

УДК 620.92, 620.91

Ярослав Гавриленко*, <https://orcid.org/0000-0003-2382-5411>

Володимир Дерій, канд. техн. наук, ст. наук. співр., <https://orcid.org/0000-0002-5689-4897>

Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150,
Україна

*Автор-кореспондент: yasx80@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ПРАВОВИХ ЗАСАД ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕНЕРГЕТИКИ

Анотація. У статті наведені результати аналітичного огляду сучасного стану та тенденцій розвитку зеленої енергетики в трьох провідних світових економіках – США, ЄС, Китаї – та в Україні. Показано, що різко збільшилися темпи зростання відновлюваних джерел в енергетиці країн світу. Їх глобальна встановлена потужність у 2023 р. досягла 3 870 ГВт. Сонячна та вітрова енергетика продовжували бути лідерами, сумарний приріст їх потужностей становив 97,6 %. Встановлено, що ключовими факторами, які сприяють прогресу у впровадженні сонячної та вітрової генерації, є регуляторна політика, фінансова підтримка, технологічні досягнення та зменшення вартості обладнання. Проведений аналітичний огляд показав, що в розвинутих країнах існують різні форми підтримки відновлюваної енергетики, включаючи пільгові тарифи, податкові кредити та законодавство. Така політика створює стабільний і привабливий ринок для виробників відновлюваної енергії, що у свою чергу стимулює розвиток та здешевлення технологій. Після завершення періоду пільгової підтримки подальший розвиток відновлюваних джерел відбувається на конкурентних засадах та за рахунок стимулювання регіональних механізмів. Завдяки удосконаленню технологій генерації і накопичення енергії та здешевленню інвестиційних витрат на них, у багатьох країнах світу відновлювана енергетика досягла паритету в мережі або навіть стала дешевше, ніж традиційні джерела енергії з викопним паливом. Це, у свою чергу, є мотивом поступового скасування пільг для компаній, які використовують ці технології, та плавного їх переходу від «зеленого» тарифу до ринкових умов. Одним із важливих кроків, які зробив ЄС, є перехід до аукціонів і контрактів на різницю цін, що дозволяє виробникам конкурувати за право продавати свою електроенергію за ринковою ціною з додатковою фінансовою підтримкою. В Україні створена нормативно-правова база регулювання функціонування відновлюваних джерел енергії, яка разом із сучасними технологіями генерування та зберігання енергії може забезпечити плавні та гнучкі механізми переходу від «зеленого» тарифу до ринкових умов.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, фінансові стимули, «зелений» тариф, аукціони, контракти на різницю цін, ринкові механізми.

1. Вступ

В даний час у сфері виробництва енергії зафіксовано різке збільшення інтересу до екологічно чистих технологій, спрямованих на зменшення впливу на довкілля, та створення стійкого енергетичного майбутнього.

Відповідно до звіту International Renewable Energy Agency (IRENA), станом на кінець 2023 року, глобальна потужність відновлюваної енергії досягла 3 870 ГВт. На рис. 1 показано відповідні частки потужностей за видом відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Сонячна енергетика займає найбільшу частку у загальному обсязі і досягає 1 419 ГВт, на другому та третьому місцях знаходяться гідро- та

вітрова енергетика, встановлена потужність яких становить 1 268 ГВт та 1 017 ГВт відповідно. У 2023 році потужність ВДЕ зросла на 473 ГВт (+13,9 %). Сонячна енергетика зберігала своє лідерство у зростанні потужностей, збільшившись на 346 ГВт (+32,2 %), на другому місці – енергія вітру з 116 ГВт (+12,9 %).

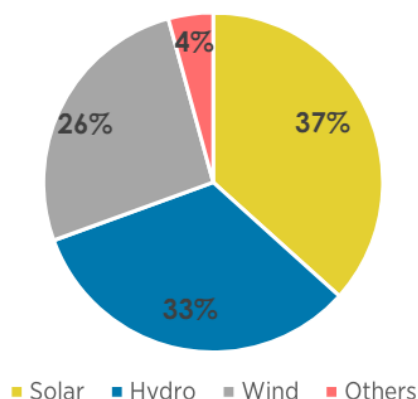


Рисунок 1 – Частка потужності ВДЕ за видом джерела [1]

Потужності відновлюваної гідроенергетики зросли на 7,0 ГВт (+0,6 %), а біоенергетики – на 4,4 ГВт (+3,0 %). Геотермальна енергія зросла лише на 0,2 ГВт. Сонячна та вітрова енергетика продовжували бути лідерами у зростанні потужностей ВДЕ. Сумарний приріст їх потужностей становить 97,6 % від усіх нових, уведених у 2023 р. Це найбільше щорічне абсолютне та відносне зростання генеруючих потужностей ВДЕ порівняно з попередніми роками. Як це показано на рис. 2 [1]. Водночас сонячна та вітрова електростанції через стохастичний режим їх роботи створили низку проблем для об'єднаних енергосистем [2–4]. Над вирішенням цих проблем та проблем енергоефективності [5, 6] працюють науковці світу.

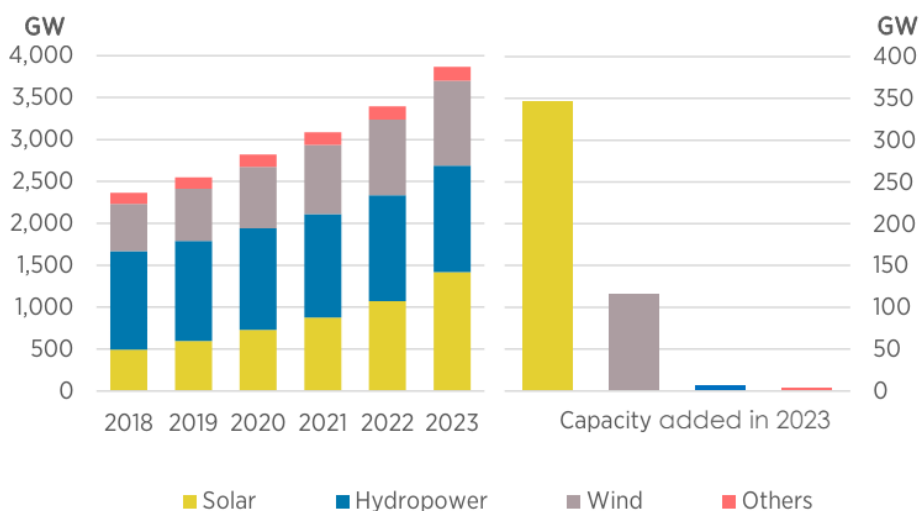


Рисунок 2. Графік зростання потужностей ВДЕ [1]

Великі гравці, такі як Сполучені Штати, Європейський Союз і Китай, диктують основні тенденції у цьому напрямку. Основними драйверами розвитку сонячної та вітрової енергетики в цих країнах були: запровадження «зелених» тарифів, надання податкових пільг для виробників «зеленої» енергії, а також пряме державне фінансування проєктів у цій галузі. Вперше термін «зелений» тариф (Feed-in tariff) як економічний та політичний стимулюючий механізм залучення інвестицій в технології з ВДЕ був застосований США в 1978 р. Широкого розповсюдження він набув після 2005–2015 років у зв'язку із гострою потребою декарбонізації світової енергетики та розвитком і доступністю чистих технологій для ВДЕ [7]. В різних країнах «зелений» тариф є різним за терміном дії та ставкою і регулюється власним законодавством, яке час від часу оновлюється. Найдовші терміни дії «зеленого» в Іспанії (30 років), Великобританії та Швейцарії (25 років), а найкоротші у Бельгії (10 років). Прослідковується деяка закономірність – чим довший термін дії «зеленого», тим менше його ставка. В деяких країнах (наприклад, Франція, Німеччина) ставка «зеленого» тарифу не змінюється протягом терміну його дії, а в інших (наприклад, Бельгія) тарифна ставка кожного року зменшується. Практично у всіх країнах ставка «зеленого» тарифу залежить від встановленої потужності та місця встановлення генеруючої технології [8]. Загалом у світі прослідковуються тенденції поступового переходу від «зеленого» тарифу

до ринкових цін на енергію від відновлюваних джерел. Цьому процесу сприяє удосконалення та здешевлення технологій генерації та зберігання енергії з ВДЕ, а також запровадження ряду гнучких фінансових механізмів.

Так, у Німеччині, яка є лідером альтернативної енергетики в Європі, останнім часом «зелений» тариф зазнав суттєвих змін у зв'язку із поточною ситуацією (військова агресія росії проти України та введення санкцій). Для систем з потужністю до 10 кВт початкові ставки компенсації в січні 2024 року становлять 8,1 цента за кВт·год для часткової подачі в мережу та 12,9 цента за кВт·год для повної подачі. З лютого 2024 року «зелений» тариф кожні пів року знижуватиметься на 1 відсоток [9].

У Китаї на серпень 2021 року пільгові тарифи на сонячну та вітрову енергію переважно відповідали вимогам щодо скасування субсидій та досягнення паритету з тарифами на теплову генерацію. Тому, починаючи з 2022 р., для нових проєктів сонячної та вітрової генерації була припинена державна фінансова підтримка [10].

Важливо зазначити, що в багатьох країнах механізми підтримки підлягають регулярним коригуванням, щоб реагувати на розвиток ринку та стабілізувати постачання енергії з ВДЕ. Тому для подальшого стимулювання розвитку ВДЕ та переходу її до ринкових умов розвинені країни застосовують різні механізми: фінансові стимули (податкові пільги, гранти, субсидії та пільгові тарифи), гарантії позик, встановлення ціни на викиди вуглецю, встановлюють цільові показники щодо впровадження і використання енергії з ВДЕ, спрощують дозвільні процедури на впровадження проєктів ВДЕ, впроваджують програми обізнаності населення країни щодо переваг у використанні ВДЕ. Цьому процесу сприяє удосконалення та здешевлення технологій генерації та зберігання енергії з відновлюваних джерел.

У даній статті розглянуті сучасні підходи формування правових засад щодо функціонування та розвитку «зеленої» енергетики для промислових електричних станцій, оскільки переважно вони впливають на загальний стан енергосистеми країни, її баланс та транспортування електроенергії між регіонами.

Метою статті є визначення механізмів, які регулюють функціонування та розвиток сонячної і вітрової енергетики та забезпечать в Україні поступовий перехід від «зеленого» тарифу до ринкових умов.

2. Методи та матеріали

У США розвиток відновлюваної енергетики стимулювався низкою федеральних законів, серед яких Закон про податкові пільги з виробництва енергії 1992 року. Він запровадив податкові пільги для виробників відновлюваної енергії. Зокрема, він надав податкові кредити для проєктів з вітрової та сонячної енергетики. Розмір кредиту становив 15 % для сонячних проєктів і 10 % для вітрових. Це дозволило залучити приватні інвестиції у «зелену» енергетику [11].

Закон про чисту енергію 2007 року [12]. Закон запровадив гарантії кредитів та податкові пільги для виробників відновлюваної енергії. Також були введені штрафи для компаній, які не дотримуються вимог щодо використання ВДЕ. Це суттєво збільшило обсяги «зеленої» генерації. У 2022 році прийнято Закон США про зниження інфляції, який передбачає інвестиції в чисту енергетику на суму 369 млрд доларів. Таким чином, це сплата податкових пільг для виробників та споживачів чистої енергії [13]. Отже, дані закони мають на меті стимулювати розвиток сонячної та вітрової енергетики в США шляхом надання прямих податкових пільг та інших фінансових стимулів для компаній-виробників. Очікується, що це дозволить в майбутньому наростити потужності ВДЕ, сприятиме зменшенню викидів парникових газів та створить основу для подальшого зростання частки ВДЕ.

Після завершення дій федеральних пільг відновлена генерація продовжує розвиватися завдяки конкурентним цінам та регіональній підтримці. Багато штатів запровадили власні цільові показники щодо частки ВДЕ. Регіональна політика підтримки ВДЕ у Сполучених Штатах відіграє ключову роль у їх розвитку. Більшість ініціатив з виробництва та постачання електроенергії в координації здійснюється на рівні штатів. Місцеві уряди на рівні штату, округи та міста активно розробляють та

впроваджують заходи для підтримки відновлюваної енергетики. Нові сонячні та вітрові електростанції вводяться на умовах ринкового ціноутворення. Проте ці податкові пільги, зелені тарифи та аукціони діють на регіональному рівні [14].

Основними цілями екологічного законодавства є уникнення негативного впливу на природу та довкілля, забезпечення суворого дотримання рекомендацій з природоохоронних заходів у всіх галузях приватного та виробничо-господарського секторів, а також притягнення до відповідальності тих, хто порушує встановлені стандарти охорони навколишнього середовища.

Міністерство енергетики США (DOE) виражає намір знизити вартість сонячної енергії на 60 % протягом наступних 10 років, зменшивши ціни з поточних 4,6 центів за кВт·год до 2 центів за кВт·год до 2030 року, повідомляє Electrek – американський сайт новин і коментарів, який відстежує, аналізує та актуалізує новини про перехід від транспорту, що працює на викопному паливі, до електричного. Для досягнення цієї мети Міністерство енергетики спрямує \$128 млн, що стане каталізатором для залучення значно більших сум приватного фінансування в енергетичні проєкти [15–17].

Перші \$40 млн спрямовані на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи з перовскітних сонячних батарей. 22 проєкти будуть зосереджені на ефективних підходах до виробництва та швидкої комерціалізації елементів нового покоління. Додаткові \$14 млн отримає новий випробувальний центр для незалежної перевірки продуктивності перовскітних пристроїв [15].

Уряд анонсував Perovskite Startup Prize, ініціативу, спрямовану на підтримку новаторських стартапів у галузі використання перовскітів, яка передбачає надання стартапам стартового капіталу у розмірі \$3 млн для розробки перовскітних технологій у приватному секторі. Щодо плівок CdTe, як одного з найбільш перспективних матеріалів для створення економічно вигідних сонячних елементів, National Renewable Energy Laboratory створить консорціум для розробки відповідних сонячних панелей і надасть \$20 млн венчурного фінансування інженерам та розробникам [15].

Головна мета консорціуму – розробка, тестування та впровадження на ринок нових сонячних панелей. Міністерство енергетики також планує виділити \$7 млн на проєкти, спрямовані на збільшення терміну служби кремнієвих фотоелектричних систем з 30 до 50 років, що призведе до зменшення експлуатаційних витрат нових панелей. Решту – \$33 млн – буде інвестовано в різні проєкти у сфері концентрації сонячно-теплової енергії (CSP). На відміну від технологій фотоелектричних панелей, CSP використовує тепло сонячного світла для обертання турбін чи двигунів, що в результаті призводить до вироблення електроенергії. Компанія Sandia National Laboratories планує побудувати центр для тестування компонентів і систем CSP нового покоління [15].

На іншому континенті Європейський Союз протягом багатьох років визначає найвищі темпи прогресу в галузі альтернативної енергетики [18, 19]. Ключову роль у втіленні стратегії енергетичної політики ЄС відіграє Комісія, в складі якої функціонує відділ європейської енергетики – Генеральний директорат транспорту та енергетики. Серед основних інструментів, спрямованих на підвищення ефективності механізму розвитку та використання ВДЕ, знаходиться система компенсації витрат [20]. Це досягається через використання фіксованих тарифів, додаткових платежів, що надходять до цін на електроенергію з використанням відновлюваних джерел, квот, штрафів, пільгового оподаткування та інших інструментів, таких як державні гранти та зелені державні закупівлі [20].

Протягом п'яти років Європейський Союз розробив і прийняв низку стратегічних документів для сприяння розвитку відновлюваної енергетики. Серед них – програма Стратегії ЄС у сфері енергетики і боротьби зі зміною клімату до 2030 року, Енергетична стратегія ЄС 2015 року та Європейський зелений курс 2019 року, спрямований на досягнення кліматичної нейтральності ЄС до 2050 року [18, 21]. У країнах ЄС частка відновлюваних джерел енергії значно зросла з 9,6 % у 2004 році до 19,7 % у 2019 році [19]. Багато країн досягли високих показників використання відновлюваних джерел енергії, зокрема Австрія, Швеція, Данія, Португалія та Латвія. Шотландія у 2020 році досягла 97 % використання відновлюваної енергії та планує стати вуглецево незалежною до 2045 року [22]. Законодавча основа для розвитку ВДЕ в Європейському Союзі базується на директивах Європейської комісії та рішеннях, ухвалених Європейським парламентом та Радою Європи [23, 24]. Ця основа є

результатом стрімкого розвитку екологічної енергетики і включає обов'язкові цілі, які мають бути досягнуті до 2030 року. Оновлена Директива про енергоефективність (ЄС) 2023/1791 [25], яку прийняли Європейський парламент і Рада на початку 2023 року, була оголошена в Офіційному журналі ЄС 20 вересня 2023 року і вступила в силу. Це частина плану ЄС REPowerEU [24], спрямованого на зменшення залежності від імпортованого газу, зокрема з росії. Оновлена директива встановлює нові стандарти щодо енергоефективності та визначає стратегічні напрямки розвитку сонячної та вітрової енергетики, а також стимулює впровадження енергоефективних технологій у всіх секторах економіки. Ця ініціатива спрямована на створення більш стійкого та енергоефективного енергетичного майбутнього для Європейського Союзу. Це вказує на завершення законодавчого процесу, який розпочався з пропозиції Європейської комісії у липні 2021 року в рамках пакета «Fit for 55» [18] і був розширений додатковою пропозицією в рамках плану REPowerEU у травні 2022 року [10]. Нова директива включає заходи для стимулювання енергоефективності, у тому числі впровадження принципу «спочатку енергоефективність» в енергетичній та неенергетичній політиці.

Загалом ЄС досяг значних успіхів у переході свого сектору відновлюваної енергетики на ринкові умови завдяки наступним ключовим факторам. Поступове скасування пільгових «зелених» тарифів, оскільки вартість відновлюваної енергії зменшується та зростає конкуренція на ринку. Перехід до аукціонів і контрактів на різницю цін (contract for difference – CfD), що дозволяє виробникам конкурувати за право продавати свою електроенергію за ринковою ціною з додатковою фінансовою підтримкою, якщо ринкова ціна падає нижче заздалегідь визначеного рівня. Це створює більш конкурентне середовище та зменшує витрати для споживачів. Запровадження системи торгівлі викидами ЄС (European Union Emission Trading Scheme – EU ETS). Цей механізм встановлює ціну на викиди вуглецю, що робить виробництво викопного палива дорожчим і стимулює виробників переходити на більш чисті джерела, такі як відновлювані джерела. Початкова Директива про відновлювані джерела енергії, прийнята у 2009 році, встановлювала, що 20 % валового кінцевого споживання енергії в ЄС і 10 % споживання енергії на транспорті в кожній державі-члену ЄС повинні надходити з ВДЕ до 2020 року [26]. Директива встановлює обов'язкові національні цілі для членів ЄС та вимагає розробити орієнтовні траєкторії для досягнення своїх цілей [26]. У грудні 2018 року в рамках пакета «Чиста енергія для всіх європейців» набула чинності переглянута Директива про відновлювані джерела енергії. Ця директива встановила нову зобов'язуючу ціль щодо відновлюваної енергії для ЄС, що становить щонайменше 32 % від валового кінцевого споживання енергії до 2030 року [26]. Механізм фінансування відновлюваної енергетики ЄС (Renewable Energy Financing Mechanism – RENEWFM). RENEWFM підтримує нові проєкти в галузі відновлюваної енергетики та сприяє більшому використанню відновлюваних джерел енергії в ЄС [27]. Він спрямований на те, щоб допомогти ЄС досягти мети щодо частки відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії до 2030 року шляхом співпраці та економічно ефективним способом [27]. За даними Європейської комісії, інвестиції в енергетику в ЄС повинні досягти 396 мільярдів євро на рік з 2021 по 2030 рік і 520–575 мільярдів євро на рік у наступні десятиліття до 2050 року [28]. Існують спеціальні інструменти для підтримки соціально справедливого енергетичного переходу, зокрема Фонд справедливого переходу та Фонд соціального клімату [28]. У 2023 році законодавці підвищили ціль ЄС щодо відновлюваної енергетики на 2030 рік до 42,5 %, з метою досягнення 45 % [26]. Перехід до відновлюваної енергетики в ЄС є складним процесом, який включає технологічні аспекти, енергетичну безпеку, енергетичну незалежність та доступність [28]. Це частина ширшого «зеленого» переходу, який ЄС визначає як перехід економіки та суспільства до досягнення кліматичних та екологічних цілей відповідно до Європейської зеленої угоди [28].

Китай визнається як один із лідерів у розробці та впровадженні «зелених» технологій. У 2020 році президент Китаю Сі Цзіньпін встановив амбіційну мету стати вуглецево нейтральною країною до 2060 року. Для досягнення цієї мети Китай планує залучити значні інвестиції в розробку та виробництво ВДЕ [29]. Китай зобов'язав регіональні компанії з розподілу купувати «зелену» електроенергію в обсязі не менше 40 % від загального обсягу, повідомляє Reuters, посилаючись на

урядовий документ [30]. У 2020 році частка зеленої енергії, яку купують компанії, становила 28,2 %, і до 2030 року вона має досягти 40 %. Плани були розроблені Національною енергетичною адміністрацією Китаю. Звіт екологічних організацій вказує на те, що Китай планує ввести в експлуатацію втричі більше потужностей на вугільних електростанціях, ніж інші країни світу, що є спробою відновлення економіки після кризи, спричиненої пандемією, повідомляють аналітики [30]. В кінці минулого року Сі Цзіньпін наголосив, що частка «зеленої» енергії в енергетичному міксі Китаю повинна зрости до 25 % до 2030 року, збільшивши потужність сонячних та вітрових ферм на 1,2 тераватт до 2030 року [30]. Плани китайської адміністрації зараз акцентують увагу на розвитку вітрової та сонячної енергетики, менше уваги приділяється гідроелектростанціям, повідомляє Reuters. Згідно з документом загальне споживання енергії в Китаї до 2030 року має досягти 11 трильйонів кіловат-годин на рік, а первинне споживання енергії перевищить 6 мільярдів тон еквіваленту нафти [30]. У разі успішної реалізації зазначених планів у Китаї, зростання використання вітрової та сонячної енергії може стати ключовим етапом у досягненні вуглецевої нейтральності країни до 2060 року. Проте важливо забезпечити ефективне впровадження та координацію цих планів для забезпечення сталого розвитку та збереження довкілля [29].

Таким чином, «зелена» енергетика стала ключовим компонентом стратегій сталого розвитку країн у всьому світі. США, Європейський Союз та Китай активно сприяють розвитку цього сектору через прийняття нових законів, створення фінансових стимулів та активну участь у міжнародних ініціативах [20]. Загалом ринкові умови для відновлюваної енергетики в розвинених країнах є сприятливими для подальшого зростання. Технологічний прогрес, державна підтримка та тиск громадськості на підтримку екологічно чистих енергетичних рішень сприяють переходу до більш сталого енергетичного майбутнього. Отже, у США, ЄС та Китаї створюють світові тенденції до збільшення частки відновлюваних енергоносіїв. Ключову роль у цій справі відіграє державна політика, спрямована на декарбонізацію та підвищення енергобезпеки. Проте після періоду завершення пільгового стимулювання подальший розвиток здійснюється за рахунок ринкових механізмів.

Україна невпинно рухається шляхом декарбонізації та енергетичного переходу, керуючись як власними стратегічними пріоритетами, так і загальноєвропейськими тенденціями та зобов'язаннями в рамках Європейського Зеленого Курсу [21]. Умови підтримки інвестиційних проєктів з впровадження генерації на ВДЕ в Україні були створені завдяки стимулюванню на законодавчому рівні відповідно до Закону України від 25 вересня 2008 р. № 601-VI з використанням механізму «зелених» тарифів, який в європейській практиці носить назву *feed-in tariff*. Запровадженню цього механізму підтримки сприяли євроінтеграційні процеси та зобов'язання України як сторони Договору про заснування Енергетичного співтовариства. Розвиток «зеленої» енергетики визначався через цілі щодо збільшення частки генерації з ВДЕ, ухвалені в стратегічних документах національного рівня й галузевих планах [31]. Їх застосовують до об'єктів без обмежень потужності, які виробляють електроенергію з енергії сонця, вітру, біомаси, біогазу, геотермальної енергії, а також об'єктів гідроенергетики потужністю до 10 МВт.

Фактичні розміри «зелених» тарифів та умови їх застосування були визначені Законом України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії» від 1 квітня 2009 року №1220-VI [32]. «Зелений» тариф встановлює Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), за формулою, наведеною у статті 9-1 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» [33]. Мінімальний розмір «зеленого» тарифу зафіксовано на рівні роздрібного тарифу для споживачів другого класу напруги на січень 2009 року 58,46 коп/кВт·год, перерахованого у євро за офіційним на той час курсом Національного банку України (НБУ) (приблизно 5,385 євроцентів/кВт·год). Фактичний «зелений» тариф встановлюється залежно від типу ВДЕ та дати введення в експлуатацію електростанції. Він визначається шляхом множення мінімального розміру «зеленого» тарифу на коефіцієнт «зеленого» тарифу, який залежить від типу та потужності генерації на ВДЕ та періоду його призначення. Додатково може встановлюватися надбавка до тарифу на рівні 5 %, 10 % або 20 % у разі, якщо виробник підтвердить наявність окремого обладнання українського походження у складі об'єкта

генерації на ВДЕ відповідно до порядку, встановленого Постановою НКРЕКП від 10.12.2015 р. № 2932 [34]. В Україні встановлено «зелений» тариф для виробників ВДЕ, за яким передбачено ціну за 1кВт/год в євро, але виплата здійснюється в гривнях за офіційним курсом Національного банку. Згідно з законодавством нові виробники з ВДЕ можуть отримувати «зелений» тариф без участі в аукціонах, але ті, хто уклали договори до 31 грудня 2019 року, мають право на нього до певного часу. Держава гарантує стабільність тарифу до 2029 року та відшкодовує вартість невідпущеної енергії у випадку диспетчерських команд на зменшення навантаження. Продаж електроенергії за «зеленим» тарифом відбувається через спеціально утворений орган – Державне підприємство «Гарантований покупець» (Гарпок), що входить до складу балансувальної групи гарантованого покупця. Виробники зобов'язані продавати енергію виключно цьому підприємству до 2030 року для продажу електроенергії за «зеленим» тарифом. Для забезпечення продажу енергії за «зеленим» тарифом виробники мають дотримуватися певних умов, включаючи участь у ринку електроенергії та укладення двосторонніх договорів з «Гарантованим покупцем».

Законом від 25 квітня 2019 року № 2712-VIII «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії» [25] було запроваджено новий вид стимулювання виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії за рахунок аукціонного розподілу квоти підтримки. Закон передбачає обов'язкову участь в аукціонах для виробників з енергії вітру зі встановленою потужністю установок понад 5 МВт, а енергії сонця – понад 1 МВт. Виробники електроенергії з інших видів ВДЕ можуть брати участь в аукціонах на добровільних засадах. Після завершення будівництва і введення в експлуатацію об'єкта ВДЕ інвестор отримує гарантований державою викуп електроенергії, що генерується таким об'єктом, за аукціонною ціною на 20 років вперед з прив'язкою до євро.

Порядок проведення аукціонів із розподілу квоти підтримки затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2019 р. № 1175 з подальшим удосконаленням відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 2 серпня 2022 р. № 889 [36]. Старт аукціонів мав розпочатися з 1 липня 2019 р. і у подальшому відбуватися згідно з графіком проведення аукціонів на відповідний рік до 31 грудня 2029 року. Однак станом на грудень 2023 року жодного аукціону з розподілу річних квот не було проведено. Учасники ринку пояснювали це невизначеністю держави із квотами на будівництво того чи іншого виду ВДЕ-генерації [37].

У 2022 році відбулися важливі законодавчі зміни, спрямовані на інтеграцію ВДЕ в ринок електроенергії та гармонізацію з європейськими нормами [33]. Зокрема, Законом України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України» від 4 листопада 2022 року № 2755-IX було запроваджено: конкурсний механізм ринкової премії (feed-in premium), який дозволяє виробникам електроенергії з ВДЕ продавати її за ринковими цінами з додатковою премією як формою державної підтримки; розширення можливостей укладання прямих двосторонніх договорів купівлі-продажу електроенергії між виробниками з ВДЕ та кінцевими споживачами. Очікується, що ці заходи сприятимуть подальшому нарощуванню частки відновлюваних джерел, яка у 2021 році становила 11,4 млрд кВт·год, або близько 8 % від загального виробництва електроенергії в 142 млрд кВт·год. За даними «НЕК Укренерго», на початок 2022 року встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики в Україні сягнула 9656 МВт, зокрема сонячних електростанцій – 7586 МВт, вітрових – 1673 МВт. Ці зміни мають на меті поступову інтеграцію «зеленої» генерації до ринку електроенергії та перехід від фіксованого «зеленого» тарифу до більш гнучких схем підтримки на основі ринкових механізмів.

10 лютого 2023 року Кабінет Міністрів України схвалив законопроект «Про гарантії походження електричної енергії», який імплементує в національне законодавство положення Директиви ЄС 2018/2001 про гарантії походження [38]. Цей закон визначає правові та організаційні засади системи гарантій походження електричної енергії з відновлюваних джерел і має пришвидшити запровадження експорту «зеленої» електроенергії з України до ЄС. Останнім кроком на шляху гармонізації з європейськими нормами стало впровадження системи гарантій походження електроенергії з

відновлюваних джерел. Ці електронні документи засвідчуватимуть екологічну цінність «зеленої» електрики та відкриють шлях для її експорту. Для повноцінного запуску системи гарантій наразі розробляються необхідні підзаконні акти та реєстр. Загалом запровадження дієвої системи гарантій походження електроенергії з ВДЕ має стати суттєвим поштовхом для розвитку відновлюваної енергетики в Україні.

24 липня 2023 року президент України підписав Закон України № 3220-IX, спрямований на поліпшення умов підтримки виробників електроенергії з ВДЕ. Цей закон оновлює регулювання «зелених» аукціонів, гарантій походження електроенергії та контрактів на різницю, а також впроваджує нові інструменти підтримки, такі як механізм ринкової премії та механізм самовиробництва. Згідно з новим Законом підтримка виробників електроенергії з ВДЕ, які стали переможцями аукціону, здійснюватиметься через укладення договору між Гарпоком та переможцем на придбання послуги за механізмом ринкової премії. Раніше вони отримували підтримку шляхом викупу всього виробленого обсягу електроенергії за аукціонною ціною. Також Закон скорочує строк введення в експлуатацію сонячних енергетичних об'єктів від 2 років до 18 місяців з моменту укладення договору за механізмом ринкової премії. Для інших об'єктів ВДЕ термін залишається незмінним – 36 місяців. Крім того, строк підтримки переможців аукціонів скорочено з 20 до 12 років.

Механізм ринкової премії (Feed-in-Premium, FiP) – це новий спосіб підтримки виробників електроенергії з відновлюваних джерел, які встановили «зелений» тариф або перемогли на аукціоні. Цей механізм передбачає, що Гарпок компенсує виробникам різницю між «зеленим» тарифом або аукціонною ціною (з урахуванням підвищення за використання українського обладнання) та реальною ціною. Якщо реальна ціна перевищує аукціонну з урахуванням підвищення, виробник ВДЕ має сплатити Гарпоку різницю за механізмом ринкової премії. Виробники з «зеленим» тарифом цього зобов'язання не мають. Для отримання підтримки від FiP виробники ВДЕ мають укласти відповідний договір з Гарпоком, типова форма якого буде затверджена НКРЕКП. Також вони повинні вийти з балансуєчої групи Гарпока. Підтримка за FiP буде надаватися виробникам ВДЕ протягом строку дії «зеленого» тарифу або строку підтримки, отриманого на аукціоні, який не може перевищувати 12 років.

Закон також впроваджує механізм самовиробництва та нових учасників ринку електроенергії – «активних споживачів». Це включає споживачів, які продають надлишки виробленої ними «зеленої» електроенергії, яку не використовують для власних потреб. Якщо активний споживач витрачає більше електроенергії, ніж відпускає у мережу, він зобов'язаний компенсувати різницю між вартістю витраченої та відпущеної електроенергії постачальнику. У разі, якщо вартість відпущеної електроенергії перевищує вартість витраченої, постачальник компенсує різницю на користь активного споживача у наступному місяці [39].

15 квітня 2022 року президент України підписав Закон про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку систем накопичення енергії. Розроблений документ враховує основні принципи правового регулювання систем зберігання енергії в країнах ЄС. Його прийняття сприяє використанню цих систем, збалансує роботу енергосистеми та сприятиме синхронізації української енергосистеми з європейською ENTSO-E, що підвищить стабільність електропостачання для споживачів. Згідно з прийнятим законом передбачено створення нового учасника ринку електроенергії – оператора установки зберігання енергії, з уточненням його прав та обов'язків, відповідно до директив ЄС. Також регулюється питання ліцензування такої діяльності, можливість використання систем зберігання енергії споживачами та виробниками, зокрема з відновлюваних джерел енергії. Оператор установки зберігання енергії має право надавати послуги з балансування та допоміжні послуги, але забороняється здійснення такої діяльності оператором системи передачі або оператором системи розподілу; водночас визначаються виключні умови, за яких вони можуть використовувати установки зберігання енергії. Запроваджуються пільгові умови з оплати тарифу на передачу та диспетчеризацію для стимулювання розвитку технологій зберігання енергії та приваблення інвестицій [40].

3. Результати

Проведені дослідження показали, що ринкові умови для відновлюваної енергетики в розвинених країнах наразі досить позитивні, що зумовлено кількома факторами, представленими в табл. 1.

Таблиця 1. Стимулюючі фактори для розвитку ринкових умов ВДЕ

Стимулюючий фактор	Вплив на розвиток ринкових умов для ВДЕ
Підвищення конкурентоспроможності	витрати на технології відновлюваної енергії, такі як сонячна та вітер, різко впали за останнє десятиліття. У багатьох регіонах вони зараз досягають паритету в мережі або навіть стають дешевшими, ніж традиційні джерела викопного палива
Державна підтримка	багато розвинутих країн пропонують різні форми підтримки відновлюваної енергетики, включаючи пільгові тарифи, податкові кредити та стандарти портфеля відновлюваної енергії. Ця політика створює стабільний і привабливий ринок для виробників відновлюваної енергії
Занепокоєння щодо зміни клімату	зростаюча громадська та політична обізнаність про зміну клімату спонукає до потужних рішень щодо екологічно чистої енергії. Розвинені країни встановлюють амбітні цілі щодо відновлюваної енергії та впроваджують політику для їх досягнення
Енергетична безпека	нещодавня глобальна енергетична криза підкреслила важливість диверсифікації джерел енергії та зменшення залежності від імпорту викопного палива. Відновлювані джерела енергії пропонують безпечне та домашнє джерело енергії для розвинених країн
Технологічний прогрес	постійні інновації покращують ефективність і доступність технологій відновлюваної енергії. Це продовжує знижувати витрати та робити їх ще більш конкурентоспроможними
Зберігання енергії	накопичувачі енергії стають доступнішими та ефективнішими, що допомагає вирішити проблему мінливості деяких відновлюваних джерел енергії, як-от сонця та вітру. Це вкрай важливо для більш широкого впровадження
Інвестиції розвинених країн	значні суми в технології розумних електромереж, щоб вирішити цю проблему інтеграції ВДЕ в мережу

4. Висновки

1. Проведений аналітичний огляд показав, що в багатьох розвинених країнах існують різні форми підтримки відновлюваної енергетики, включаючи пільгові тарифи, податкові кредити та законодавство. Ця політика створює стабільний і привабливий ринок для виробників відновлюваної енергії, що у свою чергу стимулює розвиток технологій генерації з використанням відновлюваних джерел. Після завершення періоду пільгової підтримки подальший розвиток відновлюваних джерел відбувається на конкурентних засадах та за рахунок стимулювання регіональних механізмів.

2. Завдяки удосконаленню технологій генерації і накопичення енергії та здешевлення інвестиційних витрат на них, у багатьох країнах світу відновлювана енергетика досягла паритету в мережі або навіть стала дешевше, ніж традиційні джерела з викопним паливом. Що, у свою чергу, є мотивом поступового скасування пільг для компаній, які використовують ці технології, та плавного їх переходу від «зеленого» тарифу до ринкових умов.

3. Одним із важливих кроків, які зробив ЄС, є перехід до аукціонів і контрактів на різницю цін (contract for difference – CfD). Що дозволяє виробникам конкурувати за право продавати свою електроенергію за ринковою ціною з додатковою фінансовою підтримкою, якщо ринкова ціна падає нижче заздалегідь визначеного рівня. Це створює більш конкурентне середовище та зменшує витрати для споживачів.

4. В Україні створена нормативно-правова база регулювання функціонування відновлюваних джерел енергії, яка разом із сучасними технологіями генерування та зберігання енергії може забезпечити плавні та гнучкі механізми переходу від «зеленого» тарифу до ринкових умов.

Внесок авторів. Концептуалізація, методи та висновки – В. Дерій; методологія, аналіз та систематизація інформації щодо формування правових засад функціонування «зеленої» енергетики – Я. Гавриленко; формування результатів та висновків до статті – Я. Гавриленко, В. Дерій.

Фінансування роботи. Стаття підготовлена в рамках виконання науково-дослідної роботи «Підвищення ефективності та безпеки функціонування Об'єднаної енергетичної системи шляхом електрифікації теплопостачання в Україні» (КПКВК 6541230, 0123U100983) за фінансування НАН України.

Посилання

1. Renewable capacity highlights. *IRENA*. 2024, March 27. URL: https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Mar/IRENA_RE_Capacity_Highlights_2024.pdf?rev=7692ae29458142dd8563618f496e0abb&hash=2EF08FE142186335E6EB9A69696C30AA (дата звернення: 19.06.2024).
2. Babak V.P., Kulyk M.M. Increasing the Efficiency and Security of Integrated Power System Operation Through Heat Supply Electrification in Ukraine. *Science and Innovation*. 2023. Vol. 19. No. 5. P. 100—116. <https://doi.org/10.15407/scine19.05.100>
3. Kulyk M., Nechaieva T., Zgurovets O., Shulzhenko S., Maistrenko N. Comparative Analysis of Energy-Economic Indicators of Renewable Technologies in Market Conditions and Fixed Pricing on the Example of the Power System of Ukraine. *Systems, Decision and Control in Energy IV. Studies in Systems, Decision and Control*. 2023. Vol. 454. P. 433—449. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5_26
4. Дерій В.О. Комплекси електричних теплогенераторів для керування потужністю регіональних енергосистем. *Проблеми загальної енергетики*. 2019. Вип. 3(58). С. 17—23. <https://doi.org/10.15407/pge2019.03.017>
5. Нікітін Є.Є., Євтухова Т.О., Новосельцев О.В., Комков І.С. Регіональні програми енергоефективності. Поточний стан та перспективи розвитку. *Енерготехнології та ресурсозбереження*. 2024. Вип. 78(1). С. 34—47. <https://doi.org/10.33070/etars.1.2024.03>
6. Stanytsina V., Artemchuk V., Bogoslavskaya O., Ridei N., Zinovieva I. The influence of environmental tax rates on the Levelized cost of heat on the example of organic and biofuels boilers in Ukraine. *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 280. 09012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128009012>
7. Зелений тариф. *Вікіпедія — вільна енциклопедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84 (дата звернення: 19.05.2024).
8. Зелений тариф в світі: вартість продажу електроенергії по країнах. *Сайт компанії «Генерація»*. 03.01.2020. URL: <https://generacia.energy/interesnoe-uk/ua-zt-mir-03012020/> (дата звернення: 19.05.2024).
9. Photovoltaic feed-in tariff 2024: Current rates and changes at a glance. *ENLAPA*. 2024, February 9. URL: https://www.enlapa.de/blog/Einspeiseverg%C3%BCtung_2024_f%C3%BCr_PV-Anlagen (дата звернення: 19.05.2024).
10. Song X., Huang Y., Zhang Y., Zhang W., Ge Z. An Appraisal on China's Feed-In Tariff Policies for PV and Wind Power: Implementation Effects and Optimization. *Sustainability*. 2023. Vol. 15(6). 5137. <https://doi.org/10.3390/su15065137>
11. Congress.GOV. H.R.776 – Energy Policy Act of 1992. URL: <https://www.congress.gov/bill/102nd-congress/house-bill/776> (дата звернення: 19.05.2024).
12. H.R.6 – Energy Independence and Security Act of 2007. *Congress.GOV*. URL: <https://www.congress.gov/bill/110th-congress/house-bill/6> (дата звернення: 19.05.2024).
13. Резнікова Н., Панченко В. Репортажі із цивілізаційних фронтів. На передовій міжнародної економічної політики. Київ: Аграр Медіа Груп, 2023. 234 с. URL: https://www.iir.edu.ua/sites/default/files/2023-09/Monograf_reportagi_05092023_NEW.pdf (дата звернення: 19.05.2024).
14. Підтримка виробництва «зеленої» електроенергії – досвід США. *ДП Гарантований покупець*. 11.06.2020. URL: https://www.gree.com.ua/news_item/351 (дата звернення: 19.05.2024).
15. У США протягом 10 років знизять вартість сонячної енергії до 2 центів за кВт-год. *УКРАЇНСЬКА ЕНЕРГЕТИКА*. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/u-ssha-protiahom-10-rokiv-znyziat-vartist-soniachnoi-enerhii-do-2-tsentsiv-za-kvt-hod> (дата звернення: 19.06.2024).
16. Bhambhani A. US Department Of Energy's New Target For 2030: Cut Cost Of Solar Energy By 60%; Commits \$128 Million To Encourage Deployments. *TAIYANGNEWS*. 2021, March 26. URL: [https://taiyangnews.info/us-aims-to-cut-solar-energy-costs-by-60-by-2030/#:~:text=US%20Department%20of%20Energy's%20New,%24128%20Million%20To%20Encourage%20Deployments&text=The%20US%20Department%20of%20Energy%20\(DOE\)%20will%20target%20to%20cut,over%20the%20next%2010%20years](https://taiyangnews.info/us-aims-to-cut-solar-energy-costs-by-60-by-2030/#:~:text=US%20Department%20of%20Energy's%20New,%24128%20Million%20To%20Encourage%20Deployments&text=The%20US%20Department%20of%20Energy%20(DOE)%20will%20target%20to%20cut,over%20the%20next%2010%20years) (дата звернення: 19.05.2024).
17. Lewis M. US says it will cut the cost of solar by 60% in a decade. *Electrek*. 2021, March 26. URL: <https://electrek.co/2021/03/26/us-cut-cost-solar-by-60-percent-decade/> (дата звернення: 19.05.2024).

18. On the path to a climate-neutral Europe by 2050. *European Commission – An official website of the European Union*. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en (дата звернення: 19.05.2024).
19. What is the share of renewable energy in the EU? *Eurostat – Statistic Explained*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy_2021/bloc-4c.html?lang=en#:~:text=The%20share%20of%20renewable%20energy%20in%20energy%20consumption%20increased%20continuously,target%20is%2032%20%25%20by%202030 (дата звернення: 19.05.2024).
20. Фінансування «зеленої» енергетики: досвід США та ЄС. *Разумков центр*. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/finansuvannia-zelenoi-energetyky-dosvid-ssha-ta-ies> (дата звернення: 12.02.2024).
21. Європейський Зелений Курс. *ЕкоДія*. URL: <https://ecoaction.org.ua/ievropejskyj-zelenyj-kurs.html> (дата звернення: 19.05.2024).
22. Шотландія отримала 97,4 % електроенергії з відновлюваних джерел. *BUILD PORTAL: Головний будівельний портал України*. 2021. URL: <https://budport.com.ua/news/20676-shotlandiya-otrimala-974-elektroenergij-z-vidnovlyuvanih-dzherel> (дата звернення: 19.05.2024).
23. Директива Європейського парламенту і ради (ЄС) 2018/2001 від 11 грудня 2018 року про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел. *Урядовий портал*. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-evropeyskogo-parlamentu-i-radi-es-2018-2001.pdf> (дата звернення: 19.05.2024).
24. REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition. *European Commission – An official website of the European Union*. 2022, May 18. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_3131 (дата звернення: 19.05.2024).
25. Директива з енергоефективності (ЄС) 2023/1791 набула чинності. *Асоціація «Енергоефективні міста України»*. URL: <https://enefcities.org.ua/novyny/dyrektyva-z-energoefektyvnosti-yes-2023-1791-nabula-chynnosti/> (дата звернення: 19.05.2024).
26. Ciucci M. Renewable energy. *European Parliament*. 2024. URL: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/70/renewable-energy> (дата звернення: 19.05.2024).
27. EU Renewable Energy Financing Mechanism. *European Commission – An official website of the European Union*. URL: https://cinea.ec.europa.eu/programmes/eu-renewable-energy-financing-mechanism_en (дата звернення: 19.05.2024).
28. Widuto A. Energy transition in the EU. *European Parliament*. 2023. URL: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/754623/EPRS_BRI%282023%29754623_EN.pdf (дата звернення: 19.05.2024).
29. McGrath M. Climate change: China aims for “carbon neutrality by 2060”. *BBC*. 2020, September 23. URL: <https://www.bbc.com/news/science-environment-54256826> (дата звернення: 19.05.2024).
30. Xu M., Stanway D. China plans to raise minimum renewable power purchase to 40% by 2030: government document. *REUTERS*. 2021. URL: <https://www.reuters.com/article/us-china-climatechange-renewables/china-plans-to-raise-minimum-renewable-power-purchase-to-40-by-2030-government-document-idUSKBN2AA0BA/> (дата звернення: 19.05.2024).
31. Ринок електроенергії з ВДЕ: що заважає та як цьому зарадити. *УКРАЇНЬСЬКА ЕНЕРГЕТИКА*. 2023. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/rynok-elektroenerhii-z-vde-shcho-zavazhaie-ta-iaak-tsomu-zaradyty> (дата звернення: 19.05.2024).
32. Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії: Закон України від 01.04.2009 р. № 1220-VI. Дата оновлення: 16.07.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1220-17> (дата звернення: 19.05.2024).
33. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 25.09.2008 р. № 601-VI. Дата оновлення: 16.07.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення: 19.05.2024).
34. Про затвердження Порядку визначення рівня використання обладнання українського виробництва на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексів), що виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями), та встановлення відповідної надбавки до «зеленого» тарифу або аукціонної ціни: Постанова від 10.12.2015 р. № 2932. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0119-16#Text> (дата звернення: 19.05.2024).
35. Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії: Закон України від 25.04.2019 р. № 2712-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2712-19#Text> (дата звернення: 19.05.2024).
36. Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України: Постанова КМУ від 02.08.2022 р. № 889. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/889-2022-%D0%BF> (дата звернення: 19.05.2024).
37. Кабмін затвердив графік проведення «зелених» аукціонів на 2023 рік та квоти на 4 роки – Міненерго. *Енергореформа*. 02.08.2022. URL: <http://reform.energy/news/kabmin-zatverdiv-grafik-provedennya-zelenikh-auktsioniv-na-2023-rik-ta-kvoti-na-4-roki-minenergo-20566> (дата звернення: 19.05.2024).

38. НКРЕКП підтримує схвалення Урядом законопроекту щодо запровадження гарантій походження електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії. *НКРЕКП*. URL: <https://www.nerc.gov.ua/news/nkrekp-pidtrimuye-shvalennya-uryadom-zakonoprojektu-shchodo-zaprovadzhennya-garantij-pohodzhennya-elektroenergiyi-viroblenoyi-z-vidnovlyuvalnih-dzherel-energiyi> (дата звернення: 19.05.2024).
39. Нові правила на ринку «зеленої» енергетики в Україні. *Liga Zakon*. 07.09.2023. URL: https://biz.ligazakon.net/news/221423_nov-pravila-na-rinku-zeleno-energetiki-v-ukran (дата звернення: 19.05.2024).
40. Верховна Рада ухвалила Закон щодо розвитку систем накопичення енергії – Міненерго. *Урядовий портал – Єдиний веб-портал органів виконачої влади*. 15.02.2022. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/minenergo-verhovna-rada-uhvalila-zakon-shchodo-rozvitku-sistem-nakopichennya-energiyi> (дата звернення: 19.05.2024).

References

1. Renewable capacity highlights. (2024, March 27). *IRENA*. URL: https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Mar/IRENA_RE_Capacity_Highlights_2024.pdf?rev=7692ae29458142dd8563618f496e0abb&hash=2EF08FE142186335E6EB9A69696C30AA (Last accessed: 19.05.2024).
2. Babak, V.P., & Kulyk, M.M. (2023). Increasing the Efficiency and Security of Integrated Power System Operation Through Heat Supply Electrification in Ukraine. *Science and Innovation*, 19(5), 100–116. <https://doi.org/10.15407/scine19.05.100>
3. Kulyk, M., Nechaieva, T., Zgurovets, O., Shulzhenko, S., & Maistrenko, N. (2023). Comparative Analysis of Energy-Economic Indicators of Renewable Technologies in Market Conditions and Fixed Pricing on the Example of the Power System of Ukraine. *Systems, Decision and Control in Energy IV. Studies in Systems, Decision and Control*, 454 (pp. 433–449). https://doi.org/10.1007/978-3-031-22464-5_26
4. Derii, V.O. (2019). Complexes of electric heat generators for the control of electric load of regional power systems. *The Problems of General Energy*, 3(58), 17–23 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2019.03.017>
5. Nikitin, E.E., Yevtukhova, T.O., Novoseltsev, O.V., & Komkov, I.S. (2024). Regional energy efficiency programs. Current status and development prospects. *Energy Technologies & Resource Saving*, 78(1), 34–47. <https://doi.org/10.33070/etars.1.2024.03>
6. Stanytsina, V., Artemchuk, V., Bogoslavskaya, O., Ridei, N., & Zinovieva, I. (2021). The influence of environmental tax rates on the Levelized cost of heat on the example of organic and biofuels boilers in Ukraine. *E3S Web of Conferences*, 280, 09012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128009012>
7. Feed-in tariff. *Wikipedia*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84 (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
8. Feed-in tariff in the world: cost of electricity sales by country. (2020, January 03). *Generation*. URL: <https://generacia.energy/interesnoe-uk/ua-zt-mir-03012020/> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
9. Photovoltaic feed-in tariff 2024: Current rates and changes at a glance. (2024, February 9). *ENLAPA*. URL: https://www.enlapa.de/blog/Einspeiseverg%C3%BCtung_2024_f%C3%BCr_PV-Anlagen (Last accessed: 19.05.2024).
10. Song, X., Huang, Y., Zhang, Y., Zhang, W., & Ge, Z. (2023). An Appraisal on China's Feed-In Tariff Policies for PV and Wind Power: Implementation Effects and Optimization. *Sustainability*, 15(6), 5137. <https://doi.org/10.3390/su15065137>
11. H.R.776 – Energy Policy Act of 1992. *Congress.GOV*. URL: <https://www.congress.gov/bill/102nd-congress/house-bill/776> (Last accessed: 19.05.2024).
12. H.R.6 – Energy Independence and Security Act of 2007. *Congress.GOV*. URL: <https://www.congress.gov/bill/110th-congress/house-bill/6> (Last accessed: 19.05.2024).
13. Reznikova, N., & Panchenko, V. (2023). Reports from the fronts of civilization. At the forefront of international economic policy. Agrar Media Group, Kyiv (234 p.). URL: https://www.iir.edu.ua/sites/default/files/2023-09/Monograf_reportagi_05092023_NEW.pdf (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
14. Support for the production of "green" electricity is the experience of the USA. (2020, June 11). *GE Guaranteed Buyer*. URL: https://www.gpee.com.ua/news_item/351 (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
15. In the US, within 10 years, the cost of solar energy will be reduced to 2 cents per kWh. (2021, April 01). *UKRAINIAN ENERGY*. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/u-ssha-protiahom-10-rokiv-znyziat-vartist-soniachnoi-enerhii-do-2-tsentiv-za-kvt-hod> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
16. Bhambhani, A. (2021, March 26). US Department of Energy's New Target For 2030: Cut Cost Of Solar Energy By 60%; Commits \$128 Million To Encourage Deployments. *TAIYANGNEWS*. URL: <https://taiyangnews.info/us-aims-to-cut-solar-energy-costs-by-60-by-2030/#:~:text=US%20Department%20of%20Energy's%20New,%24128%20Million%20To%20Encourage%20De>

ploysments&text=The%20US%20Department%20of%20Energy%20(DOE)%20will%20target%20to%20cut,over%20the%20next%2010%20years (Last accessed: 19.05.2024).

17. Lewis, M. (2021, March 26). US says it will cut the cost of solar by 60% in a decade. *Electrek*. URL: <https://electrek.co/2021/03/26/us-cut-cost-solar-by-60-percent-decade/> (Last accessed: 19.05.2024).
18. On the path to a climate-neutral Europe by 2050. *European Commission – An official website of the European Union*. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en (Last accessed: 19.05.2024).
19. What is the share of renewable energy in the EU? *Eurostat – Statistic Explained*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy_2021/bloc-4c.html?lang=en#:~:text=The%20share%20of%20renewable%20energy%20in%20energy%20consumption%20increased%20continuously,target%20is%2032%20%25%20by%202030 (Last accessed: 19.05.2024).
20. Financing of "green" energy: the experience of the USA and the EU. *Razumkov center*. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/finansuvannia-zelenoi-energetyky-dosvid-ssha-ta-ies> (Last accessed: 12.02.2024) [in Ukrainian].
21. European Green Course. *EKODIYA*. URL: <https://ecoaction.org.ua/ievropejskyj-zelenyj-kurs.html> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
22. Scotland sourced 97.4 % of its electricity from natural resources. (2021, March 29). *BUILD PORTAL*. URL: <https://budport.com.ua/news/20676-shotlandiya-otrimala-974-elektroenerhij-z-vidnovlyuvanih-dzherel> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
23. Directive of the European Parliament and of the Council (EU) 2018/2001 of December 11, 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources. *Government Portal – Official website*. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-evropeyskogo-parlamentu-i-radi-es-2018-2001.pdf> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
24. REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition. (2022, May 18). *European Commission – An official website of the European Union*. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_3131 (Last accessed: 19.05.2024).
25. The Energy Efficiency Directive (EU) 2023/1791 entered into force. (2023, October 23). *Association «Energy Efficient Cities of Ukraine»*. URL: <https://enecities.org.ua/en/news/the-energy-efficiency-directive-eu-2023-1791-entered-into-force/> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
26. Ciucci, M. (2024, March). Renewable energy. *European Parliament*. URL: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/70/renewable-energy> (Last accessed: 19.05.2024).
27. EU Renewable Energy Financing Mechanism. *European Commission – An official website of the European Union*. URL: https://cinea.ec.europa.eu/programmes/eu-renewable-energy-financing-mechanism_en (Last accessed: 19.05.2024).
28. Widuto, A. (2023, November). Energy transition in the EU. *European Parliament*. URL: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/754623/EPRS_BRI%282023%29754623_EN.pdf (Last accessed: 19.05.2024).
29. McGrath, M. (2020, September 23). Climate change: China aims for 'carbon neutrality by 2060'. *BBC*. URL: <https://www.bbc.com/news/science-environment-54256826> (Last accessed: 19.05.2024).
30. Xu, M., & Stanway, D. (2021, February 10). China plans to raise minimum renewable power purchase to 40% by 2030: government document. *REUTERS*. URL: <https://www.reuters.com/article/us-china-climatechange-renewables/china-plans-to-raise-minimum-renewable-power-purchase-to-40-by-2030-government-document-idUSKBN2AA0BA/> (Last accessed: 19.05.2024).
31. The electricity market from renewable energy sources: what hinders it and how to solve it. (2023, February 17). *UKRAINIAN ENERGY*. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/rynok-elektroenerhii-z-vde-shcho-zavazhaie-ta-iak-tsomu-zaradyty> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
32. On the introduction of amendments to the Law of Ukraine "On Electricity" regarding the promotion of the use of alternative energy sources: Law of Ukraine dated April 1, 2009 No. 1220-VI. (2022, July 16). Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1220-17> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
33. On alternative energy sources: Law of Ukraine. Document 555-IV, valid, current version – Revision on January 1, 2024, on the basis – 3460-IX. (2022, July 16). Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
34. On the approval of the Procedure for determining the level of use of Ukrainian-made equipment at electric power facilities, including at the commissioned stages of the construction of electric stations (start-up complexes) that produce electric energy from alternative energy sources (except blast furnace and coke gases, and with the use of hydropower - only micro-, mini- and small hydroelectric power plants), and establishing a corresponding surcharge to the "feed-in" tariff or auction price: Resolution No. 2932. Document z0119-16, valid, current version – Revision on December 6, 2019, on the basis – v2529874-19. Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0119-16#Text> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
35. On amendments to certain laws of Ukraine regarding ensuring competitive conditions for the production of electricity from alternative energy sources: Law of Ukraine Document 2712-VIII, valid, current version – Revision

- on July 27, 2023, on the basis – 3220-IX. Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2712-19#Text> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
36. On amendments to certain resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine: Document 889-2022-n, valid, current version – Adoption on August 2, 2022. Cabinet of Ministers of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/889-2022-%D0%BF> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
 37. The Cabinet of Ministers approved the schedule of "green" auctions for 2023 and quotas for 4 years – Ministry of Energy. (2022, 2 August). *Energy reform*. URL: <http://reform.energy/news/kabmin-zatverdiv-grafik-provedennya-zelenikh-auksioniv-na-2023-rik-ta-kvoti-na-4-roki-minenergo-20566> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
 38. NCREUS supports the Government's approval of the draft law on the introduction of guarantees of origin of electricity produced from renewable energy sources. (2023, February 14). *NCREUS*. URL: <https://www.nerc.gov.ua/news/nkreup-pidtrimuye-shvalennya-uryadom-zakonoprojektu-shchodo-zaprovadzhennya-garantij-pohodzhennya-elektroenergiyi-viroblenoyi-z-vidnovlyuvalnih-dzherel-energiyi> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
 39. New rules on the "green" energy market in Ukraine. (2023, 7 September). *Liga Zakon*. URL: https://biz.ligazakon.net/news/221423_nov-pravila-na-rinku-zeleno-energetiki-v-ukran (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].
 40. The Verkhovna Rada adopted the Law on the development of energy storage systems – Ministry of Energy. (2022, 15 February). *Government Portal – Official website*. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/minenergo-verhovna-rada-uhvalila-zakon-shchodo-rozvitku-sistem-nakopichennya-energiyi> (Last accessed: 19.05.2024) [in Ukrainian].

FORMATION OF LEGAL FRAMEWORK FOR THE FUNCTIONING AND DEVELOPMENT OF GREEN ENERGY

Yaroslav Havrylenko,* <https://orcid.org/0000-0003-2382-5411>

Volodymyr Derii, PhD (Engin.), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-5689-4897>

General Energy Institute of NAS of Ukraine, 172, Antonovycha St., Kyiv, 03150, Ukraine

*Corresponding author: yasx80@gmail.com

Abstract. *The paper presents the results of an analytical review of the current state and trends in the development of green energy in three leading world economies: the USA, the EU, China, and Ukraine. It has been shown that the growth rates of renewable energy sources in the energy sectors in global energy systems have sharply increased. Their global installed capacity in 2023 reached 3,870 GW. Solar and wind energy continued to lead, with their combined capacity growth amounting to 97.6 %. It has been established that the key factors contributing to progress in the implementation of solar and wind generation are regulatory policies, financial support, technological advancements, and the reduction in equipment costs. The conducted analytical review showed that developed countries offer various forms of support for renewable energy, including preferential tariffs, tax credits, and legislation. Such policies create a stable and attractive market for renewable energy producers, which in turn stimulates the development and reduction of technology costs. After the period of preferential support ends, further development of renewable sources occurs on a competitive basis and through the stimulation of regional mechanisms. Thanks to improvements in generation and energy storage technologies and the reduction of investment costs, renewable energy in many countries has achieved grid parity or has even become cheaper than traditional fossil fuel sources. This, in turn, motivates the gradual cancellation of subsidies for companies using these technologies and their smooth transition from "green" tariffs to market conditions. One of the important steps taken by the EU is the transition to auctions and contracts for difference, which allows producers to compete for the right to sell their electricity at market prices with additional financial support. Ukraine has created a regulatory framework for the functioning of renewable energy sources, which, together with modern generation and energy storage technologies, can ensure smooth and flexible mechanisms for the transition from "feed-in" tariffs to market conditions.*

Keywords: green energy, renewable energy sources, solar energy, wind energy, legislation, USA, EU, China.

Надійшла до редколегії: 17.06.2024