

**Карбовська Л. О.**

*кандидат економічних наук, доцент, професор кафедри маркетингу,  
ПрВНЗ «Міжрегіональна академія управління персоналом», Україна;  
e-mail: l.karbovskaia@i.ua; ORCID ID: 0000-0001-5333-1653*

**Якушик І. Д.**

*доктор економічних наук, професор,  
директор ННІМЕФ,  
ПрВНЗ «Міжрегіональна академія управління персоналом», Україна;  
e-mail: Yakushyk\_dok@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-5958-9791*

**Фещенко О. Л.**

*кандидат економічних наук, доцент,  
заступник директора ННІМП з науково-педагогічної та навчальної роботи  
Державного закладу вищої освіти «Університет менеджменту освіти», Київ, Україна;  
e-mail: elf-imef@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-0906-0398*

**Каліна І. І.**

*доктор економічних наук,  
доцент кафедри маркетингу  
ПрВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом», Київ, Україна;  
e-mail: kalinargz@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-5662-6967*

**Козлова А. І.**

*кандидат економічних наук, доцент,  
професор кафедри економіки та управління бізнесом  
ПрВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом», Київ, Україна;  
e-mail: ai.kozlova.al@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-2336-4600*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ І ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ: ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ**

**Анотація.** Обґрунтовано, що фактором економічного зростання, підвищення економічної та енергетичної безпеки, збереження навколишнього середовища від згубного впливу наслідків споживання вуглеводневих джерел енергоресурсів є сталий розвиток відновлюваної енергетики. Розглянуто стан і перспективи використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у світі. Представлено рейтинг країн за питомою вагою електроенергії, виробленої з ВДЕ у відсотках до первинних джерел за період 2015—2019 рр., який показує, що найбільшу ефективність ВДЕ мають такі країни, як Ісландія, Кенія і Латвія, а найбільше зростання спостерігається в Україні, Великобританії, Туреччині, Данії, Японії, Франції, США і Німеччині. Узагальнено фактори зростання попиту на ВДЕ, зокрема: паритет ціни і продуктивності внаслідок зниження ціни на ВДЕ; підвищення ефективності виробництва енергії внаслідок технологічного прогресу та впровадження інноваційних технологій у ВДЕ; інтеграція енергомереж і збалансування навантаження на них; стимулювання попиту на ВДЕ великими містами — реалізація стратегії «розумного міста», яка включає «розумну» енергетику; розвиток громадського володіння мережами і ВДЕ; активна участь країн, що розвиваються, у поширенні відновлюваної енергетики; зростаюча участь корпоративного сектору в розвитку відновлюваної енергетики.

Визначено взаємозв'язок цілей розвитку сфери енергетики щодо її доступності, надійності, стійкості та цілей у галузі сталого розвитку. Так, скорочення масштабів бідності (ціль 1) передбачає розширення доступу до базових ресурсів і послуг, наявності сучасної інфраструктури, елементом якої є ВДЕ; використання екологічно чистої відновлюваної енергетики сприятиме зниженню ризиків для здоров'я (запобігання хворобам і боротьбі з пандеміями) — ціль 3; створення стійкої інфраструктури, сприяння інноваціям (ціль 9) передбачає застосування чистих та екологічно безпечних технологій і сталого розвитку

енергетики; використання ВДЕ має синергетичний зв'язок із реалізацією цілі 13 — термінові заходи боротьби зі зміною клімату і його наслідками.

**Ключові слова:** цілі сталого розвитку, зростання економіки, енергетична безпека, відновлювані джерела енергії, вуглеводневе паливо, декарбонізація.

Формул: 0; рис.: 0; табл.: 2; бібл.: 17.

**Karbovska L.**

*Ph. D. in Economics, Associate Professor, Professor of Marketing,  
Private Joint Stock Company Higher Educational Institution  
«Interregional Academy of Personnel Management», Ukraine;  
e-mail: l.karbovska@i.ua; ORCID ID: 0000-0001-5333-1653*

**Yakushik I.**

*Doctor of Economics, Professor,  
Director of NNIMEF,  
Private Joint Stock Company Higher Educational Institution  
«Interregional Academy of Personnel Management», Ukraine;  
e-mail: Yakushyk\_dok@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-5958-9791*

**Feshchenko E.**

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
Deputy Director of ESIMP for scientific and pedagogical and educational work  
State Institution of Higher Education «University of Education Management»  
e-mail: elf-imef@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-0906-0398*

**Kalina I.**

*Doctor of Economics, Associate Professor of Marketing  
Private Joint Stock Company Higher Educational Institution  
«Interregional Academy of Personnel Management», Ukraine;  
e-mail: kalinargz@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-5662-6967*

**Kozlova A.**

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Economics and Business Management  
Private Joint Stock Company Higher Educational Institution  
«Interregional Academy of Personnel Management», Ukraine;  
e-mail: ai.kozlova.al@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-2336-4600*

## **SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE ECONOMY AND INCREASING ENERGY SECURITY BASED ON THE USE OF RES: PROBLEMS AND PROSPECTS**

**Abstract.** It is substantiated that the factor of economic growth, increase of economic and energy security, preservation of the environment from the detrimental impact of the consequences of consumption of hydrocarbon energy sources is the sustainable development of renewable energy. The state and prospects of using renewable energy sources in the world are considered (RES). The rating of countries by the share of electricity produced from renewable sources as a percentage of primary sources during 2015—2019 is presented, which shows that the largest share of RES is in countries such as: Iceland, Kenya and Latvia; Currently, the largest growth in renewable energy is observed in Ukraine, Great Britain, Turkey, Denmark, Japan, France, the USA and Germany. The generalized factors of growth of demand for renewable energy sources are: parity of the price and productivity owing to decrease in the price of RES; increasing the efficiency of energy production due to technological progress and the introduction of innovative technologies in foreign trade; integration of power grids and balancing the load on them; stimulating the demand for RES by large cities — the implementation of the strategy of «smart city» includes «smart» energy; development of public ownership of networks and sources of renewable energy; active participation of developing countries in the dissemination of renewable energy; growing participation of the corporate sector in the development of renewable energy.

The relationship between the goals of energy development in terms of its accessibility, reliability, sustainability and goals in the field of sustainable development is determined. Thus, poverty reduction (goal 1) involves expanding access to basic resources and services and the

availability of modern infrastructure, an element of which is RES; the use of clean renewable energy will help reduce health risks (disease prevention and pandemic control) (objective 3); creation of sustainable infrastructure, promotion of innovations (goal 9) involves the use of clean and environmentally friendly technologies and sustainable energy development; the use of RES activity has a synergistic connection with the implementation of goal 13 — urgent measures to combat climate change and its consequences.

**Keywords:** sustainable development goals, economic growth, energy security, renewable energy sources, hydrocarbon fuel, decarbonization.

**JEL Classification** F29, F43, L94, O10

Formulas: 0; fig.: 0; tabl.: 2; bibl.: 17.

**Вступ.** Проблеми розвитку енергетичної сфери, розширення використання ВДЕ цікавлять, особливо в останні десятиріччя, не лише бізнес і громадськість, а й політиків та уряди багатьох держав. Адже сталий розвиток «зеленої» (відновлюваної) енергетики є фактором економічного зростання країн і регіонів, підвищення їхньої економічної та енергетичної безпеки, збереження навколишнього середовища від згубного впливу наслідків споживання вуглеводневих джерел енергії, що викликає глобальне потепління і зміну клімату. Із 17 цілей Порядку денного в галузі сталого розвитку на період до 2030 року, ухваленого на саміті ООН у вересні 2015 року, шість прямо чи опосередковано стосується енергетики [1].

**Аналіз досліджень і постановка завдання.** Проблеми розвитку енергетичної сфери, розширення використання ВДЕ стали об'єктом дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців, таких як: Л. Акуленко, Т. Андреева, В. Баумоль, Дж. М. Вернон, А. Вігірінський, О. Возняк, М. Войтів, Г. Гелетуша, А. Ігнатюк, Т. Железна, Б. Кваснюк, Л. Клименко, В. Кривуцький, С. Кудря, Ю. Кузнецов, У. Лоссе, Б. Тучинський, Р. Шульман, К. Урбшат, К. Якуненко, М. Яніва тощо. Проте в літературі не приділено достатньої уваги аналізу впливу використання ВДЕ на забезпечення економічної та енергетичної безпеки. *Метою статті є дослідження впливу ВДЕ в забезпеченні сталого розвитку економіки країн і підвищенні їх енергетичної безпеки.*

**Результати дослідження.** Напрями сталого розвитку енергетики щодо забезпечення «доступною, надійною, стійкою і сучасною енергією для всіх» визначає ціль 7: досягнення до 2030 року загального доступу до недорогих, надійних і сучасних енергетичних послуг; збільшення частки енергії, виробленої з відновлюваних джерел; підвищення глобального показника енергоефективності удвічі; модернізація інфраструктури для забезпечення сталого енергопостачання; активізація міжнародного співробітництва щодо застосування екологічно «чистої» енергетики на основі ВДЕ, «чистих» технологій джерел вуглеводневих енергоресурсів, залучення інвестицій на впровадження технологій екологічно чистої енергетики [2].

Низка розвинутих і навіть розвинутих найменш країн активно рухається до досягнення цілі 7: енергія стає все більш доступною, зростає енергоефективність, розширюється використання ВДЕ. У *табл. 1* представлено рейтинг країн світу за часткою електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел у відсотках до первинних джерел за період 2015—2019 рр. Отже, першість належить Ісландії — 87,3—90,1%, Кенії — 79,6—81,2% і Латвії — 36,1—44,0% [3]. Найбільше зростання відновлювальної енергетики 2019 року, у порівнянні з 2015 р., показали такі країни, як: Україна — 58,1 в. п.; Великобританія — 55,2 в. п.; Туреччина — 31,2 в. п.; Данія — 23,8 в. п.; Японія — 20,7 в. п.; Франція — 19,5 в. п.; США — 15,8 в. п.; Німеччина — 15,7 в. п.; Латвія — 14,8 в. п. [3].

Таблиця 1

**Рейтинг країн світу за часткою електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел у 2015—2019 рр. (% до первинних джерел)**

Країна	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік	Відхилення 2019 р. до 2015 р., в. п.
1. Ісландія	88,3	87,3	88,2	88,7	90,1	2,0

2. Кенія	81,2	79,6	80,1	81,0	81,0	-0,2
3. Латвія	36,1	38,1	44,0	40,4	41,4	14,8
4. Швеція	43,0	38,3	39,9	37,8	40,8	-5,2
5. Фінляндія	32,4	31,4	33,6	33,8	34,1	5,5
6. Данія	29,8	30,1	33,5	33,2	36,9	23,8
7. Австрія	29,9	30,4	29,9	29,3	30,2	1,0
8. Чилі	27,3	27,1	27,8	28,8	24,3	-11,0
9. Португалія	22,6	25,8	21,2	24,9	23,2	2,5
10. Індія	23,4	24,1	23,3	22,6	22,6	-3,6
11. Румунія	18,8	19,5	18,1	18,0	18,0	-4,2
12. Італія	17,2	17,2	17,1	17,7	18,2	5,9
13. Канада	17,6	17,2	17,2	16,8	16,4	-6,9
14. Іспанія	14,1	14,6	13,1	14,4	14,7	4,6
15. Туреччина	12,2	12,5	12,1	13,3	16,0	31,2
16. Німеччина	12,6	12,5	13,3	13,9	14,6	15,7
17. Республіка Чехія	10,2	10,4	10,1	10,2	10,7	5,2
18. Великобританія	8,1	8,5	9,6	10,8	12,5	55,2
19. Франція	8,9	9,8	9,6	10,4	10,7	19,5
20. Китай	8,5	9,0	9,1	9,2	9,2	8,7
21. США	6,8	7,2	7,5	7,7	7,9	15,8
22. Південна Африка	6,6	6,5	6,6	6,9	6,9	4,7
23. Японія	5,2	5,1	5,6	5,9	6,3	20,7
24. Україна	2,9	4,0	4,4	4,6	4,6	58,1
25. Росія	2,5	2,7	2,6	2,6	2,6	0,8
26. ОЕСД Європа	14,1	14,2	14,4	15,1	16,0	13,4

Джерело: [3].

Співвідношення між різними видами ВДЕ залежить від доступності ресурсів і моделей споживання електроенергії в тій чи іншій країні. Ісландія є країною з найбільш високим рівнем використання відновлюваних джерел енергії, з яких 75 % забезпечують гідроелектростанції, а решта — геотермальні джерела та вітрова енергетика [4]. Завдяки реалізації національної політики щодо забезпечення доступності електроенергії в сільських районах Кенія стала лідером у будівництві невеликих сонячних станцій, не підключених до мережі, які стали альтернативою дорогим дизель-генераторам. За останні п'ять років понад 30 % мешканців, які живуть у віддалених районах, отримали доступ до електроенергетики [4]. Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел у Данії становило від 29,8 до 36,9 % у 2015—2019 рр. У національній структурі виробництва електроенергії в Португалії найбільша питома вага належить гідро- та енергії вітру — 21,2—25,8% від первинних джерел) [2]. Ця країна є лідером з виробництва електроенергії вітровими електростанціями, які забезпечують 43 % усіх потреб в електроенергії [4]. Міністерство енергетики США направило 130 млрд дол. для фінансування 67 дослідницьких проектів із розвитку сонячних технологій у 30 штатах, які знижують вартість сонячної енергії та підвищують конкурентоспроможність виробництва і надійність національної електромережі [5].

Зростання попиту на ВДЕ зумовлено впливом низки факторів.

По-перше, паритет ціна / продуктивність унаслідок зниження ціни на ВДЕ, у порівнянні з традиційними джерелами електроенергії. Так, у звіті Всесвітнього економічного форуму за 2020 рік зазначено, що вартість енергії з відновлюваних джерел більш ніж у 30 країнах або дорівнює ціні викопних енергоносіїв, або є дешевшою. За прогнозом, у найближчі роки паритет буде досягнуто у 80 % країн світу [6].

Згідно з комплексним дослідженням Міжнародного агентства з ВДЕ (IRENA), протягом 2018 року в більшості регіонів світу відбулося зниження витрат на всі види ВДЕ: концентрована енергія Сонця стала дешевшою на 26 %, біопаливо — на 14 %, сонячна енергетика та офшорний вітер — на 13 %, гідроенергетика — на 12 % [7].

По-друге, технологічний прогрес і впровадження інноваційних технологій у відновлюваній енергетиці сприяли підвищенню ефективності виробництва енергії, що дало можливість ВДЕ випередити за популярністю традиційні енергоресурси. Так, Федеральне міністерство економіки та енергетики Німеччини інвестувало 3,78 млн дол. у проект

консорціуму німецьких учених, що займаються розробленням схеми нових сонячних панелей, ККД яких становить 33 %. Завдяки такій високій ефективності витрати на виробництво фотоелектричних елементів у Німеччині знизяться до 0,04 євро на 1 кВт/год [7].

По-третє, з'явилися умови для стабільної інтеграції енергомереж і збалансування навантаження: використання сонячних електростанцій (СЕС) і вітроелектричних установок (ВЕУ) раніше викликало неоднорідне перебої навантаження, наразі їх підключення до електромереж дало можливість забезпечити стійкість і надійність мережі при наданні потрібних послуг. А використання технології безпроводного передавання електроенергії на великі відстані, розробленої компанією Emrod (Нова Зеландія), сприяло зростанню споживання енергії на 50 %, зменшенню перебоїв у постачанні на 85 % і скорочення витрат на енергетичну інфраструктуру на 65 % [7].

По-четверте, постійне зростання попиту на ВДЕ стимулюється великими містами. Наразі одним із функціональних напрямів стратегії «розумного міста» є «розумна» енергетика, тобто використання відновлюваної енергії, адже метою створення «розумного міста» є поліпшення якості життя його мешканців на основі «ефективної інтеграції фізичних, цифрових і людських систем у штучно створеному середовищі» [8]. А сонячно-вітрова енергетика створює оптимальні можливості для виконання всіх цих вимог: вона сприяє зниженню забруднення навколишнього середовища і викидів вуглекислого газу, підвищенню стійкості енергомереж, забезпечуючи разом з тим екологічно чисту мобільність, розвиток економіки і зростання бізнесу. Тому частка сонячної та вітрової електроенергії до її загального обсягу, виробленого за рік у найбільших «розумних містах», є такою: Сан-Дієго — 33 %; Лос-Анджелес — 20 %; Джайпур — 20 %; Гамбург — 14,8 %; Торонто — 12 %; Бангалор — 10 %; Сантьяго — 9 %, Сеул — 6,6 % [9].

По-п'яте, розвиток громадського володіння мережами і джерелами відновлюваної енергії також прискорює розвиток цієї галузі. Використання ВДЕ в комунальній енергетиці розширює доступ споживачів до електроенергії та збільшує кількість доступних їм альтернатив енергопостачання. Так, наприклад, влада Данії всіляко заохочує створення кооперативів та інших видів колективного володіння вітряними і сонячними установками в сільській місцевості.

Шостою важливою тенденцією є активне інвестування країн, що розвиваються, у проекти ВДЕ. Першість займають Китай та Індія. Так, Китай є світовим лідером інвестицій в екологічно чисті технології в енергетиці, це як будівництво станцій на ВДЕ, так і виробництво екологічно чистих енергетичних технологій — сонячних батарей та електротранспорту. Вісім із десяти найбільших світових постачальників сонячних батарей є китайськими. Тільки протягом 2015—2017 рр. було інвестовано 2,2 млрд дол. у проекти сонячної та вітрової енергетики в 11 країн, що розвиваються. За той час Китай також отримав 1,3 млрд дол. від інвесторів із 13 країн. Хоча частка ВДЕ Китаю у глобальній «зеленій» енергетиці нині становить 8,5—9,2 % енергобалансу, але 2022 року прогнозується збільшення питомої ваги сонячної енергії до 42 %, гідроенергії — до 35 % і енергії вітру — до 40 % [10].

В Індії найбільш поширені гібридні вітряно-сонячні електростанції. Завдяки зменшенню мінливості генерації, згладжуванню профілю вироблення це сприяє підвищенню надійності енергосистеми, а також дає розробникам можливість знизити питомі капітальні витрати й максимізувати віддачу від ділянки землі, навіть на територіях із неоптимальними сонячними і вітровими ресурсами. Національний проєкт «вітряно-сонячної гібридизації» було запроваджено урядом країни 2018 року, а нині близько 10 ГВт нових потужностей будують або проходять процедури конкурсних відборів. За прогнозом індійської дослідницької компанії CRISIL, до 2025 року в країні буде встановлено близько 15 ГВт гібридних вітро-сонячних електростанцій [4].

Сьомим трендом є зростаюча участь корпоративного сектору в розвитку відновлюваної енергетики. Корпорації зацікавлені в упровадженні ВДЕ у свої ланцюжки поставок, що забезпечує їм додаткові потужності та контроль за якістю закупівель, отже, вони залучають до цього процесу учасників з інших сфер діяльності на основі угоди про

закупівлю електроенергії (УЗЕ). Тільки 2017 року за участі корпорацій, їхнього капіталу та інших форм участі було отримано 465 терават-годин (ТВт-год) електроенергії з відновлюваних джерел [11].

Загальна доступність до енергопостачання та використання ВДЕ сприятиме реалізації інших цілей сталого розвитку. Так, скорочення масштабів бідності (ціль 1) передбачає розширення доступу до базових ресурсів і послуг, а також наявності сучасної інфраструктури, елементом якої є відновлювальна енергетика. За даними ООН, 2018 року ще кожний десятий житель на планеті не мав доступу до електроенергетики для освітлення, обігріву та охолодження помешкань і продуктів харчування у спеку. Хоча їхня кількість у порівнянні з 2010 р. знизилася на 34,3 % (з 1200 млн до 789 млн осіб), однак, за прогнозами, ще близько 620 млн осіб 2030 року не матимуть доступу до електроенергетики, з них 85 % осіб, які мешкають в Африці на південь від Сахари [12].

Використання екологічно чистої енергетики з ВДЕ сприятиме зниженню ризиків для здоров'я та поліпшенню добробуту населення (ціль 3). Енергетичні послуги відіграють ключову роль у запобіганні хворобам і боротьбі з пандеміями. Це стосується як забезпечення медичних установ електроживленням, так і надання послуг у сфері зв'язку й інформаційних технологій з метою забезпечення комунікацій між особами для збереження соціальної дистанції. Наразі 840 млн осіб живуть без доступу до електрики і лише 28 % медичних установ мають надійний доступ до неї у країнах Африки на південь від Сахари [12]. Відсутність доступу до електроенергії лікарень і місцевих громад може перешкодити зусиллям щодо стримування COVID-19 і значно уповільнити відновлення економіки. З ініціативи партнера ООН — міжнародної організації «Стилка енергетика для всіх» — визначено такі напрями щодо реагування на надзвичайну ситуацію у зв'язку з COVID-19: пріоритетна увага енергетичним рішенням з метою забезпечення електропостачання медичних установ і служб первинної допомоги; налагодження зв'язку та інформаційних комунікацій для вразливих груп населення; збільшення надійного та безперебійного виробництва енергії в достатній кількості для підготовки до більш стійкого відновлення економіки [2; 13].

Досягнення цілі 9 (створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюваній і сталій індустріалізації та інноваціям) передбачає застосування чистих та екологічно безпечних технологій; розширення доступу до інформаційно-комунікаційних технологій та Інтернету в найменш розвинених країнах, що є неможливе без сталого розвитку енергетики. Пандемія COVID-19 виявила нагальну потребу в стійкій інфраструктурі, розвитку інформаційно-комунікаційних технологій для забезпечення можливості підтримання зв'язку, функціонування системи віддаленої роботи та проведення відеоконференцій на робочому місці й поза його межами, забезпечення доступу до освіти в режимі онлайн, отримання життєво важливих рекомендацій щодо охорони здоров'я та санітарії, придбання в Інтернеті основних товарів і послуг. Наразі 16 % населення світу не мають доступу до широкосмугового мобільного зв'язку, а 3,6 млрд осіб залишаються без підключення до Інтернету [2].

Використання ВДЕ має безпосередній зв'язок з реалізацією цілі 13 — ухвалення термінових заходів боротьби зі зміною клімату і його наслідками [2]. Зміна клімату руйнує економіку країн, впливає на життя людей. У багатьох національних інноваційних стратегіях і міжнародних ініціативах одним з основних заходів зменшення впливу парникових газів, що викликають зміну клімату, вважається зменшення використання вуглеводневого палива, при спалюванні якого відбувається викид в атмосферу парникових газів, які й викликають зміну клімату і негативно впливають на навколишнє середовище. Так, 2019 року став другим найтеплішим роком ХХІ століття, водночас тоді й було зафіксовано нові рекордні викиди вуглекислого та інших парникових газів в атмосфері. Отже, причиною утворення 65 % усіх парникових газів є вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), що є продуктом горіння вугілля, нафти і газу. Потребою сьогодення стала декарбонізація — перехід із вуглеводневих джерел енергії на поновлювані, які утворюють менше викидів вуглекислого газу. У порівнянні з 2014 роком, 2018-го викиди вуглекислого газу в низці країн скоротилися: Україні — на 34,5 в. п.,

Великобританії — на 15,9 в. п., Данії — на 9,8 в. п., Німеччині та Ісландії — на 7,9 в. п., Південній Африці — на 7,5 в. п., Японії — на 7,4 в. п. (табл. 2).

Таблиця 2

**Рейтинг країн світу за показниками викидів в атмосферу вуглекислого газу у 2014—2018 рр., (т на душу населення)**

Країна	2014 рік	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	Відхилення 2018 р. до 2014 р., в. п.
1. Канада	15,6	15,6	15,2	15,0	15,5	-0,6
2. США	15,8	15,3	14,9	14,6	14,9	-5,7
3. Росія	10,9	10,8	10,6	10,5	10,6	-2,8
4. Республіка Чехія	9,3	9,4	9,6	9,6	9,5	2,2
5. Японія	9,4	9,1	9,0	8,9	8,7	-7,4
6. Німеччина	8,9	8,9	8,9	8,7	8,2	-7,9
7. Фінляндія	8,4	7,7	8,2	7,7	7,9	-6,0
8. Південна Африка	8,0	8,1	7,6	7,5	7,4	-7,5
9. Австрія	7,2	7,2	7,1	7,4	7,0	-2,8
10. Китай	6,8	6,7	6,6	6,6	6,7	-1,5
11. Ісландія	6,3	6,2	6,2	6,3	5,8	-7,9
12. Великобританія	6,3	6,1	5,7	5,4	5,3	-15,9
13. Данія	6,1	5,6	5,8	5,4	5,5	-9,8
14. Італія	5,3	5,4	5,4	5,3	5,2	-1,9
15. Іспанія	5,0	5,3	5,1	5,4	5,2	4,0
16. Україна	5,8	5,2	4,2	4,4	3,8	-34,5
17. Португалія	4,1	4,5	4,5	4,9	4,5	9,8
18. Франція	4,4	4,5	4,5	4,6	4,3	-2,3
19. Чилі	4,2	4,5	4,7	4,6	4,7	11,9
20. Туреччина	4,0	4,1	4,3	4,7	4,6	15,0
21. Швеція	3,8	3,8	3,8	3,7	3,6	-5,3
22. Латвія	3,4	3,5	3,5	3,4	3,8	11,8
23. Румунія	3,5	3,4	3,5	3,5	3,6	2,9
24. Індія	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6	6,7
25. Кенія	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0
26. ОЕСД Європа	6,0	6,1	6,1	6,1	5,9	-1,7

Джерело: [14].

Отже, процес декарбонізації електроенергетики триває швидкими темпами: дві третини електроенергії, виробленої у країнах ЄС у першій половині 2020 року, не містить викидів вуглецю, частка ВДЕ становить 40 % від загального обсягу виробництва, а виробництво електроенергії на основі викопного палива зменшилося на 18 %. В «Енергетичному барометрі» (Power Barometer), розробленому Європейською асоціацією електроенергетики «Eurelectric», визначено, що у країнах ЄС до 2030 року частка ВДЕ досягне більш ніж 60 % (включаючи ГЕС), до 80 % електроенергії буде вироблено без використання викопного палива, а від вугільної генерації відмовиться 21 країна ЄС [15]. Відповідно до меморандуму Європейської асоціації електроенергетики (2017 р.), до 2050 року Європа має стати вуглецево-нейтральною, тобто досягти скорочення викидів парникових газів на 95 %, у порівнянні з базовим рівнем 1990-го [16].

Поряд із країнами ЄС, стати «вуглецево нейтральними», тобто досягти нульового рівня чистих викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу, прагне низка країн. Одним із перших поставив таку мету перед собою Китай. Нині у країні понад 90 % енергії виробляється з вуглеводневих джерел, отже, щорічні викиди вуглекислого газу сягають 10 млрд т, це — 28 % усіх світових викидів [7]. Задоволення зростаючих потреб в енергії, виробленої за допомогою викопного палива, загострює й без того серйозну проблему забруднення повітря в Китаї, де кількість населення сягає 1,4 млрд осіб. Наразі уряд країни поставив за мету збільшити до 2030 року частку сонячної та вітрової енергії в загальному енергобалансі до 30%, а виробництво енергії з ВДЕ — в 11 разів [4]. Згідно з оцінкою аналітиків консалтингової компанії Wood Mackenzie, вартість програми декарбонізації Китаю становитиме близько 5 трлн дол. Нині це

є найбільш амбітним планом відмови від вуглецевих і вуглеводневих джерел енергії у світі, що перевершує за своєю масштабністю навіть «Європейський зелений курс».

Деякі політики, бізнесмени та урядовці мають побоювання, що відмова від вуглеводневих джерел енергії може завдати шкоди світовій економіці та викликати фінансову кризу. Однак аналітики Проєкту Ініціативи кліматичної політики за підтримки Глобальної комісії з економіки та клімату довели, що перехід на виробництво електроенергії з ВДЕ протягом 2020—2040 рр., навпаки, дасть значний фінансовий зиск — адже ВДЕ мають у 6,1 раза менші експлуатаційні витрати (0,9 трлн дол.), у порівнянні з витратами на видобуток і транспортування вугілля і газу (5,5 трлн дол.). Хоча капітальні інвестиції на впровадження ВДЕ вищі в 1,6 раза, амортизація — в 1,2 раза, однак витрати на використання традиційних джерел енергетики протягом 2020—2040 рр. становитимуть 9,9 трлн дол., а перехід на ВДЕ — 8,1 трлн дол., що дасть можливість вивільнити 1,8 трлн дол. для інвестування в економічне зростання. До того ж слід урахувати вплив на збереження навколишнього середовища і здоров'я людей [17].

**Висновки.** Отже, результати дослідження дозволили виявити взаємозв'язок цілей розвитку сфери енергетики щодо забезпечення її доступності, надійності, стійкості та інших цілей у галузі сталого зростання: скорочення масштабів бідності; зниження ризиків для здоров'я; створення стійкої інфраструктури; термінові заходи боротьби зі зміною клімату та його наслідками. Енергія має вирішальне значення для боротьби зі зміною клімату, забезпечення сталого розвитку економіки та підвищення енергетичної безпеки. Проблеми глобального потепління змушують уряди шукати інші варіанти задоволення потреб економіки в енергії. Необхідність досягнення цілей у галузі сталого розвитку потребує спільних дій урядів, громадянського суспільства, дослідників, наукових кіл і бізнесу, що декларує ціль 17 — партнерство в інтересах сталого розвитку.

#### Література

1. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. URL : <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/resolution-adopted-by-the-general> (Date of access: 11.12.2020).
2. Sustainable Development Goals. URL : <https://www.un.org/sustainabledevelopment> (Date of access: 18.11.2020).
3. IEA World Energy Statistics and Balances / International Energy Agency. URL : <https://doi.org/10.1787/data-00513-en> (Date of access: 04.12.2020).
4. Пять мировых лидеров в «зеленой» энергетике. *Интеграция*. 2019. 26 июня. URL : <https://integration-ru.com/sobyitiya-v-mire/sobyitiya/pyat-mirovyykh-liderov-v-zelenoj-energetike> (Дата обращения: 04.12.2020).
5. Министерство энергетики выбирает новые проекты для развития солнечных технологий. *Clean Energo*. 2020. 16 ноября. URL : <https://www.cleanenergo.ru/2020/ministerstvo-energetiki-vybiraet-novye-proekty-dlya-razvitiya-solnechnyh-tehnologij> (Дата обращения: 08.12.2020).
6. Возобновляемая энергия стала дешевле нефти и газа уже в 30 странах. *Коммерсантъ*. 2016. 26 декабря. URL : <https://www.kommersant.ru/doc/3182105> (Дата обращения: 08.12.2020).
7. Икаев С. Прорыв в солнечной энергетике: разработаны панели с КПД 33%. *Хайтек+*. 2020. 26 августа. URL : <https://hightech.plus/2020/08/26/proriv-v-solnechnoi-energetike-razrabotani-paneli-s-kpd-33> (Дата обращения: 14.12.2020).
8. British Standards Institution (BSI). URL : [https://www.tadviser.ru/index.php\\_\(British\\_Standards\\_Institution,\\_BSI\)](https://www.tadviser.ru/index.php_(British_Standards_Institution,_BSI)) (Date of access: 24.11.2020).
9. Eggers W. D., Skowron J. Forces of change: smart cities. *Deloitte Insights*. 2018. URL : <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/smart-city/overview.html> 57 (Date of access: 20.11.2020).
10. Деньги из воздуха: как Китай развивает «зеленую» энергетику / Национальная ассоциация нефтегазового сервиса. 2020. 9 сентября. URL : <https://nangs.org/news/renewables/denygi-iz-vozduha-kak-kitay-razvivaet-zelenuyu-energetiku> (Дата обращения: 13.11.2020).
11. Международные тенденции в области возобновляемых источников энергии. Солнечно-ветровая энергия: больше чем мейнстрим. *Deloitte Insights*. 2018. URL : <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/mezhdunarodnye-tendencii-v-oblasti-vozobnovlyaemyh-istochnikov-ehnergii.pdf> (Дата обращения: 02.11.2020).
12. World Energy Review / International Energy Agency. 2020. URL : [https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2020\\_557a761b-en](https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2020_557a761b-en) (Date of access: 24.10.2020).
13. Устойчивая энергия для всех : официальный сайт. URL : [https://ru.qaz.wiki/wiki/Sustainable\\_Energy\\_for\\_All](https://ru.qaz.wiki/wiki/Sustainable_Energy_for_All) (Дата обращения: 13.11.2020).
14. Air and GHG emissions (indicator). *OECD*. 2020. URL: <https://data.oecd.org/air/air-and-ghg-emissions.htm> (Date of access: 21.11.2020).
15. Сидорович В. Доля ВИЭ в выработке электроэнергии в ЕС достигнет 60% к 2030 году. *RenEn*. 2020. 15 сентября. URL : <https://renen.ru/dolya-vie-v-vyrabotke-elektroenergii-v-es-dostignet-60-k-2030-godu> (Дата обращения: 18.12.2020).

16. Сидорович В. Электроэнергетика Европы может быть полностью декарбонизирована уже к 2045 году. *RenEn*. 2018. 27 ноября. URL : <https://reenen.ru/electric-power-industry-of-europe-can-be-completely-decarbonized-already-by-2045> (Дата обращения: 18.12.2020).
17. Global transition to low carbon energy / Climate Policy Initiative. URL : <https://climatepolicyinitiative.org/interactive/moving-to-a-low-carbon-economy/index.html> (Date of access: 30.01.2021).

Статтю рекомендовано до друку ...

© Карбовська Л. О., Якушик І. Д., Феценко О. Л., Каліна І. І., Козлова А. І.

#### References

1. General Assembly. (2015, September 25). Resolution «Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development». *eea.europa.eu*. Retrieved December 11, 2020 from <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/resolution-adopted-by-the-general>.
2. Sustainable Development Goals. Retrieved December 18, 2020, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment>.
3. IEA World Energy Statistics and Balances. International Energy Agency. <https://doi.org/10.1787/data-00513-en>.
4. Pyat' mirovyh liderov v «zelenoj» energetike [Five world leaders in green energy]. (2019, June 26). *Integraciya — Integration*. Retrieved December 4, 2020, from <https://integration-ru.com/sobyitiya-v-mire/sobyitiya/pyat-mirovyix-liderov-v-zelenoj-energetike> [in Russian].
5. Ministerstvo energetiki vybiraet novye proekty dlya razvitiya solnechnyh tekhnologij [The Ministry of Energy selects new projects for the development of solar technologies]. *Clean Energo*. 2020. November 16. Retrieved December 8, 2020, from <https://www.cleanenergo.ru/2020/ministerstvo-energetiki-vybiraet-novye-proekty-dlya-razvitiya-solnechnyh-tehnologij> [in Russian].
6. Vozobnovlyаемая энергия стала дешевле нефти и газа уже в 30 странах [Renewable energy has become cheaper than oil and gas in 30 countries]. (2016, December 26). *Kommersant*. Retrieved December 8, 2020, from <https://www.kommersant.ru/doc/3182105> [in Russian].
7. Ikaev, S. (2020, August 26). Proryv v solnechnoj energetike: razrabotany paneli s KPD 33% [Breakthrough in solar energy: panels with an efficiency of 33% have been developed]. *Hajtek+ — Hi-tech+*. Retrieved December 14, 2020, from <https://hightech.plus/2020/08/26/proryv-v-solnechnoi-energetike-razrabotani-paneli-s-kpd-33> [in Russian].
8. British Standards Institution (BSI). Retrieved November 24, 2020, from [https://www.tadviser.ru/index.php\\_\(British\\_Standards\\_Institution,\\_BSI\)](https://www.tadviser.ru/index.php_(British_Standards_Institution,_BSI)).
9. Eggers W. D., Skowron J. (2018). Forces of change: smart cities. *Deloitte Insights*. Retrieved November 20, 2020, from <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/smart-city/overview.html> 57.
10. Nacional'naya asociaciya neftegazovogo servisa. (2020, September 9). *Den'gi iz vozduha: kak Kitaj razvivaet «zelenuyu» energetiku [Money out of thin air: how China is developing green energy]*. Retrieved November 13, 2020, from <https://nangs.org/news/renewables/denygi-iz-vozduha-kak-kitaj-razvivaet-zelenuyu-energetiku> [in Russian].
11. Mezhdunarodnye tendencii v oblasti vozobnovlyaemyh istochnikov energii. Solnechno-ветrovaya энергия: bol'she chem mejnstrim [International trends in the field of renewable energy sources. Solar-wind energy: more than mainstream]. (2018). *Deloitte Insights*. Retrieved December 2, 2020, from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/mezhdunarodnye-tendencii-v-oblasti-vozobnovlyaemyh-istochnikov-ehnergii.pdf> [in Russian].
12. International Energy Agency. (2020). *World Energy Review*. Retrieved October 24, 2020, from [https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2020\\_557a761b-en](https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2020_557a761b-en).
13. *Ustojchivaya энергия dlya vsekh: Oficial'nyj sajт [Sustainable energy for everyone: Official site]*. (n. d.). Retrieved December 13, 2020, from [https://ru.qaz.wiki/wiki/Sustainable\\_Energy\\_for\\_All](https://ru.qaz.wiki/wiki/Sustainable_Energy_for_All) [in Russian].
14. Air and GHG emissions (indicator). (2020). *OECD*. Retrieved November 21, 2020, from <https://data.oecd.org/air/air-and-ghg-emissions.htm>.
15. Sidorovich, V. (2020, September 15). Dolya VIE v vyrabotke elektroenergii v ES dostignet 60% k 2030 godu [The share of RES in electricity generation in the EU will reach 60% by 2030]. *RenEn*. Retrieved December 18, 2020, from <https://reenen.ru/dolya-vie-v-vyrabotke-elektroenergii-v-es-dostignet-60-k-2030-godu> [in Russian].
16. Sidorovich, V. (2018, November 27). Elektroenergetika Evropy mozhet byt' polnost'yu dekarbonizirovana uzhe k 2045 godu [Electricity in Europe can be completely decarbonized by 2045]. *RenEn*. Retrieved December 18, 2020, from <https://reenen.ru/electric-power-industry-of-europe-can-be-completely-decarbonized-already-by-2045> [in Russian].
17. Climate Policy Initiative. (n. d.). Global transition to low carbon energy. Retrieved January 30, 2020, from <https://climatepolicyinitiative.org/interactive/moving-to-a-low-carbon-economy/index.html>.

The article is recommended for printing ...

© Karbovska L., Yakushik I., Feshchenko E., Kalina I., Kozlova A.