

О. Ф. Якимчук,

к. держ. упр., керівник групи розрахунків відділу бізнес-систем ПрАТ "Рівнеобленерго",
м. Рівне, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0960-8835>

О. П. Постельжук,

к. і. н., доцент, доцент кафедри політичних наук,

Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7123-7908>

DOI: 10.32702/2306-6814.2024.15.140

ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ СТАЛОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ РИНКУ

O. Yakymchuk,

PhD in Public Administration, Head of the Group of Calculations of Business Systems Division of the Information Technologies and Telecommunications Department, PJSC "Rivneoblenergo", Rivne, Ukraine

O. Postel'zhuk,

PhD in Historical Sciences, Associate Professor of the Department of Political Sciences,
Rivne State University of Humanities, Rivne, Ukraine

FOREIGN EXPERIENCE OF IMPLEMENTING SUSTAINABLE ENERGY SECURITY IN MARKET CONDITIONS

Для України в умовах воєнного стану та постійних повітряних атак на енергетичну систему надзвичайно важлива економія енергетичних ресурсів, збереження енергетичного потенціалу та дотримання енергетичної безпеки. В цьому аспекті буде корисним досвід розвинених держав світу щодо функціонування системи енергетичної безпеки й економічного розвитку. Результати досліджень свідчать про важливість адекватного оцінювання показників енергетичної безпеки у світі. Розвиток зеленої енергетики є ключовим елементом стратегії багатьох країн для забезпечення сталої енергетичної безпеки. Економічні показники, такі як інвестиції, частка ВДЕ в енергетичному балансі, кількість створених робочих місць та витрати на виробництво енергії з відновлюваних джерел, дозволяють оцінити успіхи в реалізації цієї стратегії. Метою даної наукової роботи є дослідити основні економічні і обсягові показники енергетичної безпеки розвинених держав світу задля окреслення перспектив впровадження відновних джерел енергії в Україні. Частка ВДЕ в енергетичному балансі загального енергоспоживання ЄС становила 21,3%. Найбільшу частку ВДЕ мали Швеція (56,4 %), Фінляндія (43,1%) та Латвія (42,1 %). У даному дослідженні окреслено перспективи щодо розвитку вітроенергетики й сонячної енергетики, які мають низку переваг — екологічність, економічна ефективність й стимулювання зайнятості. Вітрові турбіни не виділяють парникових газів під час виробництва електроенергії, що допомагає знижувати викиди CO₂ та інші забруднювачі атмосфери. Такий досвід буде надзвичайно корисним Україні в складних умовах воєнного стану.

For Ukraine, in the conditions of martial law and constant air attacks on the energy system, it is extremely important to save energy resources, preserve energy potential and observe energy security. In this aspect, the experience of the developed countries of the world regarding the functioning of the system of energy security and economic development will be useful. Research results indicate the importance of adequate assessment of energy security indicators in the world. The development of green energy is a key element of the strategy of many countries to ensure sustainable energy security. Economic indicators, such as investments, the share of RES in the energy balance, the number of jobs created and the costs of energy production from renewable sources, allow us to assess the success in implementing this strategy. The purpose of this scientific work is to investigate the main economic and volume indicators of energy security of the developed countries of the world in order to outline the prospects for the implementation of renewable energy sources in Ukraine. The share of RES in the energy balance of the total energy consumption of the EU was 21,3%. Sweden (56,4%), Finland (43.1 %) and Latvia (42,1 %) had the largest share of RES. This study outlines the prospects for the development of wind energy and solar energy, which have a number of advantages — environmental friendliness, economic efficiency and employment stimulation. Wind turbines do not emit greenhouse gases during the production of electricity, which helps reduce CO2 emissions and other atmospheric pollutants. Foreign experience shows that the implementation of sustainable energy security in market conditions is possible thanks to an integrated approach that includes the development of RES, energy efficiency improvement, decentralization of energy systems, investment in innovation and ensuring cyber security. Each country adapts these strategies according to its unique conditions and available resources, which allows to achieve high indicators of energy independence and sustainability. Such experience will be extremely useful for Ukraine in the difficult conditions of martial law.

Ключові слова: енергія, безпека, відновні джерела енергії, сталий розвиток.

Key words: energy, security, renewable energy sources, sustainable development.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Досягнення енергетичної безпеки є однією зі ключових задач для кожної сучасної країни. Розвиток ринкових механізмів та інноваційних технологій дозволяє державам забезпечувати стале енергозабезпечення, знижувати залежність від зовнішніх постачальників та підвищувати ефективність використання енергетичних ресурсів.

Європейський Союз (ЄС) є одним з лідерів у впровадженні сталих енергетичних рішень. Основні напрями енергетичної політики ЄС охоплюють багато різних інструментів та ініціатив, серед яких основними є такі:

— збільшення частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ): згідно з директивою 2009/28/ЄС [1], з 2020 року частка ВДЕ в загальному енергоспоживанні мала становити 20%. У 2020 році ЄС досяг показника 19,7 %, наблизившись до встановленої мети.

— досягнення енергоефективності: директива 2012/27/EU [2] передбачає зниження енергоспоживання на 20% до 2020 року, при цьому основні заходи включають модернізацію будівель, підвищення ефективності промислових процесів й запровадження енергоефективних технологій.

— децентралізація енергетичної системи: підтримання розвитку мікрогенерації й енергетичних кооперативів дозволяє знижувати залежність від великих

енергетичних компаній та підвищувати стійкість енергосистем.

Також США є потужною енергетичною країною, досвід якої є цінним для України у сфері енергобезпеки. США активно впроваджують ринкові механізми для забезпечення енергетичної безпеки, зокрема, такі як:

— інвестиції в інновації — державні й приватні інвестиції у дослідження та розробки нових енергетичних технологій сприяють підвищенню енергетичної незалежності. Діють чисельні програми, наприклад, ARPA-E (The Advanced Research Projects Agency-Energy) [3], підтримують перспективні проекти в галузі відновлюваних джерел енергії та енергоефективності.

— розвиток внутрішніх енергоресурсів — завдяки розвитку технологій видобутку сланцевого газу та нафти, США змогли значно знизити свою залежність від імпорту енергоресурсів. У 2019 році країна стала нетто-експортером енергії вперше за останні десятиліття [3—6].

— забезпечення кібербезпеки енергосистем: в умовах зростаючої загрози кібератак, США приділяють істотну увагу захисту критичної енергетичної інфраструктури. Програми, такі як Cybersecurity for Energy Delivery Systems (CEDS), спрямовані на підвищення стійкості енергосистем до кібератак [4].

У Азійському регіоні Японія й Китай в останні десятиліття розвивають і нарощують свій енергетичний потенціал. Ці країни яскраво демонструють різні підходи до забезпечення сталої енергетичної безпеки. Відомо,

що після аварії на Фукусімській АЕС у 2011 році, Японія значно знизилася частку атомної енергетики й збільшила впровадження ВДЕ. Програма FIT (Feed-in Tariff) забезпечила швидке зростання встановленої потужності сонячних та вітрових електростанцій. Крім того, Японія активно розвиває технології зберігання енергії та смарт-мережі. Китай є світовим лідером у виробництві й встановленні ВДЕ, це є загальновідомий факт. Проте, у 2020 році країна оголосила про плани досягти вуглецевої нейтральності до 2060 року. Для цього урядовці та енергетичні компанії розробляють національні стратегії розвитку зеленої енергетики, зокрема, інвестують в сонячні та вітрові електростанції, а також у гідроенергетику [6—8].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У даній статті розглянуто зарубіжний досвід реалізації сталої енергетичної безпеки в умовах ринку. Варто звернути увагу на той факт, що наукові публікації із питань енергетичної безпеки досліджували переважно сутність енергетичної сфери, її складові, інструменти енергетичної політики. Зокрема, серед публікацій з енергетичної безпеки варто згадати праці таких учених, як Маріо Рагвітцер, Джеффері Сакс, Кетрін Мітчелл й багато інших. Проте недостатньо уваги було приділено саме перспективам запровадження кращого закордонного досвіду розвитку енергетичної безпеки на теренах України. Все це сформувало актуальність теми даного дослідження, його предмет й мету.

У даному дослідженні представлені погляди кількох відомих вчених на реалізацію сталої енергетичної безпеки в умовах ринку, а також їх аналіз.

Зокрема, один із провідних дослідників у сфері відновлюваних джерел енергії та енергетичної політики Маріо Рагвітцер (Mario Ragwitz) наголошує на важливості підтримки розвитку відновлюваних джерел енергії через фінансові механізми, такі як Feed-in Tariffs (FIT) та аукціони [5]. На думку науковця, стабільні та передбачувані політики підтримки ВДЕ є ключовими для залучення інвестицій у сектор. Його дослідження показують, що країни, які впровадили FIT, досягли швидкого зростання встановлених потужностей ВДЕ. Проте, він також зазначає, що такі механізми мають бути адаптовані до місцевих умов, щоб уникнути негативних економічних наслідків.

Інший дослідник з цієї проблематики, Джеффері Сакс (Jeffrey Sachs), відомий економіст і директор Центру сталого розвитку при Колумбійському університеті, акцентує увагу на необхідності глобальної співпраці та інтеграції енергетичних ринків [6]. На його думку, інтеграція енергетичних ринків дозволить підвищити ефективність використання енергоресурсів й знизити їхню вартість. Він також наголошує на важливості розробки міжнародних стандартів для відновлюваних джерел енергії та технологій зберігання енергії. За його словами, глобальна співпраця може прискорити перехід до стійких енергетичних систем та сприяти зниженню викидів парникових газів.

Професор Кетрін Мітчелл (Catherine Mitchell) фокусувала свою увагу на децентралізації енергетичних систем та ролі споживачів в енергетичному переході [7].

Вона підкреслює, що децентралізація енергетичних систем дозволяє підвищити стійкість та гнучкість енергопостачання. Вона вважає, що споживачі повинні мати можливість стати активними учасниками енергетичних ринків, що можна досягти через підтримку мікрогенерації та енергетичних кооперативів. Її дослідження показують, що такі підходи сприяють підвищенню енергоефективності та зменшенню викидів.

Результати цих досліджень свідчать про важливість адекватного оцінювання показників енергетичної безпеки у світі. Такий досвід буде надзвичайно корисним Україні в складних умовах воєнного стану.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Дослідити основні економічні і обсягові показники енергетичної безпеки розвинених держав світу задля окреслення перспектив впровадження відновних джерел енергії в Україні.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розвиток зеленої енергетики є ключовим елементом стратегії багатьох країн для забезпечення сталої енергетичної безпеки. Економічні показники, такі як інвестиції, частка ВДЕ в енергетичному балансі, кількість створених робочих місць та витрати на виробництво енергії з відновлюваних джерел, дозволяють оцінити успіхи в реалізації цієї стратегії. У цій статті наведено закордонний досвід та проведено аналіз економічних показників розвитку зеленої енергетики в різних країнах.

У Європейському Союзі інвестиції в зелену енергетику досягли 72,6 млрд євро. Основними напрямками інвестицій були сонячна енергетика (29,1 млрд євро) та вітрова енергетика (26,9 млрд євро). Частка ВДЕ в енергетичному балансі за даними Євростату в загальному енергоспоживанні ЄС становила 21,3 %. Найбільшу частку ВДЕ мали Швеція (56,4 %), Фінляндія (43,1 %) та Латвія (42,1 %). Зелена енергетика забезпечувала роботою близько 1,5 мільйонів осіб в ЄС. Основними секторами зайнятості були вітрова та сонячна енергетика. Витрати на виробництво електроенергії з ВДЕ в ЄС значно знизилися за останні десятиліття. Середні витрати на виробництво електроенергії з сонячних панелей становили близько 0,05—0,07 євро за кВт·год, з вітрових турбін — 0,04—0,06 євро за кВт·год [9].

У США інвестиції в зелену енергетику становили 55,5 млрд доларів. Найбільші інвестиції спрямовувалися в сонячну енергетику (30,1 млрд доларів) та вітрову енергетику (18,7 млрд доларів). При цьому частка ВДЕ в енергетичному балансі за даними Енергетичного інформаційного агентства США (EIA), становила 12,6 %. Найбільшу частку серед ВДЕ мали вітрова енергетика (8,4 %) та гідроенергетика (6,3 %). Робочі місця зелена енергетика в США забезпечувала роботою понад 900 тисяч осіб. Найбільшу кількість робочих місць створювали сонячна та вітрова енергетика. Середні витрати на виробництво електроенергії з ВДЕ в США також знизилися; витрати на виробництво електроенергії з сонячних панелей становили близько 0,03—0,05 доларів за кВт·год, з вітрових турбін — 0,02—0,04 доларів за кВт·год [8; 13].

Таблиця 1. Вплив зеленої енергетики на економіку різних країн: обсягові та фінансові дані

Показник	ЄС	США	Китай
Інвестиції в зелену енергетику	72,6 млрд євро	55,5 млрд доларів	83,4 млрд доларів
Основні напрями інвестицій	Сонячна енергетика: 29,1 млрд євро; Вітрова енергетика: 26,9 млрд євро	Сонячна енергетика: 30,1 млрд доларів; Вітрова енергетика: 18,7 млрд доларів	Сонячна енергетика: 42,9 млрд доларів; Вітрова енергетика: 31,2 млрд доларів
Частка ВДЕ в енергетичному балансі (2020)	21,3 %	12,6 %	13,8 %
Країни-лідери за часткою ВДЕ	Швеція: 56,4 %; Фінляндія: 43,1 %; Латвія: 42,1 %	Окремі штати: Техас: 20,7 %; Каліфорнія: 33,5 %	Гідроенергетика: 7,3 %; Вітрова енергетика: 5,4 %
Кількість робочих місць у зеленій енергетиці	1,5 млн	900 тис.	4 млн осіб
Сектори зайнятості	Вітрова енергетика; Сонячна енергетика	Вітрова енергетика; Сонячна енергетика	Вітрова енергетика; Сонячна енергетика
Середні витрати на виробництво електроенергії (2020)	Сонячна енергія: 0,05 -0,07 євро/кВт-год; Вітрова енергія: 0,04 -0,06 євро/кВт-год	Сонячна енергія: 0,03-0,05 дол/кВт-год; Вітрова енергія: 0,02-0,04 дол/кВт-год	Сонячна енергія: 0,04-0,06 дол/кВт-год; Вітрова енергія: 0,03-0,05 дол/кВт-год

Джерело: складено за статистичними даними [8—13].

У Китаї інвестиції в зелену енергетику становили 83,4 млрд доларів. Найбільші інвестиції спрямовувалися в сонячну енергетику (42,9 млрд доларів) та вітрову енергетику (31,2 млрд доларів) [9; 10; 12; 13]. Частка ВДЕ в енергетичному балансі За даними Національного енергетичного управління Китаю, у 2020 році частка ВДЕ в загальному енергоспоживанні Китаю становила 13,8 %. Найбільшу частку серед ВДЕ мали гідроенергетика (7,3 %) та вітрова енергетика (5,4 %). Зелена енергетика в Китаї забезпечувала роботою понад 4 мільйони осіб [8; 9]. Основними секторами зайнятості є соняч-

на та вітрова енергетика. Середні витрати на виробництво електроенергії з ВДЕ в Китаї знизилися, завдяки масштабному виробництву та технологічним інноваціям. Варто зауважити, що витрати на виробництво електроенергії з сонячних панелей становили близько 0,04—0,06 доларів за кВт-год, з вітрових турбін — 0,03—0,05 доларів за кВт-год [13].

Задля порівняння основних енергетичних досягнень і показників у різних країнах, у даній роботі на основі матеріалів офіційної статистики проведено огляд енергетичного ландшафту п'яти різних країн (України, США,

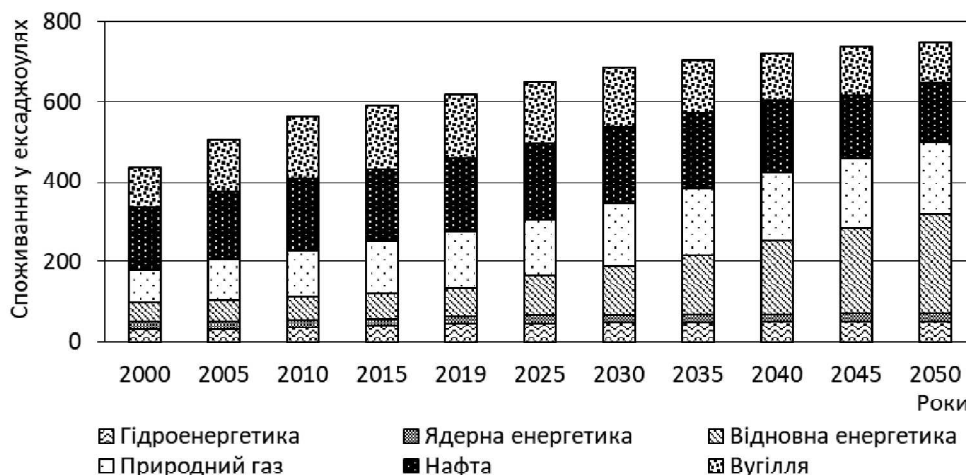


Рис. 1. Глобальне споживання енергії країнами, тис кВт-год, з 2000 р.

Джерело: [8; 9; 10; 12; 13].

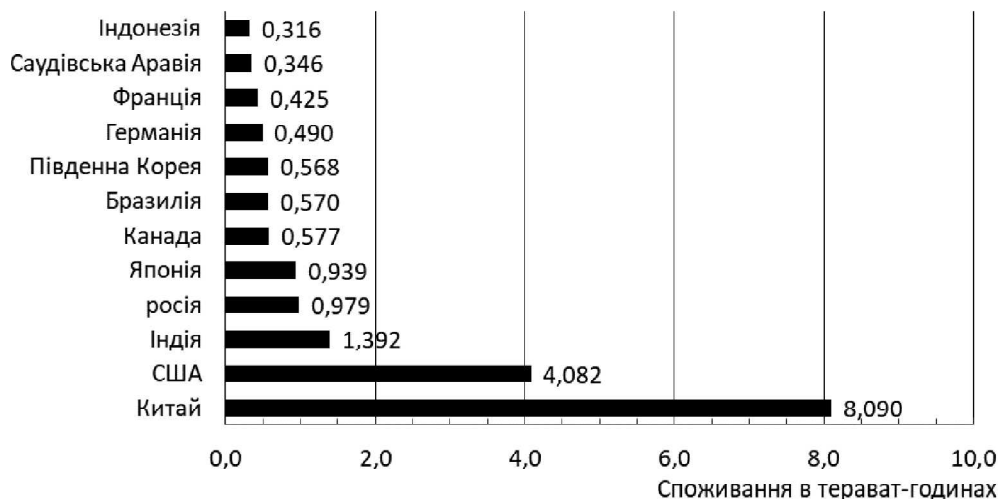


Рис. 2. Споживання електроенергії в усьому світі в 2022 році, за країнами-лідерами (в терават-годинах)

Джерело: [8; 9; 10; 12; 13].

Китаю, Німеччини, Японії) у відсотках за використанням різних джерел енергії, таких як вугілля, газ, нафта й відновлювальні джерела (таб. 1). Як видно, суми фінансування на розвиток енергетичних проектів та програм у кожній країні є істотними, при чому лідерами є Китай (20 млрд дол.) і США (15 млрд дол.).

Отже, як свідчать дані таблиці, ЄС, США та Китай активно інвестують в зелену енергетику, причому Китай є лідером за обсягом інвестицій. Основні напрямки інвестицій у всіх трьох регіонах — сонячна та вітрова енергетика. Принагідно, що ЄС має найвищу частку ВДЕ в загальному енергоспоживанні (21,3 %), тоді як США та Китай мають значно нижчі показники (12,6 % та 13,8 % відповідно). Найбільші частки ВДЕ серед країн ЄС мають Швеція, Фінляндія та Латвія. Китай є лідером за кількістю робочих місць у зеленій енергетиці (4 млн), тоді як в ЄС та США цей показник становить 1,5 млн та 900 тис. відповідно. Витрати на виробництво електроенергії з ВДЕ значно знизилися у всіх трьох регіонах. Середні витрати на виробництво електроенергії з сонячних панелей та вітрових турбін у США є найнижчими.

Науковий і практичний інтерес становить дослідження глобального споживання енергії у різних країнах світу (рис. 1).

Як демонструють дані рис. 1, глобальне споживання енергії у світі з 2000 року різко зросло і, за прогнозами, продовжуватиме збільшуватися. Очікується, що до 2050 року споживання відновлюваної енергії досягне приблизно 247 ексаджоулів. Для порівняння, у 2000 році загальне споживання відновлюваної енергії становило 42 ексаджоулі. Варто звернути увагу на той факт, що розподіл споживання енергії в усьому світі є непропорційно високим через кілька країн. Зокрема, в 2021 році Китай, США та Індія були глобальними споживачами первинної енергії. Однак на душу населення дані виглядають дещо інакше. Наприклад, за офіційними статистичними даними, в 2021 році Катар, Сінгапур та Ісландія були серед країн з найвищим споживанням енергії на душу населення.

Отже, Китай споживає найбільше електроенергії з усіх країн світу: у 2022 році було спожито понад

8000 терават-годин в еквіваленті. Того року Сполучені Штати посіли друге місце серед споживачів електроенергії, споживаючи понад 4000 терават-годин. Індія займала третю позицію, хоча й з великим відривом [9; 12].

Трійку найбільших споживачів електроенергії у світі становлять країни з найбільшою кількістю населення. Індія лідирує в обох рейтингах, хоча реєструє менше однієї п'ятої річного споживання електроенергії Китаєм. Тим часом такі країни, як Пакистан чи Нігерія, які займають п'яте та шосте місце у світі за чисельністю населення, навіть не увійшли до 20 найбільших споживачів електроенергії [9—13].

Країни з високим ВВП на душу населення, такі як Сполучені Штати, забезпечують своїм жителям вищу середню купівельну спроможність. Країни з вищими доходами жителів, як правило, більш урбанізовані, що призводить до більшого споживання електроенергії. США входять до десятки найбільших споживачів електроенергії на душу населення у світі, а Ісландія та Норвегія лідирують у рейтингу.

Відновлювані джерела енергії включають сонячну енергію, енергію вітру, гідроелектроенергію, біомасу та геотермальну енергію тощо. За останні 20 років або близько того споживання відновлюваної енергії різко зросло. Останні дані показують, що відновлювана енергетика зростає як частка споживання первинної енергії в усьому світі. Серед усіх країн світу станом на 2021 рік Китай встановив найбільше потужностей для відновлюваних джерел енергії [8].

За даними світового споживання первинної енергії у 2023 році за країнами, саме Китай є найбільшим споживачем первинної енергії у світі — 170,7 ексаджоулів. Це набагато більше, ніж Сполучені Штати, які посідають друге місце (90 ексаджоулів). Більшість первинних джерел енергії все ще отримують з викопного палива, такого як нафта та вугілля. Основний енергетичний баланс Китаю змінився від домінуючого використання вугілля до збільшення використання природного газу й відновлюваних джерел. З 2012 року частка відновлюваних джерел енергії в загальному споживанні енергії зросла приблизно на вісім процентних пунктів [12; 13].

Загалом, варто відмітити зростання світового споживання первинної енергії за останнє десятиліття, але очікується, що найбільше зростання воно спостерігатиметься в країнах з економікою, що розвивається, наприклад у країнах БРІК — Бразилії, Індії та Китаї.

Розвиток відновлюваних джерел енергії, зокрема вітроенергетики та сонячної енергетики, є ключовим елементом стратегії багатьох країн для забезпечення сталої енергетичної безпеки. Впровадження цих технологій має суттєві переваги з точки зору екологічної стійкості, енергетичної незалежності та економічного розвитку.

У даному дослідженні дійснено наукове обґрунтування щодо розвитку вітроенергетики й сонячної енергетики на основі аналізу фінансових даних та джерел літератури.

Вітроенергетика має низку переваг, серед яких екологічність, економічна ефективність та стимулювання зайнятості. Вітроенергетика вважається одним з найчистіших видів енергії. Вітрові турбіни не виділяють парникових газів під час виробництва електроенергії, що допомагає знижувати викиди CO₂ та інші забруднювачі атмосфери. Середні витрати на виробництво електроенергії з вітрових турбін значно знизилися за останнє десятиліття. За даними Lazard (2020), витрати на виробництво електроенергії з вітрових турбін становлять 26—54 доларів за МВт·год, що робить її конкурентоспроможною порівняно з традиційними джерелами енергії. Даний сектор сприяє створенню нових робочих місць й розвитку місцевої економіки. Наприклад, у 2020 році вітроенергетичний сектор забезпечував роботою понад 1,2 мільйона людей по всьому світу [8; 9; 13].

Сонячна енергетика також є надзвичайно чистим джерелом енергії. Вона не виробляє парникових газів та інших забруднювачів, що сприяє збереженню довкілля та боротьбі зі зміною клімату. Витрати на виробництво електроенергії з сонячних панелей знизилися до безпрецедентних рівнів, середні витрати на виробництво електроенергії з сонячних панелей становлять 28—42 доларів за МВт·год, що робить її однією з найдешевших форм нової електрогенерації. Сонячна енергетика дозволяє децентралізувати енергопостачання, що підвищує енергетичну незалежність та стійкість до збоїв в електромережі. Вона також сприяє електрифікації віддалених районів, які не мають доступу до централізованих енергосистем. Саме тому розвиток вітроенергетики та сонячної енергетики є стратегічно важливим для забезпечення сталої енергетичної безпеки.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У процесі дослідження сформульовано основні наукові положення та висновки.

1. Як демонструють статистичні економічні показники розвитку зеленої енергетики в різних країнах, інвестиції в ВДЕ значно зростають у світі з кожним роком, що сприяє збільшенню їх частки в енергетичному балансі, створенню нових робочих місць й зниженню витрат на виробництво енергії. Європейський Союз, США та Китай є лідерами в цій галузі, і їх досвід може служи-

ти прикладом для інших країн, які прагнуть досягти сталої енергетичної безпеки.

2. Реалізація сталої енергетичної безпеки в умовах ринку потребує комплексного підходу. Аналіз наукових публікацій та напрацювань вчених свідчить про те, що важливими елементами системи безпеки є стабільна політика підтримки ВДЕ, глобальна співпраця, децентралізація енергосистем та активна участь споживачів у енергетичних ринках. Аналіз зарубіжного досвіду показує, що адаптація цих підходів до місцевих умов може сприяти досягненню високих показників енергетичної незалежності й стійкості.

3. Зарубіжний досвід демонструє, що реалізація сталої енергетичної безпеки в умовах ринку можлива завдяки комплексному підходу, який включає розвиток ВДЕ, підвищення енергоефективності, децентралізацію енергосистем, інвестиції в інновації та забезпечення кібербезпеки. Кожна країна адаптує ці стратегії відповідно до своїх унікальних умов й наявних ресурсів, що дозволяє досягати високих показників енергетичної незалежності та стійкості.

4. Нині саме зелена енергетика відіграє важливу роль в економіках ЄС, США та Китаю, зокрема через інвестиції, створення робочих місць й зниження витрат на виробництво електроенергії. Дані показують, що всі ці географічні й економічні регіони активно розвивають сектор ВДЕ, однак ЄС має найбільшу частку ВДЕ в енергетичному балансі, тоді як Китай є лідером за кількістю робочих місць у цьому секторі.

Література:

1. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance). European Parliament, Council of the European Union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32009L0028>.
2. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2012/27/oj>.
3. ARPA-E (2024). The Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E). URL: <https://arpa-e.energy.gov/>.
4. National Development and Reform Commission (China). (2020). "China's Long-term Low-carbon Development Strategy".
5. Ragwitz, M., & Huber, C. (2009). "Feed-in Tariffs in the European Union". *Renewable Energy Policy Review*, 15 (2), p. 147—158.
6. Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press.
7. Mitchell, C., Bauknecht, D., & Connor, P. M. (2006). Effectiveness through risk reduction: A comparison of the renewable obligation in England and Wales and the feed-in system in Germany. *Energy Policy*, 34 (3), p. 297—305.
8. Yakymchuk, A. (2024). The Carbon Dioxide Emissions' World Footprint: Diagnosis of Perspectives. *Scientific Papers of Silesian University of Technology* —

Organization and Management Series — Issue No. 195. Wydawnictwo Politechniki ?i?skie. doi: <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2024.195.41>.

9. Energy Consumption (2024). Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/222066/projected-global-energy-consumption-by-source/>.

10. Elektricity Consumption (2024). Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/267081/electricity-consumption-in-selected-countries-worldwide/>.

11. Закон України "Про електроенергетику", № 2019-VIII від 13.04.2017, ВВР, 2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80>.

12. Німеччина має новий план: 80 % відновлюваної енергії до 2030 року (2022). URL: https://lb.ua/world/2022/07/09/522684_nimechchina_maie_noviy_plan_80.html.

13. Energy Consumption in Selected countries (2024). URL: <https://www.statista.com/statistics/268151/per-capita-energy-consumption-in-selected-countries/>.

References:

1. European Parliament, Council of the European Union (2009), " Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance)", available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32009L0028> (Accessed 05 July 2024).

2. European Parliament, Council of the European Union (2012), "Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC", available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2012/27/oj> (Accessed 05 July 2024)..

3. The Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E) (2024), available at: <https://arpa-e.energy.gov/> (Accessed 05 July 2024).

4. National Development and Reform Commission (2020), China's Long-term Low-carbon Development Strategy, National Development and Reform Commission, Beijing, China.

5. Ragwitz, M., & Huber, C. (2009), "Feed-in Tariffs in the European Union". Renewable Energy Policy Review, vol. 15 (2), pp. 147—158.

6. Sachs, J. D. (2015), The Age of Sustainable Development, Columbia University Press, USA.

7. Mitchell, C., Bauknecht, D., & Connor, P. M. (2006), "Effectiveness through risk reduction: A comparison of the renewable obligation in England and Wales and the feed-in system in Germany", Energy Policy, vol. 34 (3), pp. 297-305.

8. Yakymchuk, A. (2024), "The Carbon Dioxide Emissions' World Footprint: Diagnosis of Perspectives" Scientific Papers of Silesian University of Technology — Organization and Management Series, vol. 195. doi: <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2024.195.41>.

9. Statista (2024), "Energy consumption worldwide from 2000 to 2019, with a forecast until 2050, by energy

source", available at: <https://www.statista.com/statistics/222066/projected-global-energy-consumption-by-source/> (Accessed 05 July 2024).

10. Statista (2024), "Electricity consumption worldwide in 2022, by leading country", available at: <https://www.statista.com/statistics/267081/electricity-consumption-in-selected-countries-worldwide/> (Accessed 05 July 2024).

11. Verkhovna Rada of Ukraine (2017), The Law of Ukraine "About electricity", available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80> (Accessed 05 July 2024).

12. lb.ua (2022), "Germany has a new plan: 80 % renewable energy by 2030", available at: https://lb.ua/world/2022/07/09/522684_nimechchina_maie_noviy_plan_80.html (Accessed 05 July 2024).

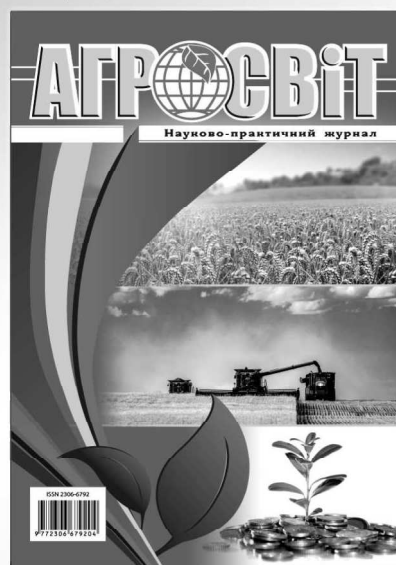
13. Statista (2024), "Energy Consumption in Selected countries", available at: <https://www.statista.com/statistics/268151/per-capita-energy-consumption-in-selected-countries/> (Accessed 05 July 2024).

Стаття надійшла до редакції 18.07.2024 р.

АГРОСВІТ

<https://nayka.com.ua>

Передплатний індекс: 23847



Виходить 24 рази на рік

**Журнал включено до переліку
наукових фахових видань України
з ЕКОНОМІЧНИХ НАУК (Категорія «Б»)**

Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292