

УДК 620.92

РОЛЬ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У ГЛОБАЛЬНОМУ СЦЕНАРІЇ ДОСЯГНЕННЯ НУЛЬОВИХ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ДО 2050 РОКУ

Желєзна Т.А., канд. техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Канніст, 2а, Київ, 03057, Україна

<https://doi.org/10.31472/tpe.1.2022.8>

Представлено роль відновлюваних джерел енергії у реалізації глобального сценарію Міжнародного енергетичного агентства по досягненню нульових викидів парникових газів до 2050 р. Розроблено рекомендації для України щодо виконання мети по досягненню кліматичної нейтральності до 2060 р.

Представлена роль возобновляемых источников энергии в реализации глобального сценария Международного энергетического агентства по достижению нулевых выбросов парниковых газов до 2050 г. Разработаны рекомендации для Украины для выполнения цели по достижению климатической нейтральности до 2060 г.

The role of renewable energy sources in the implementation of the global scenario of the International Energy Agency to achieve zero greenhouse gas emissions by 2050 is presented. Recommendations for Ukraine to meet the goal of achieving climate neutrality by 2060 are developed.

Бібл. 13, табл. 2, рис. 2.

Ключові слова: декарбонізація, парникові гази, кліматична нейтральність, відновлювана енергетика, відновлювані джерела енергії, низьковуглецеві палива.

АЕС – атомна електростанція;
ВВП – валовий внутрішній продукт;
ВДЕ – відновлювані джерела енергії;
ВЕС – вітрова електростанція;
ЗППЕ – загальне постачання первинної енергії;
МЕА – Міжнародне енергетичне агентство;
НВВ2 – Оновлений національний визначений внесок України до Паризької Угоди;

ПГ – парникові гази;
СЕС – сонячна електростанція;
ТЕЦ – теплоелектроцентральної
н.е. – нафтовий еквівалент;
у.п. – умовне паливо.

Актуальність роботи обумовлена нагальною необхідністю декарбонізації сектору енергетики, який на сьогодні є одним з найбільших джерел викидів парникових газів у світі. Ефективним заходом в цьому напрямку є широке впровадження відновлюваних джерел енергії. **Метою** роботи є розробка рекомендацій для України щодо виконання поставленої мети по досягненню кліматичної нейтральності до 2060 року. **Методи дослідження** включають вивчення літературних, статистичних та інших даних, аналіз нормативно-правових актів.

Наміри країн світу по досягненню кліматичної нейтральності

Останніми роками все більше країн світу декларують свої наміри щодо повного скорочення викидів парникових газів – на грудень 2021 р. їх кількість досягла вже 136. Повне виконання цих планів відповідає можливості зменшення загальної емісії ПГ у світі на 75% від рівня 2020 р., у тому числі в електроенергетиці – на 60%, в будівлях – на 40%, в промисловості – на 25%,

в секторі транспорту – на 10%. Наразі, лише половину із заявлених намірів закріплено на законодавчому рівні країн і ще менше – підкріплено конкретними стратегіями для забезпечення їх повного втілення [1].

Прикладом послідовного підходу до даного питання є Об'єднане Королівство – одна з перших розвинених країн світу, що у 2019 р. прийняла закон щодо скорочення до нуля викидів ПГ до 2050 р. Для досягнення поставленої мети, у 2020 р. в країні було затверджено «План з десяти пунктів для здійснення «зеленої» революції в промисловості». План включає такі напрями як прискорений розвиток офшорної вітроенергетики (досягнення 40 ГВт встановленої потужності у 2030 р., у тому числі 1 ГВт інноваційних плавучих ВЕС); нарощування виробництва низьковуглецевого водню (до 5 ГВт виробничої потужності у 2030 р.); розвиток сучасної атомної енергетики; перехід на кліматично-нейтральні або «зелені» транспортні засоби (припинення продажу нових бензинових та дизельних автомобілів з 2030р., електрифікація транспорту); «озеленення» будівель

(підвищення енергоефективності, припинення використання котлів на викопних паливах, встановлення теплових насосів – до 600 тис. одиниць на рік до 2028 р.); інвестування в технології уловлювання, використання, зберігання вуглецю та інші відповідні інноваційні заходи; захист навколишнього природного середовища (розширення площі заповідників) [2, 3].

Фінляндія планує досягти кліматичної нейтральності до 2035 р. шляхом реалізації середньострокового кліматичного плану і національної кліматичної та енергетичної стратегії, прийнятих у 2019 р. Велика увага приділяється розвитку ВДЕ, зокрема планується ріст сталого використання тріски з лісової біомаси, а також розширення виробництва біопалив другого покоління. Ісландія і Австрія поставили горизонт повного скорочення викидів парникових газів 2040 р., Німеччина – 2045 р., більшість інших країн світу – 2050 р. за виключенням Китаю, України, Саудівської Аравії, Шрі-Ланки, Нігерії, Бразилії, Бахрейну, Росії (2060 р.) та Індії (2070 р.). Кілька країн (Суринам, Бутан, Бенін, Камбоджа та ін.) вже досягли кліматичної нейтральності, що пов'язане, головним чином, з невисоким рівнем розвитку їх економіки [4, 5].

Основні складові глобального сценарію нульових викидів парникових газів до 2050 року

Міжнародне енергетичне агентство розробило дорожню карту для реалізації сценарію досягнення нульових викидів парникових газів у світі до 2050 року (сценарій NZE – Net-Zero Emissions). Цей сценарій відповідає умові утримання росту глобальної температури в рамках 1,5 °C і може забезпечити це, за оцінкою МЕА, з імовірністю 50% [1]. Аналогічну мету по обмеженню росту середньої температури на поверхні Землі поставлено Європейським «зеленим» курсом (European Green Deal), який являє собою комплексну стратегію і дорожню карту переходу до сталої економіки, чистої енергетики і кліматичної нейтральності Європи до 2050 р. [6, 7].

Основні складові сценарію NZE, розробленого Міжнародним енергетичним агентством [1]:

- скорочення викидів CO₂, пов'язаних з енергетикою та промисловістю, майже на 40% у період 2020-2030 рр. і до нуля – у 2050 р.;
- досягнення половини скорочення емісії парникових газів до 2030 р. за рахунок розвитку енергоефективності, розширення використання енергії вітру та сонця;
- досягнення більш ніж половини скорочення емісії парникових газів у період 2030-2050 рр. за рахунок розвитку електрифікації, використання «зеленого» вод-

ню (до 520 млн т у 2050 р.), технологій уловлювання, утилізації та зберігання вуглецю;

- скорочення емісії метану від використання викопних палив на 75% до 2030 р.;
- забезпечення глобального доступу споживачів до сталої енергії до 2030 р.;
- зменшення ЗППЕ на 7% протягом 2020-2030 рр. із залишенням його приблизно на тому ж рівні до 2050 р.;
- дві третини ЗППЕ у 2050 р. забезпечуються за рахунок енергії вітру, сонця, біомаси, геотермальної та гідроенергії (рис. 1);
- електроенергія складає майже 50% загального споживання енергії у 2050 р., відіграє ключову роль у всіх секторах, робить значний внесок у виробництво низьковуглецевих палив, зокрема, водню;
- виробництво електроенергії у 2050 р. збільшується у понад 2,5 разів порівняно з поточним обсягом;
- майже 90% електроенергії у 2050 р. отримується з ВДЕ (табл. 1), решта – в основному, з атомної енергії;
- сонячні і вітрові електростанції стануть основними виробниками електроенергії у світі до 2030 р. за рахунок чотирикратного росту їх потужності, і забезпечать близько 70% глобального виробництва електроенергії до 2050 р.;
- потужність СЕС зросте у 20 разів до 2050 р. від поточного рівня, потужність ВЕС – в 11 разів;
- використання тільки сучасних біоенергетичних технологій з 2030 р.;
- ріст майже до 100% у 2050 р. частки сировини в біоенергетиці, що не використовується для отримання продуктів харчування і кормів для худоби;
- найменш ефективні вугільні електростанції закриваються до 2030 р.;
- скорочення споживання вугілля на 90% до < 600 млн т у.п./рік до 2050 р., споживання нафти – на 75% до 24 млн барелів на добу, споживання природного газу – на 55% до 1750 млрд м³/рік;
- падіння вартості викопних палив, зокрема сирої нафти, до 35 дол. США/барель у 2030 р. і до 24 дол. США/барель у 2050 р.;
- припинення продажу нових котлів на викопних паливах для опалення будинків і гарячого водопостачання з 2025 р.;
- припинення продажу нових автомобілів з двигунами внутрішнього згорання до 2035 р., повний перехід на електромобілі до 2050 р.;
- збільшення кількості зарядних станцій для електромобілів з поточних близько 1 млн до 40 млн у 2030 р., що вимагає інвестицій обсягом 90 млрд дол. США/рік до 2030 р.;

- вичерпні палива, що залишаються у 2050 р., застосовуються для отримання неенергетичних продуктів (таких як пластик) із матеріалізованим в них вуглецем, використовуються на установках з уловлюванням, утилізацією та зберіганням вуглецю, а також у секторах, де важко впровадити низьковуглецеві технології;

- ріст інвестицій в світову енергетику з поточних 2,3 до 5 трільйонів дол. США/рік до 2030 р., а протягом 2030-2050 рр. у відсотках ВВП – на 1% більше поточного рівня;

- ріст інвестицій в системи передачі та розподілення електроенергії з поточних 260 до 820 млрд дол. США/рік у 2030 р.

Реалізація сценарію нульових викидів парникових газів у світі до 2050 р. потребує суттєвого підвищення рівня міжнародного співробітництва і координації дій всіх країн, причетних до цього процесу. В іншому випадку, за оцінками МЕА, впровадження сценарію NZE може затягнутися до 2090 р., що є неприпустимим з точки зору глобальних наслідків зміни клімату.

Ситуація в Україні

Усвідомлюючи нагальну потребу запобігання зміні клімату, Україна стала однією з перших європейських країн, що ратифікувала Паризьку угоду – відповідний Закон України було прийнято у 2016 р. [8]. Оновлений національно визначений внесок України до Паризької Угоди було схвалено у липні 2021 р. [9]. Поставлено

ціль до 2030 р. скоротити викиди парникових газів на 65% від рівня 1990 р., при цьому серед основних заходів досягнення такого показника у наступні 10 років зазначено розвиток відновлюваних джерел енергії.

Офіційному прийняттю НВВ2 передував його всебічний огляд і аналіз [10]. З 1990 р. загальний обсяг викидів парникових газів в Україні скоротився на третину до близько 350 млн т $\text{CO}_{2\text{-екв.}}$ у 2018 р. (рис. 2). У різні періоди часу це падіння викидів ПГ було викликано різними чинниками, серед яких скорочення виробництва у промисловості та сільському господарстві і, як наслідок, зменшення споживання палива в економіці (з 1990 р. до початку 2000-х рр.); світова економічна криза, скорочення ВВП України (2009 р.); початок бойових дій, тимчасова втрата контролю над певними територіями країни (2014-2015 рр.). Період коливання викидів парникових газів у 2016-2018 рр. на рівні 320-340 млн т $\text{CO}_{2\text{-екв.}}$ характеризується початком активної реалізації політики енергоефективності (програма «Теплі кредити») та поступового приведення тарифів на природний газ, гарячу воду та тепло до своїх ринкових значень, що зробило низку енергоефективних заходів економічно привабливими.

Більше половини загальних викидів парникових газів припадає наразі на сектор енергетики, за яким слідують промисловість і сільське господарство (рис. 2). Прогнозується, що у 2030 р. найбільшим джерелом

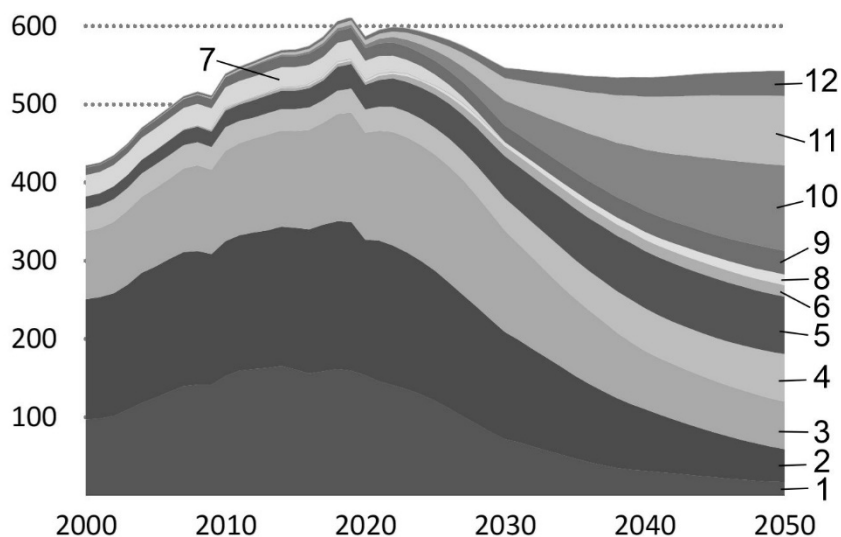


Рис. 1. Структура ЗППЕ у глобальному сценарії нульових викидів парникових газів у 2050 р. [1]:

1 – вугілля; 2 – нафта; 3 – природний газ; 4 – атомна енергія; 5 – сучасні технології використання твердих біопалив; 6 – сучасні технології використання рідких біопалив; 7 – традиційне використання біомаси; 8 – сучасні технології використання газоподібних біопалив; 9 – гідроенергія; 10 – енергія сонця; 11 – енергія вітру; 12 – інші ВДЕ

Табл. 1. Ключові показники відновлюваної енергетики та водневих технологій у глобальному сценарії МЕА нульових викидів парникових газів до 2050 року [1]

Сектор	2020 р.	2030 р.	2050 р.
Виробництво електроенергії			
Частка ВДЕ у виробництві електроенергії	29%	61%	88%
Річний приріст встановленої потужності, ГВт:			
СЕС	134	630	630
ВЕС (у тому числі офшорні ВЕС)	114 (5)	390 (80)	350 (70)
Потужності на ВДЕ для балансування	31	120	90
Споживання енергії			
Частка ВДЕ у кінцевому споживанні енергії	5%	12%	19%
Кількість домогосподарств з даховими СЕС, млн	25	100	240
Частка теплової сонячної та геотермальної енергії в енергоспоживанні будинків	2%	5%	12%
Частка теплової сонячної та геотермальної енергії в кінцевому енергоспоживанні у промисловості	0%	1%	2%
Біоенергетика			
Загальне постачання енергії з біомаси, ЕДж	63	72	102
Частка сировини, що не використовується для отримання продуктів харчування і кормів для худоби	27%	85%	97%
Газоподібні біопалива (у т.ч. біометан), ЕДж	2,1 (0,3)	5,4 (2,3)	13,7 (8,3)
Рідкі біопалива (у т.ч. біопалива II покоління), млн барелів н.е./день	1,6 (0,1)	6,0 (2,7)	7,0 (6,2)
Тверда біомаса (сучасна біоенергетика), ЕДж	32	54	74
Традиційне використання твердої біомаси, ЕДж / кількість людей, що застосовують біомасу для приготування їжі, млн	25/2340	0/0	0/0
Водень	87 (9)	212 (150)	528 (520)
Загальне виробництво палив, отриманих з використанням водню (у т.ч. низьковуглецевий водень), млн т			
Частка низьковуглецевого водню, отримана:			
з використанням викопних палив і технологій уловлювання, утилізації та зберігання вуглецю	95%	46%	38%
з використанням електролізу	5%	54%	62%
Напрями споживання палив, отриманих з використанням водню, млн т:			
виробництво електроенергії	0	52	102
переробка палива	36	25	8
сектор будівель і сільського господарства	0	17	23
транспорт	0	25	207
промисловість	51	93	187

викидів ПГ буде промисловість (29%), а найбільше скорочення викидів ПГ буде досягнуто в енергетичному секторі (на 33% порівняно з 1990 р.) (табл. 2). Згідно оцінок аналітичного огляду НВВ2, для виконання цілі щодо зменшення викидів парникових газів в енергетиці, частка ВДЕ на ТЕЦ має збільшитись з 14% до близько 18% у 2030 р. зі зростанням теплової енергії, виробленої з біопалива, на 30% (до 6 ТВт·год у 2030 р.). Для реалізації НВВ2 основна частка інвестицій у період 2021-2030рр. має бути спрямована на будівництво 15 ГВт нових вітрових, сонячних та біоенергетичних потужностей, а також на збільшення використання біомаси котельнями та ТЕЦ. Загальний обсяг інвестицій у сектор теплової

енергії та електроенергетики до 2030 р. прогнозується у розмірі 26 млрд євро, включаючи 20 млрд євро на розвиток ВДЕ [10].

У березні 2021 р. в Україні було прийнято Національну економічну стратегію на період до 2030 року [11]. Однією з цілей Економічної стратегії зазначено досягнення кліматичної нейтральності не пізніше 2060 р. Для досягнення цієї мети буде реалізовуватися декарбонізація економіки – підвищення енергоефективності, розвиток відновлюваних джерел енергії, розвиток циркулярної економіки та синхронізація із ініціативою «Європейський зелений курс». Серед іншого, заплановано декарбонізацію

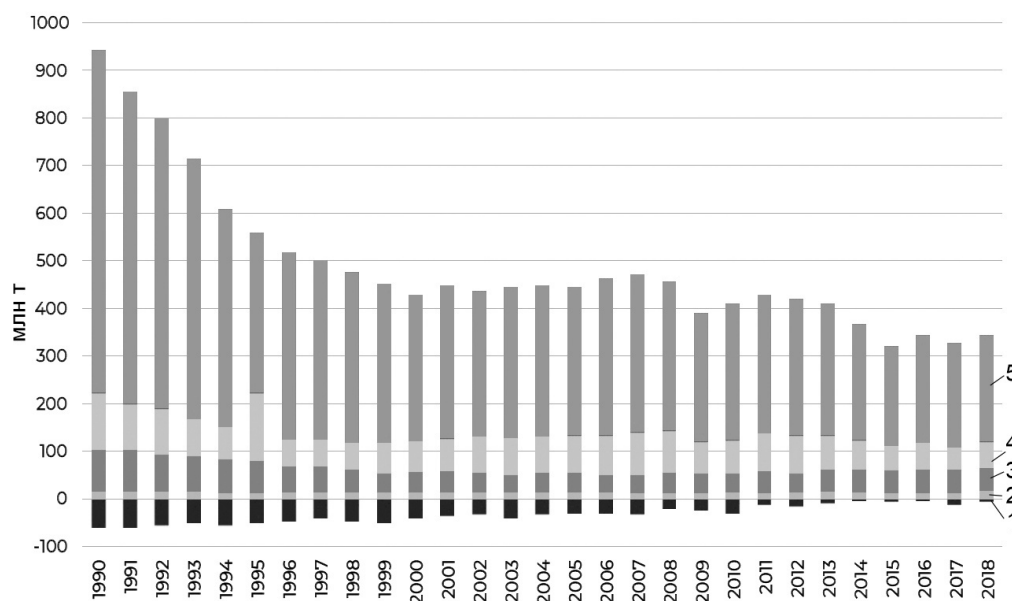


Рис. 2. Загальні викиди парникових газів в Україні у розрізі секторів, млн т $CO_{2-екв}$ [10]:

1 – землекористування, зміни в землекористування та лісове господарство; 2 – відходи; 3 – сільське господарство; 4 – промислові процеси та використання продуктів; 5 – енергетика; (+) – викиди парникових газів; (-) – поглинання парникових газів

Табл. 2. Структура викидів парникових газів та їх скорочення за секторами в Україні у 2030 році [10]

Сектор	Частка викидів парникових газів	Частка скорочення викидів парникових газів порівняно з 1990 р
Промисловість	29%	22%
Енергетика	21%	33%
Постачання енергії	13%	14%
Сільське господарство	13%	7%
Транспорт	12%	11%
Будівлі	8%	13%
Відходи	4%	0%

промисловості, сектору транспорту, скорочення обсягу викидів парникових газів, а також впровадження ефективного регулювання у сфері ресурсозбереження та використання відновлюваних джерел енергії; вдосконалення механізмів підтримки ВДЕ з метою уникнення фінансової кризи на ринку електроенергії та забезпечення конкурентоспроможної ціни на електроенергію для промислових виробників; врегулювання ринкових, регуляторних та технічних можливостей виробництва та експортної передачі водню з ВДЕ та АЕС з гарантованою ціною в Євро та довгостроковими контрактами.

Висновки та рекомендації

Україна рухається у глобальному тренді скорочення викидів парникових газів, декарбонізації економіки та розвитку відновлюваної енергетики. Разом з багатьма іншими країнами світу Україна поставила за мету досягти кліматичної нейтральності, що має бути реалізовано до 2060 р. Цю ініціативу кілька разів зазначено у Національній економічній стратегії на період до 2030 року, у тому числі в контексті місії цієї Стратегії та принципів економічної політики. Стосовно енергетичного сектору, в Економічній стратегії поставлено чотири стратегічних цілі: забезпечення високого рівня енергетичної безпеки та інтеграція України в європейський енергетичний ринок (ціль 1); забезпечення функціонування розумної, модернізованої та надійної енергосистеми, яка повністю задовольняє вимоги та потреби кінцевих споживачів (ціль 2); забезпечення функціонування вільних, ефективних та конкурентних ринків (ціль 3); підвищення енергоефективності економіки та забезпечення екологічності енергетичного сектору (ціль 4). Для кожної цілі визначено шляхи досягнення і представлено перелік необхідних завдань. Рекомендується повне виконання усіх зазначених завдань, що є гарантією ефективної декарбонізації енергетичного сектору і суттєвим внеском у досягнення кліматичної нейтральності до 2060 р.

Необхідність запобігання зміні клімату через скорочення антропогенних викидів і збільшення абсорбції парникових газів та забезпечення поступового переходу держави до низьковуглецевого розвитку зазначено також в Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року (2016 р.) [12]. План заходів щодо виконання Концепції (2017 р.) [13], серед іншого, передбачає затвердження у 2020 р. комплексного Національного плану з енергетики та зміни клімату на 2021-2030 роки, що поки не було зроблено. Рекомендується якомога скоріше затвердити такий план, що відповідає європейським підходам до комплексного погляду на сфери енергетики та клімату.

Також рекомендується в короткий термін затвердити Національний план дій з розвитку відновлюваної енергетики на період до 2030 року, проєкт якого наразі розробляється. Нацпландій має ставити амбітні, але достатньо обґрунтовані та досяжні цілі з розвитку ВДЕ в Україні до 2030 року. Крім того, нагально потребує оновлення Енергетична стратегія України із врахуванням усіх сучасних тенденцій в секторі енергетики та розширенням горизонту її дії до 2050 року.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector.* International Energy Agency, 2021.
https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf
2. *Net Zero Barometer. How are UK businesses managing the transition to net zero?* British Standards Institution, 2021. <https://www.bsigroup.com/globalassets/global/bsol/bsi-net-zero-barometer-report.pdf>
3. *The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution.* HM Government, 2020.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/936567/10_POINT_PLAN_BOOKLET.pdf
4. *Government Report on Medium-term Climate Change Policy Plan for 2030.* Finland's Ministry of the Environment, 2017.
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80769/YMre_21en_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. *Florian Zandt: The Road to Net Zero,* Statista, 2021.
<https://www.statista.com/chart/26053/countries-with-laws-policy-documents-or-timed-pledges-for-carbon-neutrality/>
6. *Marco Siddi. The European Green Deal: Assessing its current state and future implementation.* FIIA Working paper N114, 2020.
https://www.researchgate.net/publication/341701815_The_European_Green_Deal_Assessing_its_current_state_and_future_implementation
7. *Железна Т.А.* Європейський «зелений» курс і нові можливості для розвитку відновлюваної енергетики // *Теплофізика та теплоенергетика.* – 2021, т. 43, № 1, с. 75-81. <https://doi.org/10.31472/tpe.1.2021.9>
8. *Закон України «Про ратифікацію Паризької угоди»* № 1469-VIII від 14.07.2016.
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#Text>

9. *Розпорядження КМУ «Про схвалення Оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди» № 868-р від 30.07.2021.*

<https://www.kmu.gov.ua/npras/pro-shvalennya-onovlenogo-nacionalno-viznachenogo-vnesku-ukrayini-doparizkoyi-t300721>

10. *Аналітичний огляд Оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, липень 2021.* <https://bit.ly/3hOKZzE>

11. *Постанова КМУ «Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року» № 179 від 03.03.2021.* <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#n25>

12. *Розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року» № 932-р від 07.12.2016.*

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2016-%D1%80#n8>

13. *Розпорядження КМУ «Про затвердження плану заходів щодо виконання Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року» № 878-р від 06.12.2017.*

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/878-2017-%D1%80#Text>

ROLE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN IMPLEMENTATION OF THE GLOBAL SCENARIO TO ACHIEVE ZERO GREENHOUSE GAS EMISSIONS BY 2050

Zheliezna T.A.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, vul. Marii Kapnist, 2a, Kyiv, 03057, Ukraine

<https://doi.org/10.31472/ttpe.1.2022.8>

The aim of the work is to develop recommendations for Ukraine to meet the goal of achieving climate neutrality by 2060. The global scenario of net zero greenhouse gas emissions by 2050 developed by the International Energy Agency is presented; the role of renewable energy sources in the implementation of the scenario is considered. According to this scenario, two thirds of the world's total primary energy supply in 2050 will be provided by wind, solar, biomass, geothermal and hydropower. Electricity will account for almost half of the total energy consumption in 2050, play a key role in all sectors, and make a significant contribution to the production of low-carbon fuels, including hydrogen. At the same time, about 90% of electricity in 2050 will come from renewable energy sources. Recommendations have been developed for Ukraine on the development of the use of renewable energy sources and the fulfillment of the goal to achieve climate neutrality by 2060. In particular, it is recommended to approve as soon as possible an Integrated National Energy and Climate Plan for 2021-2030, which is in line with European approaches to an interrelated view of energy and climate. It is also recommended to fully implement the tasks related to the implementation of strategic goals in the energy sector defined in the National Economic Strategy until 2030. Such actions guarantee effective decarbonization of Ukraine's energy sector and make a significant contribution to achieving climate neutrality by 2060.

References 13, table 2, figures 2.

Key words: decarbonization, greenhouse gases, climate neutrality, renewable energy, renewable energy sources, low-carbon fuels.

1. *Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector.* International Energy Agency, 2021.

https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf

2. *Net Zero Barometer.* How are UK businesses managing the transition to net zero? British Standards Institution, 2021. <https://www.bsigroup.com/globalassets/global/bsol/bsi-net-zero-barometer-report.pdf>

3. *The Ten Point Plan* for a Green Industrial Revolution. HM Government, 2020.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/936567/10_POINT_PLAN_BOOKLET.pdf

4. *Government Report* on Medium-term Climate Change Policy Plan for 2030. Finland's Ministry of the Environment, 2017.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80769/YMre_21en_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

5. *Florian Zandt:* The Road to Net Zero, Statista, 2021.

<https://www.statista.com/chart/26053/countries-with-laws-policy-documents-or-timed-pledges-for-carbon-neutrality/>

6. *Marco Siddi.* The European Green Deal: Assessing its current state and future implementation. FIIA Working paper N114, 2020.

https://www.researchgate.net/publication/341701815_The_European_Green_Deal_Assessing_its_current_state_and_future_implementation

7. *Zheliezna T.* Yevropeiskyi «zelenyi» kurs i novi mozhyvosti dlia rozvytku vidnovliuvanoi enerhetyky [European Green Deal and new opportunities for the development of renewable energy]. *Thermophysics and Thermal Power Engineering.* – Vol. 43, No. 1 (2021). – P. 75-81. (Ukr.)

<https://doi.org/10.31472/ttpe.1.2021.9>

8. *Zakon Ukrainy* «Pro ratyfikatsiiu Paryzkoi uhody» (№ 1469-VIII vid 14.07.2016) [Law of Ukraine «On the ratification of the Paris Agreement» No. 1469-VIII of 14.07.2016] (Ukr.)

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#Text>

9. *Rozporiadzhennia KMU* «Pro skhvalennia Onovlenoho natsionalno vyznachenoho vnesku Ukrainy do Paryzkoi uhody» № 868-r vid 30.07.2021 [Executive Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine «On approval of the Updated national contribution of Ukraine to the Paris Agreement» No. 868-p of 30.07.2021] (Ukr.)

<https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-onovlenogo-nacionalno-vyznachenogo-vnesku-ukrayini-doparizkoyi-t300721>

10. *Analitichnyi ohliad* Onovlenoho natsionalno vyznachenoho vnesku Ukrainy do Paryzkoi uhody. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy [Analytical review of the Updated nationally determined contribution of Ukraine to the Paris agreement], July, 2021.

https://mepr.gov.ua/files/images/2021/29042021/Analytical%20Report_%20Project_EN.PDF

11. *Postanova KМУ* «Pro zatverdzhennia Natsionalnoi ekonomichnoi stratehii na period do 2030 roku» № 179 vid 03.03.2021 [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine «On approval of the National Economic Strategy for the period up to 2030» No. 179 of 03.03.2021] (Ukr.)

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#n25>

12. *Rozporiadzhennia KМУ* «Pro skhvalennia Kontseptsii realizatsii derzhavnoi polityky u sferi zminy klimatu na period do 2030 roku» № 932-r vid 07.12.2016 [Executive Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine «On Approval of the Concept of Implementation of the State Policy in the Field of Climate Change for the Period until 2030» No. 932-p of 07.12.2016] (Ukr.).

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2016-%D1%80#n8>

13. *Rozporiadzhennia KМУ* «Pro zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo vykonannia Kontseptsii realizatsii derzhavnoi polityky u sferi zminy klimatu na period do 2030 roku» № 878-r vid 06.12.2017 [Executive Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine «On Approval of the Action Plan of the Concept of Implementation of the State Policy in the Field of Climate Change for the Period until 2030» No. 878-p of 06.12.2017] (Ukr.)

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/878-2017-%D1%80#Text>

Отримано 06.01.2022

Received 06.01.2022