

Економічні науки

УДК 339.9

Музуров Дмитро Андрійович

аспірант кафедри

*міжнародних економічних відносин імені Артура Голікова
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*

Muzurov Dmytro

PhD Student of the Department of

*International Economic Relations named after Artur Holikov
Kharkiv National University named after Vasyl Karazin*

Казакова Надія Артурівна

кандидат географічних наук, доцент,

*завідувач кафедри міжнародних економічних відносин імені Артура Голікова
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

Kazakova Nadiia

*Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of International Economic Relations
named after Artur Holikov
Kharkiv National University named after Vasyl Karazin*

**ТРАДИЦІЙНІ РЕСУРСИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА
НАРОСТАЮЧИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ
ЕНЕРГІЇ**

**TRADITIONAL RESOURCES OF ENERGY SUPPLY AND THE
GROWING POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES**

Анотація. В статті розглянуто сутність енергетичної безпеки як функціональної складової економічної безпеки, наведено результати

узагальнення існуючих підходів до визначення відновлюваних джерел енергії, проаналізовано загрози енергетичній безпеці на рівні держави.

Ключові слова: енергетична безпека, енергетичні ресурси, економічна безпека, держава, загрози, відновлювані джерела енергії.

Summary. *The article examines the essence of energy security as a functional component of economic security, summarizes the results of existing approaches to the definition of renewable energy sources, and analyzes threats to energy security at the state level.*

Key words: *energy security, energy resources, economic security, state, threats, renewable energy sources.*

Постановка проблеми. Задоволення швидко зростаючих енергетичних потреб поки що значною мірою здійснюється екстенсивним шляхом - залученням в оборот нових енергоресурсів, їх не завжди виправданого витрачання. Перехід на енергозберігаючу техніку і технологію обмежується поки передовими країнами «золотого мільярда». У переважній більшості країн, що розвиваються, цей процес, що вимагає значного обсягу інвестицій, затримується.

З розширенням масштабів енергоспоживання різко зросло забруднення природного середовища. В результаті спалювання величезних мас вугілля і особливо нафти викид вуглекислого газу досяг розмірів, здатних впливати не тільки на стан повітря, ґрунту, водних, лісових, біологічних ресурсів, а й на стан клімату Землі [1]. З освоєнням ж нових районів нафтовидобутку на морських шельфах, збільшенням об'ємів морських перевезень нафти, зростанням протяжності континентальних нафтопроводів зростає кількість аварійних ситуацій, що супроводжуються забрудненням земної поверхні і Світового океану [2].

Політичні потрясіння також вносять істотні корективи в сценарії світового енергетичного розвитку. Існуючий рівень продуктивних сил і

технічного прогресу не дозволяє гарантувати безпеку заміни традиційних джерел енергії альтернативними [2].

На сучасних етапах формування економік країн, що розвиваються, їх енергоємність зростає і зростатиме ще тривалий час, в тому числі у зв'язку з розширенням переробки сировини в місцях її видобутку і виносом сюди деяких енергоємних виробництв з розвинених країн. Взаємозв'язок проблем розвитку і енергетики вимагає до себе міждисциплінарного підходу.

Формулювання цілей статті. Метою статті є дослідження традиційних ресурсів енергозабезпечення та наростаючий потенціал відновлюваних джерел енергії.

Виклад основного матеріалу. Розвиток енергетики з 1860 р. можна охарактеризувати декількома етапами (Табл. 1).

Таблиця 1

Етапи розвитку світової енергетики

| Етап | Роки | Переважаючий вид палива | Відмінні риси етапу |
|------|-----------------|-------------------------|--|
| I | 1860 – 1930 рр. | вугілля | <ul style="list-style-type: none">• дрова і сила тварин були витіснені вугіллям і паровими машинами• різко прискорилося зростання попиту на енергоресурси - на 26% в 1881-1890-х, 30% в 1891-1900-х і 38% в 1901-1910-х роках• технологічний прорив в перетворенні механічної енергії в електричну і в передачі її на великі відстані• розробка та впровадження технологій великомасштабного виробництва електроенергії тепловими та гідроелектростанціями• електрифікація всіх сфер життєдіяльності |
| II | 1930 – 1980 рр. | нафта | <ul style="list-style-type: none">• бурхливий розвиток двигунів внутрішнього згоряння підірвав домінування вугілля у світовому виробництві та споживанні енергоресурсів через прискорене зростання використання нафтопродуктів• індустріалізація вимагала різкого підвищення швидкості добування енергії |

| | | | |
|-----|-----------------------|-----------------------------------|--|
| | | | <p>з природного середовища і, особливо, якості споживаної енергії</p> <ul style="list-style-type: none"> • потреби освітлення, автомобільний транспорт пред'являли все більш високі вимоги до керованості і концентрації енергоносіїв, створюючи сприятливі умови для розширення використання рідкого палива замість твердого |
| III | 1980 – теперішній час | газ, відновлювані джерела енергії | <ul style="list-style-type: none"> • отримані важливі просування в комерціалізації широкого спектра відновлюваних енергетичних ресурсів і технологій - газотурбінні, вітрові та атомні електростанції, сонячні батареї, акумулятори електроенергії та інші. |

Джерело: складено автором за матеріалами [10; 11; 13]

Сучасна енергетика в основному базується на джерелах енергії, які, маючи обмежені запаси, є вичерпними і не можуть гарантувати стійкий розвиток світової енергетики на тривалу перспективу, а їх використання – один з головних факторів, який призводить до погіршення стану навколишнього середовища і його кризи [5].

Відбувається збільшення сумарного світового споживання первинної енергії в основному через постійне зростання чисельності населення земної кулі і збільшення питомого споживання енергії.

Темпи зростання споживання первинної енергії зображені на рис. 1.

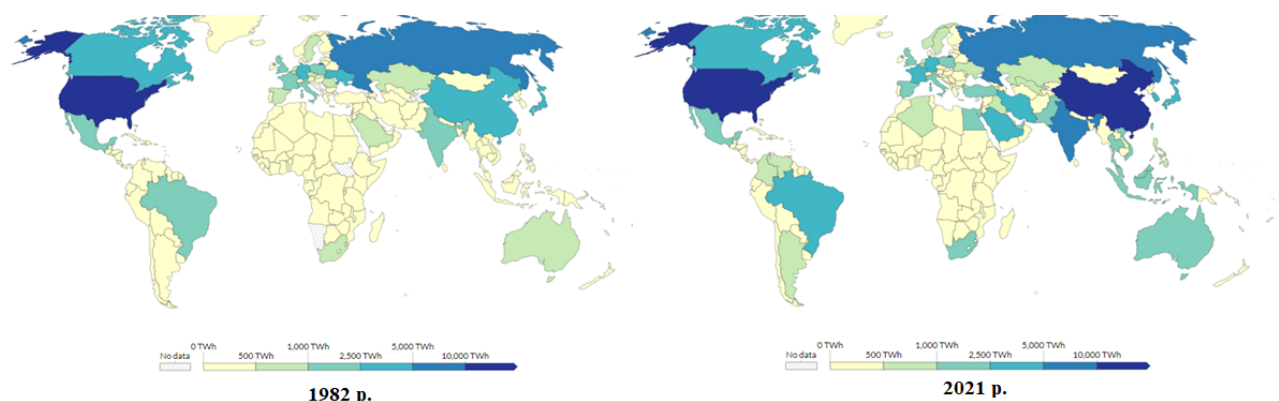


Рис. 1. Темпи зростання споживання первинної енергії у 1982 та 2021 рр., TВт/год [10]

Як видно з рисунку 1, темпи зростання споживання первинної енергії відзначені значним збільшенням по різних країнах. Зазначене зростання

пов'язане зі зростанням чисельності населення Землі, та, в тому числі, зі збільшенням промислового виробництва, яке є споживачем енергоресурсів всіх видів. Поряд з промисловим виробництвом, сам паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) також є найбільшим споживачем електроенергії, оскільки для видобутку та переробки паливно-енергетичних ресурсів (нафта, газ, вугілля) потрібні значні витрати електроенергії [9].

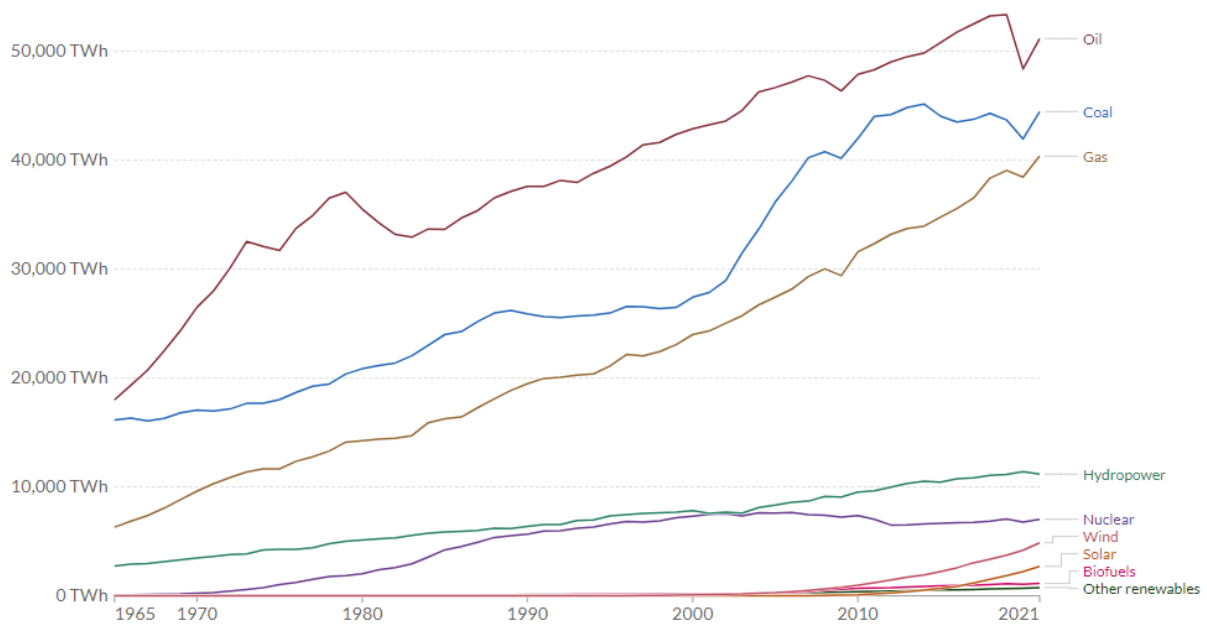


Рис. 2. Споживання первинної енергії [6]

Наведена на рис. 2 динаміка свідчить про збільшення споживання практично всіх видів енергії в світі за аналізований період. Також можна зробити висновок, що основними споживаними ресурсами на Землі є нафта, вугілля і газ, запаси яких, як відомо, обмежені. Слід підкреслити, що споживання зазначених вуглеводневих ресурсів за досліджуваний період часу має висхідну тенденцію. Виняток становив спад показників в 2009 р, який обумовлений наслідками світової фінансово-економічної кризи, що відповідно позначилося на світовому паливно-енергетичному секторі зниженням обсягів споживання. З 2010 р. і до 2020 р. показники характеризуються зростаючим трендом. У 2019-2020 рр. спостерігався спад

споживання енергоресурсів, спричинений всесвітньою пандемією COVID-19. Наразі дані показники до теперішнього часу демонструють тенденцію до збільшення [8].

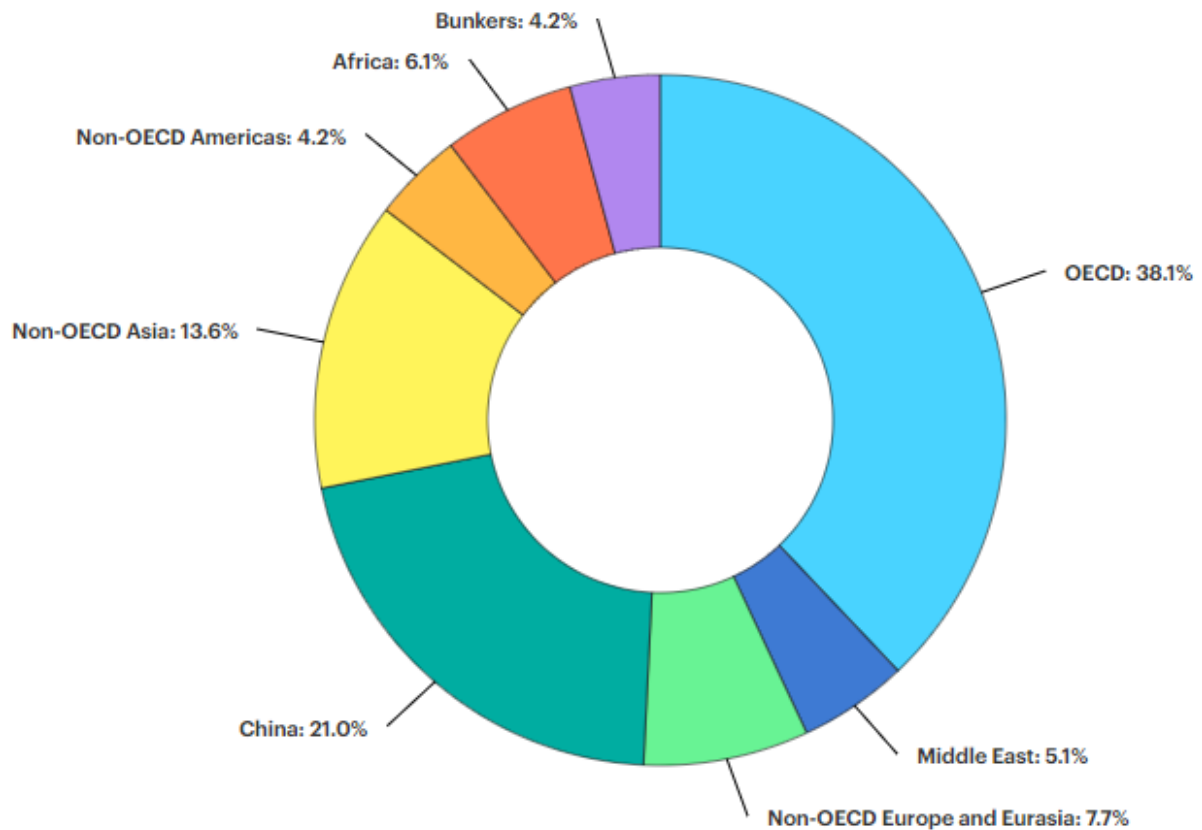


Рис. 3. Структура загального енергоспоживання в регіональному розрізі за станом на 2019 р за даними International Energy Agency [14]

Орієнтація світового енергобалансу в сторону вуглеводневих джерел енергії пов'язана з ризиком зміни цін на даний вид палива. Формування ціни на ринку газу залежить з одного боку від регіонального розташування його розвіданих запасів з урахуванням високих витрат на його транспортування. З іншого ж боку ціна газу в країнах Європи та Азії коливається залежно від ціни нафти, яка котирується на міжнародних ринках і має високий ступінь волатильності, чим обумовлена часта зміна даного показника і труднощі складання точних прогнозів [5].

Таким чином, посилення впливу процесів глобалізації на світову енергетику, збільшення енергетичної взаємозалежності між країнами

обумовлюють необхідність глибокої розробки та вдосконалення механізмів управління та регулювання енергетичного сектора.

Надійне енергозабезпечення виступає сьогодні одним з найбільш істотних факторів стабільного економічного розвитку. Від якості та безперебійної роботи енергетики залежить і рівень енергетичного обслуговування населення, і національна безпека країни, і глобальна безпека в цілому.

Демографічний і економічний ріст економік визначатиме необхідність більшої частини додаткової потужності, необхідної для світової енергосистеми. Основна проблема полягає в адекватності темпів задоволення зростаючого попиту. Основні енергетичні ресурси Землі з часів енергетичної кризи 1970-х не змінилися. Високі енергоресурси досі є основою енергопостачання [4].

Так, за даними British Petroleum у світовому виробництві електроенергії вугілля та природний газ займають більш, ніж 55% [6].

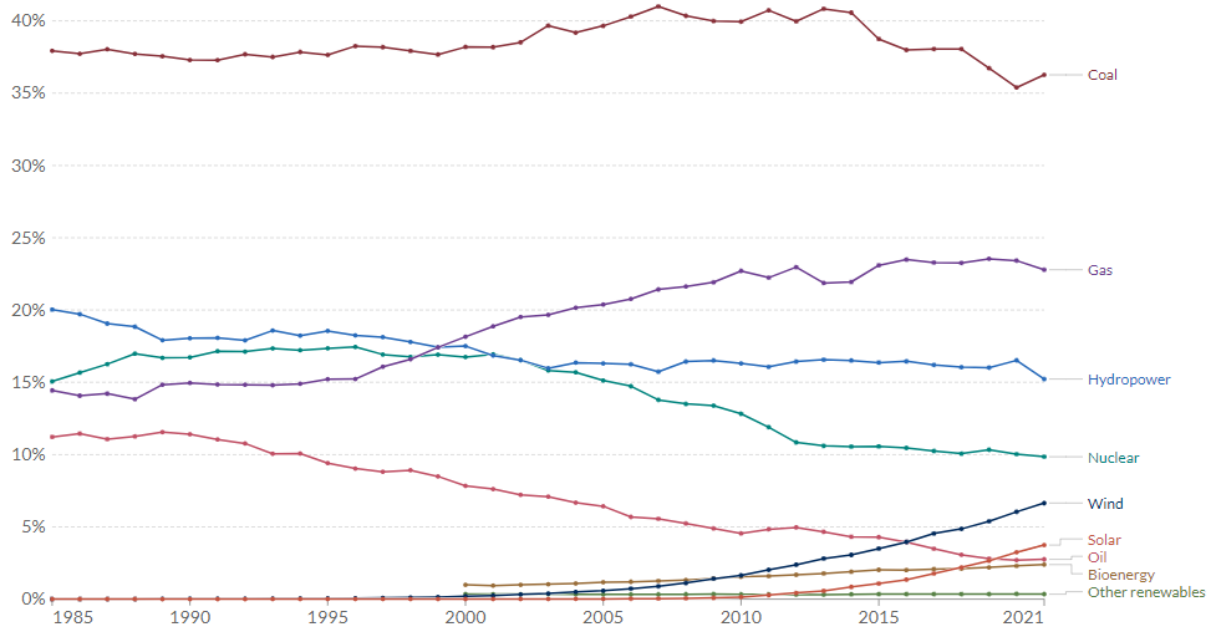


Рис. 4. Частка виробництва електроенергії за джерелами у світі [14]

Проте нові проблеми зміни клімату вимагають проведення оцінки віддачі від різних енергетичних джерел - вже наявних або тих, що

плануються до використання в майбутньому. Сталий розвиток і прийнятність є необхідними умовами довгострокової стратегії енергопостачання. Фактично, будь-яка життєздатна енергетична стратегія сьогодні повинна включати повну оцінку і плани управління екологічним і соціальним впливом. Вона також повинна бути створена за участю громадськості, і віддавати перевагу більш ефективним системам і технологіям. Для фінансування проектів потрібна чітка політика, стабільна нормативно-правова база для забезпечення оптимального використання ресурсів і прийнятні ставки прибутковості від інвестицій. Досягнення балансу цих елементів вимагає безпрецедентного рівня співпраці державного та приватного сектора, а також на міждержавному рівні [9].

У нинішній момент відновлювані джерела енергії – це швидкозриваючий сектор світової енергетики: станом на 2020 рік сучасна відновлювана енергетика становила приблизно 12,6% ПЕК, що майже на один процентний пункт вище, ніж у 2019 році, оскільки тимчасове скорочення попиту на енергію протягом 2020 року сприяло більшій частці відновлюваних джерел енергії, тоді як частка викопного палива майже не змінилася.

Зростаюча ефективність технологій відновлюваної енергетики, скорочення їх вартості, з одного боку, і зростання цін на електроенергію – з іншої, дозволили фотоелектричним системам (фотовольтаїка) і наземної вітрогенерації досягти нових рівнів стійкості конкурентоспроможності, заснованої на більш низьких витратах виробництва. Найуспішнішими технологіями останніх років виявилися сонячні фотоелектричні системи (фотовольтаїка) і вітрогенерація наземного базування [10].

Одним із основних показників, що застосовуються для оцінки економічної вартості генеруючої системи, є нормована вартість виробництва електроенергії (LCOE). Цей показник розраховується як сума витрат на будівництво та експлуатацію електрогенератора за весь період

його експлуатації (включаючи початкові інвестиції, експлуатаційні витримки, ремонт, паливо, капітальні витрати та пр.), розділена на загальний обсяг електроенергії, виробленої за цей період. Іншими словами, показник LCOE – це ціна, за якою має вироблятися електроенергія, щоб отримати (покрити поріг оренди) протягом періоду експлуатації генеруючого об'єкта [6].

Таблиця 2 показує значення показника LCOE для різних технологій генерації в світі в 2010 і 2021 роках.

Таблиця 2

**Значення показника LCOE для різних технологій генерації в світі
в 2010 і 2021 роках**

| Технологія | LCOE, USD/кВтг (2010) | LCOE, USD/кВтг (2021) | Зміна у % |
|--|--------------------------|--------------------------|-----------|
| Біоенергетика | 0.078 | 0.067 | -14% |
| Геотермальна | 0.050 | 0.068 | 34% |
| Гідроелектроенергія | 0.039 | 0.048 | 24% |
| Сонячна фотовольтаїка | 0.417 | 0.048 | -88% |
| CSP | 0.358 | 0.114 | -68% |
| Вітрогенерація наземного базування | 0.102 | 0.033 | -68% |
| Вітрогенерація у відкритому морі | 0.188 | 0.075 | -60% |

Джерело: складено автором за матеріалами [12]

З огляду на високі капітальні витрати, у багатьох випадках технології LCOE виявляються набагато витратними, ніж технології більш традиційного покоління. У більшості випадків розвиток відновлюваних джерел енергії можливо тільки за підтримки держави в тій або іншій формі. І, тим не менше, той факт, що політика підтримки в даний момент реалізується практично у всіх країнах, говорить про те, що сталося, по крайній мірі, досягнення економічних, соціальних заходів і екологічних вигод від розвитку галузі.

Для паливно-експортуючих країн, які субсидують внутрішні ціни, розвиток ВІЕ може мінімізувати внутрішнє споживання палива та максимізувати обсяг, що йде на експорт. У країнах Близького Сходу і Північної Африки інтенсивність сонячного випромінювання настільки велика, що в напівденний час, коли електроспоживання максимальне, сонячна генерація здатна повністю відкрити цей піковий попит. В даний час пік споживання електроенергії покривається за рахунок дороговартісної резервної генерації на основі нафти або злитого газу, що робить сонячну енергетику комерційно вигідною без будь-яких субсидій [7].

Політика підтримки ВДЕ передбачає певну ступінь локалізації реалізації проекту, що має сприяти розвитку внутрішнього виробництва, створенню додаткових витрат і робочих місць всередині країни. Сектор ВДЕ вже є найбільшим роботодавцем: у 2019 р. в ньому було зайнято 30 млн. чол. [14]

Таблиця 3

Переваги використання ВДЕ

| Показник | Характеристики |
|----------------------------------|---|
| Доступність на місцях | Домашні ресурси, які в тому чи іншому вигляді є в наявності всюди в світі. |
| Постійне виробництво енергії | За мірками людського життя енергоресурси невичерпні (сонячне випромінювання, енергія вітру, гідроенергія, геотермальна енергія) або поновлювані (біоенергія), а також піддаються накопиченню. |
| Безпека | Відносно безпечне виробництво і використання енергії, утилізація відходів або їх оборот в замкнутому циклі. |
| Цінова стабільність | Сприяння незалежності від волатильності ринків викопних джерел енергії, довгострокова стабільна вартість енергії. |
| Економічність | Залежно від місцезнаходження економічно ефективно використання вже сьогодні можливе без додаткового стимулювання, якщо початкові інвестиції можуть бути компенсовані відносно низькими додатковими витратами (необхідний аналіз життєвого циклу). У віддалених районах це часто найбільш прийнятний спосіб виробництва енергії. |
| Охорона навколишнього середовища | Дбайливе поводження з природними ресурсами за рахунок скорочення використання викопних видів сировини, мінімальне втручання в природний ландшафт (екологічне використання площ) і мала кількість антропогенних викидів в навколишнє повітря (окислення і евтрофікація). |

| | |
|--|--|
| Захист клімату | Практично повна відсутність емісій, що відповідає міжнародним зусиллям щодо захисту клімату. |
| Захист здоров'я людей | Збереження здоров'я людей завдяки мінімальним шкідливим емісіям (шуму, а також шкідливі речовини в повітрі, воді і ґрунті). |
| Створення доданої вартості на місцях | Створення робочих місць у постійно зростаючих галузях. Сприяння економічному розвитку сільських регіонів шляхом децентралізованого виробництва і збуту. |
| Незалежність від підключення до мережі | Постійне надійне енергопостачання далеко в стороні від комунальних електромереж (в поєднанні з акумулюванням енергії). |

Джерело: складено автором за матеріалами [6; 7; 10; 14]

У сукупності розглядається весь життєвий цикл енергогенерації, вплив від ВДЕ на навколишнє середовище набагато менше, ніж від традиційної енергетики [1].

Висновки. Більшість технологій ВІЕ не потребують палива під час експлуатації та не використовують вичерпані природні ресурси. Для ВДЕ характерний мінімальний ризик техногенних катастроф, на відміну від традиційної генерації. У процесі свого життєвого циклу технології ВДЕ виділяють в 10-120 разів менше CO₂, ніж газові електростанції (саме чисті з традиційних технологій) і в 250 разів менше, ніж вугільні, що дає перевагу ВДЕ в контексті боротьби зі зміною клімату.

Література

1. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
2. Глобальні проблеми сучасності : підручник / Харків. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна ; гол. ред. В. С. Бакіров ; за ред. А. П. Голюков, О. А. Довгаль, В. А. Пересадько. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. 631 с.
3. Кириленко О. В. Енергетична безпека України в умовах поточної української кризи. Вісник Національної академії наук України. 2014. № 5. С. 73–74. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vnanu_2014_5_19.pdf (дата звернення: 10.09.2023)

4. Накашидзе Л. В. Оцінка енергетичної безпеки при впровадженні технологій використання енергії відновлювальних джерел. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2015. № 8(76), Том 4. С. 54-59.
5. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття / за заг. ред. А.К. Шидловського, М.П. Ковалка. К. : УЕЗ, 2001. 398 с.
6. Річний статистичний звіт 2022 компанії BritishPetroleum. Компанія BritishPetroleum. 2022. 60 с. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата звернення: 10.09.2023)
7. Сухін Є.І. Нетрадиційна енергетика як фактор економічної безпеки держави : автореф. дис...д-ра екон. наук : спец. 21.04.01 «Економічна безпека держави». Рада національної безпеки та оборони України ; Національний ін-т проблем міжнародної безпеки. К., 2005. 38 с.
8. Титко Р. Відновлювальні джерела енергії. Варшава : Вид-во OWG, 2010. 530 с.
9. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року / О. Дячук, М. Чепелєв, Р. Подолець, Г. Трипольська та ін. ; за заг. ред. Ю. Огаренко та О. Алієвої // Пред-во Фонду ім. Г. Бьолля в Україні. Київ : Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. 88 с.
- 10.2023 Statistical Review of World Energy. URL: <https://www.energyinst.org/statistical-review> (дата звернення: 10.09.2023)
11. Energy as the numéraire of any given economy for describing the phase out of a non-renewable economy by its physical units. 13th IAEE European Conference. Düsseldorf, Germany. August 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.1407.4885>

12. Renewable power generation costs in 2022. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. IRENA. 2022. URL: https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2022.pdf?rev=3b8966ac0f0544e89d7110d90c9656a0 (дата звернення: 10.09.2023)
13. Smil V. Energy Transitions: Global and National Perspectives, 2nd Edition. 2016. URL: <http://publisher.abc-clio.com/9781440853258> (дата звернення: 10.09.2023)
14. World Energy Outlook 2022. International Energy Agency. 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/key-findings> (дата звернення: 10.09.2023)

References

1. Kudria S.O. (2020). Vidnovliuvani dzherela energii [Renewable energy sources]. Kyiv: Renewable energy institute of NASU.
2. Holikov A.P. et.al (2020). Hlobalni problem suchasnosti [Global issues of nowadays]. Kharkiv: Kharkiv National university named after Vasyl Karazin.
3. Kyrylenko O.V. (2014). Enerhetycha bezpeka Ukrainy v umovah potochnoyi ukrayinskoyi kryzy [Energy security of Ukraine in the conditions of the current Ukrainian crisis]. Available at: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vnanu_2014_5_19.pdf (access date: 10.09.2023)
4. Nakashydze L.V. (2015). Otsinka enerhetychnoyi bezpeky pry vprovadzhenni tehnolohii vykorystannia enerhii vidnovliuvanyh dzherel [Assessment of energy security during the implementation of renewable energy technologies]. Kharkiv: Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.

5. Shydlovsky A.K. et al (2001). Palyvno-enerhetychnyi kompleks Ukrayiny na porozi tretioho tysiacholittia [Fuel and energy complex of Ukraine on the threshold of the third millennium]. Kyiv: UEZ.
6. BP (2022). Statistical review of world energy 2022. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (access date: 10.09.2023)
7. Sukhin Ye. I. (2005). Netradyziina enerhetyka yak factor ekonomichnoyi bezpeky derzhavy [Non-traditional energy as a factor of economic security of the state]. Kyiv: National institute of international security issues.
8. Tytko R. (2010). Vidnovliuvani dzherela energii [Renewable energy sources]. Warsaw: OWG.
9. Perehid Ukrainy na vidnovliuvanu enerhetyku do 2050 roku (2017). / O. Diachuk, M. Chepeliev, R. Podolets, H. Trypolska ta in.; za zah. red. Yu. Oharenko ta O. Aliievoi // Pred-vo Fondu im. H. Bollia v Ukraini. Kyiv: Vyd-vo TOV «ART KNYHA».
10. Statistical Review of World Energy. (2023). Available at: <https://www.energyinst.org/statistical-review> (access date: 10.09.2023)
11. Energy as the numéraire of any given economy for describing the phase out of a non-renewable economy by its physical units. doi: <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.1407.4885>
12. Renewable power generation costs in 2022 (2022). IRENA. Available at: https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2022.pdf?rev=3b8966ac0f0544e89d7110d90c9656a0 (access date: 10.09.2023)
13. Smil V. (2016). Energy Transitions: Global and National Perspectives, 2nd Edition. Available at: <http://publisher.abc-clio.com/9781440853258> (access date: 10.09.2023)

14. World Energy Outlook (2022). IEA. Available at:
<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/key-findings>
(access date: 10.09.2023)