енергетичній інфраструктурі внаслідок руйнувань, а також розглянуто додаткові джерела викидів парникових газів, зумовлених війною. Так, знищення великих енергогенерувальних об'єктів, зокрема теплоелектростанцій (ТЕС) та гідроелектростанцій (ГЕС), призвело до втрати понад 85% теплової генерації.



Згідно зі звітом «Екодії» [11], у 2022 році генерувальні потужності України скоротилися на 61,4% – від 36 ГВт до 13,9 ГВт. Таке зниження стало наслідком значних втрат через російський енергетичний терор. Також зазначено, що близько 10 ГВт встановленої потужності залишаються на тимчасово окупованих територіях, включаючи Запорізьку атомну електростанцію з потужністю 6 ГВт.

Попри поступове відновлення енергетичної структури, загроза нових пошкоджень є високою. Окремо варто відзначити, що блекаути [12] спричиняють додаткові екологічні проблеми через використання генераторів, що працюють на бензині, дизельному пальному або мазуті. Це, зі свого боку, спричиняє зростання викидів парникових газів у періоди вимушених вимкнень електроенергії.

Також є проблема роботи сонячних електростанцій із мережевими інверторами, які залежать від централізованої електромережі. Для їх стабільного функціонування під час вимкнень світла слід переходити на гібридні перетворювачі [12].

Україна вимушено відмовляється від великих об'єктів, пов'язаних з отриманням електроенергії, переходячи на менші та розподілені джерела, які більш захищені від знищення. Тобто відбувається децентралізація генерації електроенергії по всій території України для поліпшення надійності та стійкості енергозабезпечення [13-15]. Водночас таке розподілення зменшує екологічне навантаження завдяки скороченню викидів парникових газів [15].

Отже, можна сказати, що в Україні здійснюється вимушений відбір найбільш придатних для використання у стресових умовах технологій.

Зауважимо, що згідно з даними звіту [14], від 2020 до 2030 року заплановано збільшити виробництво енергії сонця та вітру майже утричі, що наочно представлено на рис.1.

Згідно з аналітичним оглядом оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди [14], передбачено, що частка викидів парникових газів від виробництва енергії та тепла від 2020 до 2030 року зменшиться до 21%. Такий прогноз є важливим етапом у контексті зобов'язань України щодо



зниження викидів і поступового переходу до кліматично нейтральної економіки відповідно до міжнародних домовленостей.

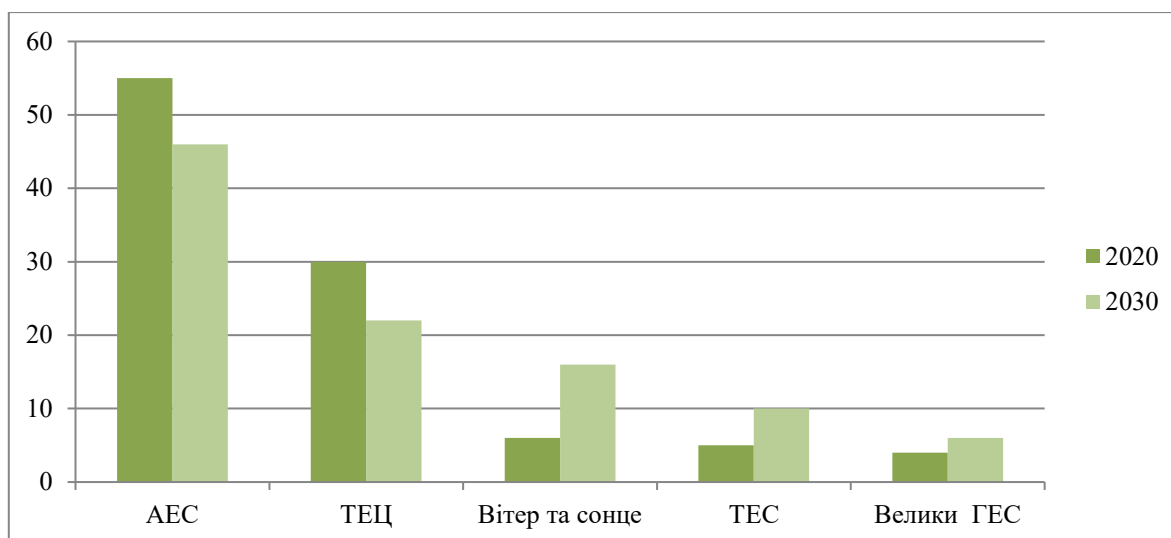


Рисунок 1 - Розподіл структури виробництва електроенергії: прогностичні значення*за даними звіту [14]

У науковій праці О. М. Кушніренко та Н. Г. Гахович [16] розглянуто механізм торгівлі викидами як ефективний інструмент для зменшення обсягів парникових газів. Досвід країн ЄС підтверджує доцільність його використання: протягом 16 років такої реалізації обсяги викидів, пов'язаних із виробництвом електроенергії та енергоємними виробництвами, скоротилися майже на 43%. Застосування таких практик в Україні може значною мірою сприяти досягненню цілей у сфері зменшення викидів.

Отже, для ефективного зниження екологічного навантаження, зокрема парникових викидів, енергетичний сектор України має трансформуватися в напрямі децентралізації та широкого впровадження відновлюваних джерел енергії. Водночас український досвід підтверджує доцільність використання гібридних технологій, які демонструють підвищену стійкість до зовнішніх дестабілізаційних факторів. Повна відмова від невідновлюваних джерел енергії не є оптимальним рішенням у сучасних умовах. Для забезпечення сталого розвитку ключовими завданнями є підвищити енергоефективність на всіх етапах – від виробництва до кінцевого споживання, сформувати екологічну свідомість населення та стимулювати розвиток інноваційних технологій у сфері енергетики.



Висновки.

Під час дослідження встановлено низку ключових результатів. Основними тенденціями в енергетичному секторі України на сучасному етапі є відмова від будівництва великих енергогенерувальних об'єктів, що супроводжується процесом децентралізації виробництва електроенергії на всій території країни. Цей підхід спрямований на підвищення надійності та стійкості енергозабезпечення. Також відзначається перехід на автономні джерела електроенергії, зокрема через впровадження дахових сонячних панелей та інших альтернативних рішень, які забезпечують енергетичну незалежність споживачів.

Додаткові зміни в способах виробництва електроенергії, спричинені блекаутами та іншими наслідками війни, призвели до значного використання генераторів, які працюють на нафтопродуктах, таких як бензин, дизельне паливо та мазут. Водночас спостерігається збільшення попиту на гібридні сонячні електростанції, що дозволяє забезпечити більш стабільне енергопостачання за несприятливих умов.

Визначено основні фактори в енергетиці України, які сприяють скороченню викидів парникових газів. Серед них варто виділити попит на автономне енергозабезпечення на основі відновлюваних джерел енергії, зокрема вітрових і сонячних електростанцій. До того ж позитивний вплив має поступове виведення з експлуатації великих об'єктів, які виробляли так звану «брудну» енергію, використовуючи викопні ресурси.

Загалом застосування відновлюваних джерел енергії безумовно сприяє скороченню викидів парникових газів, зокрема й в Україні. Проте досягнення цілей сталого розвитку та протидії кліматичним змінам потребує додаткових зусиль: розвитку культури раціонального енергоспоживання, пошуку інноваційних рішень та впровадження технологій, які підвищують енергоефективність на всіх етапах – від отримання до зберігання і використання енергії.

Перспективи застосування результатів дослідження полягають у визначенні найбільш ефективних технологій для енергетичного сектору в умовах кризових



явищ, а також у розробленні заходів, спрямованих на підвищення енергетичної стійкості, гарантування енергетичної незалежності та зміцнення екологічної безпеки держави.

Література:

1. Про ратифікацію Паризької угоди: Закон України від 14.07.2016 № 1469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#Text> (дата звернення: 25.02.2025).
2. Уряд схвалив цілі кліматичної політики України до 2030 року. *Урядовий портал*. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-shvaliv-cili-klimatichnoyi-politiki-ukrayini-do-2030-roku> (дата звернення: 25.02.2025).
3. Огляд COP28. *Українська кліматична мережа*. 2023. URL: <https://ucn.org.ua/?p=9334> (дата звернення: 25.02.2025).
4. Долінчук С. Результати COP29 для України: наскільки успішною видалася конференція. *Українська Енергетика*. 2024. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/rezultaty-sor29-dlia-ukrainy-naskilky-uspishnoiu-vydalasia-konferentsiia> (дата звернення: 25.02.2025).
5. Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів: Закон України від 08.01.2025 № 4187-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4187-20#Text> (дата звернення: 25.02.2025).
6. Support to the government of Ukraine on updating its nationally determined contribution (NDC). Simulation report 3. The Institute for Economics and Forecasting, NASU. 2020. 138 p. URL: <https://surl.li/jaxdqd> (date of access: 25.02.2025).
7. Прогнози викидів ПГ в Україні: шляхи до 2050 року: звіт. Thomson Reuters Point Carbon, 2013. 32 с. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/UKR_UNDP-CO2-Forecast-vFinal.pdf (дата звернення: 25.02.2025).
8. Rychka, R. Artificial Intelligence to Predict Solar Energy Production: Risks and Economic Efficiency. *Futurity Economics & Law*. 2024. Vol. 4(2). P. 100-111.



URL: <https://doi.org/10.57125/FEL.2024.06.25.06> (date of access: 24.02.2025).

9. Симоненко Л. І., Симоненко О. В. Вплив структури первинного постачання енергії на можливості переходу до низьковуглецевої моделі розвитку економіки. *Інвестиції: практика та досвід*. 2023. № 6. С. 108-115.

10. Climate damage caused by russian war in Ukraine in 24 months. *Ecoaction*. URL: <https://en.ecoaction.org.ua/climate-damage-by-russia-24-months.html> (date of access: 25.02.2025).

11. Декарбонізація секторів економіки України. *Екодія*. URL: <https://ecoaction.org.ua/dekarbonizatsia-ekonomiku-ua.html> (дата звернення: 25.02.2025).

12. Науменко О. Перехід на сонячну енергію: як сонячні електростанції знижують енергозалежність у блекаут – Генерація. *Генерація*. URL: <https://generacia.energy/zelenyj-tarif/perehid-na-sonjachnu-energiju-jak-sonjachni-elektrostancii-znizhujut-energozalezhnist-u-blekaut/> (дата звернення: 25.02.2025).

13. Мильцева В. Основні тренди зеленої енергетики 2023 року: фокус ЄС та виклики для України. *Juscutum: Технології та інвестиції*. 2023. URL: <https://www.juscutum.com/news/osnovni-trendi-zelenoyi-energetiki-2023-roku-fokus-ies-ta-vikliki-dlya-ukrayini> (дата звернення: 07.02.2025).

14. Аналітичний огляд оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди від 30 липня 2021. 60 с. URL: <https://mepg.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/Analitychnyj-oglyad-NVV-lypen-2021.pdf> (дата звернення: 08.02.2025).

15. Гнедіна К. В., Сорока А. В. Декарбонізація економіки як чинник забезпечення кліматично нейтрального майбутнього: сучасні виклики і перспективи в Україні та світі. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 54. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2804/2723> (дата звернення: 25.02.2025).

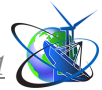
16. Кушніренко О. М., Гахович Н. Г. Європейський зелений курс в Україні: можливості та наслідки для промисловості. *Український соціум*. 2021. № 4(79).



C. 46-63.

References

1. Pro ratyfikatsiiu Paryzkoj uhody: Zakon Ukrainy vid 14.07.2016 № 1469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#Text> (data zvernennia: 25.02.2025).
2. Uriad skhvalyv tsili klimatychnoi polityky Ukrainy do 2030 roku. Uriadovi portal. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-shvaliv-cili-klimatichnoyi-politiki-ukrayini-do-2030-roku> (data zvernennia: 25.02.2025).
3. Ohliad SOR28. Ukrainska klimatychna merezha. 2023. URL: <https://ucn.org.ua/?p=9334> (data zvernennia: 25.02.2025).
4. Dolinchuk S. Rezultaty SOR29 dlia Ukrainy: naskilky uspishnoiu vydalasia konferentsiia. Ukrainska Enerhetyka. 2024. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/rezultaty-sor29-dlia-ukrainy-naskilky-uspishnoiu-vydalasia-konferentsiia> (data zvernennia: 25.02.2025).
5. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo vidnovlennia monitorynhu, zvitnosti ta veryfikatsii vykydiv parnykovykh haziv: Zakon Ukrainy vid 08.01.2025 № 4187-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4187-20#Text> (data zvernennia: 25.02.2025).
6. Support to the government of Ukraine on updating its nationally determined contribution (NDC). Simulation report 3. The Institute for Economics and Forecasting, NASU. 2020. 138 p. URL: <https://surl.li/jaxdqd> (date of access: 25.02.2025).
7. Prohnozy vykydiv PH v Ukraini: shliakhy do 2050 roku: zvit. Thomson Reuters Point Carbon, 2013. 32 s. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/UKR_UNDP-CO2-Forecast-vFinal.pdf (data zvernennia: 25.02.2025).
8. Rychka, R. Artificial Intelligence to Predict Solar Energy Production: Risks and Economic Efficiency. *Futurity Economics & Law*. 2024. Vol. 4(2). P. 100-111. URL: <https://doi.org/10.57125/FEL.2024.06.25.06> (date of access: 24.02.2025).
9. Symonenko L. I., Symonenko O. V. Vplyv struktury pervynnoho postachannia enerhii na mozhlyvosti perekhodu do nyzkovuhletsevoi modeli rozvytku ekonomiky. *Investytsii: praktyka ta dosvid*. 2023. № 6. S. 108-115.
10. Climate damage caused by russian war in Ukraine in 24 months. *Ecoaction*. URL: <https://en.ecoaction.org.ua/climate-damage-by-russia-24-months.html> (date of access: 25.02.2025).
11. Dekarbonizatsiia sektoriv ekonomiky Ukrainy. *Ekodiia*. URL: <https://ecoaction.org.ua/dekarbonizatsia-ekonomiky-ua.html> (data zvernennia: 25.02.2025).
12. Naumenko O. Perekhid na soniachnu enerhiiu: yak soniachni elektrostantsii znyzhuiut enerhozalezhnist u blekaut – Heneratsiia. *Heneratsiia*. URL: <https://generacia.energy/zelenyj-tarif/perekhid-na-sonjachnu-energiju-jak-sonjachni-elektrostancii-znizhujut-energozalezhnist-u-blekaut/> (data zvernennia: 25.02.2025).
13. Myltseva V. Osnovni trendy zelenoi enerhetyky 2023 roku: fokus YeS ta vyklyky dlia Ukrainy. *Juscutum: Tekhnologii ta investytsii*. 2023. URL: <https://www.juscutum.com/news/osnovni-trendi-zelenoyi-energetiki-2023-roku-fokus-ies-ta-vikliki-dlya-ukrayini> (data zvernennia: 07.02.2025).
14. Analitychnyi ohliad onovlenoho natsionalno vyznachenoho vnesku Ukrainy do Paryzkoj uhody vid 30 lypnia 2021. 60 s. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/Analitychnyj-oglyad-NVV-lypen-2021.pdf> (data zvernennia: 08.02.2025).
15. Hnedina K. V., Soroka A. V. Dekarbonizatsiia ekonomiky yak chynnyk zabezpechennia klimatychno neitralnoho maibutnoho: suchasni vyklyky i perspektyvy v Ukraini ta sviti. *Ekonomika ta suspilstvo*. 2023. Vyp. 54. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2804/2723> (data zvernennia: 25.02.2025).
16. Kushnirenko O. M., Hakhovych N. H. Yevropeyskyi zelenyi kurs v Ukraini: mozhlyvosti ta naslidky dlia promyslovosti. *Ukrainskyi sotsium*. 2021. № 4(79). S. 46-63.



Abstract. *The article examines the current problems of developing renewable energy sources and the challenges associated with the growth of greenhouse gas emissions in the energy sector of Ukraine. The main difficulties are the forced decentralisation of the energy system due to the abandonment of large power-generating facilities and the reduction of electricity generation, which leads to a greater need for autonomous energy sources.*

Their diversity complicates assessing the relationship between renewable energy sources and greenhouse gas emissions, different energy intensities and the impact of new factors, including military operations, which create additional sources of pollution. The author emphasises the need for further research into the impact of destructive factors on the renewal of energy technologies and accelerating the implementation of innovative solutions to reduce greenhouse gas emissions.

It is established that a transition to decentralised energy using renewable sources is required to reduce the environmental burden. However, Ukraine's experience indicates that it is advisable to use hybrid technologies that demonstrate greater resistance to negative factors. A complete rejection of non-renewable sources is not appropriate. In order to achieve sustainable development, the priority is to increase energy efficiency at all stages - from production to consumption, to raise the population's environmental awareness, and to introduce innovative technologies in the energy sector.

Prospects for applying the results of the study are to identify the most effective technologies for the energy sector in times of crisis, as well as to develop measures to increase energy sustainability and independence and ensure the environmental safety of the state.

Keywords: *energy transition, decarbonisation of the economy, environmental policy, sustainable development technologies, emissions management.*

Статтю надіслано: 26.12.2025 г.

© Перерва В.Я.