



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

Стала економіка

УДК: 621.31:339.5

JEL L94, D41, Q33

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.15751852>

Механізми забезпечення конкурентоспроможності української електроенергії з відновлюваних джерел

Сергій Валерійович Шашков

кандидат економічних наук, докторант,

Сумський державний університет,

вулиця Харківська, 116, м. Суми, 40000, Україна,

e-mail: ssergij408@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8734-5460>

Інна Олексіївна Балагуровська

Аспірант,

Сумський державний університет,

вулиця Харківська, 116, м. Суми, 40000, Україна

Сілезький технологічний університет

вул. Академічна, 2А, м. Глівіце, 44100, Польща,

i.balahurovska@biem.sumdu.edu.ua,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3642-9506>

Олена Юріївна Чигрин

доктор економічних наук, професор,

Сумський державний університет,

вулиця Харківська, 116, м. Суми, 40000, Україна,

o.chygryn@biem.sumdu.edu.ua,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4007-3728>



Анотація. У статті досліджено визначення поняття конкурентоспроможності, проаналізовано складові та фактори конкурентоспроможності української електричної енергії. Визначено показники покращення конкурентоспроможності електроенергії, виробленої з вітчизняних відновлюваних джерел.

В роботі розглянуто фактори впливу на конкурентоспроможність такої електроенергії в вартісній площині. Проаналізовано тенденції виробництва електроенергії з відновлюваних джерел в Європейському Союзі та в Україні, визначено динаміку зміни частки джерел виробництва електроенергії протягом останніх років. Окрему увагу приділено технічним та технологічним чинникам впливу на конкурентоспроможність електроенергії з відновлюваних джерел з фокусом на показники ефективності, окреслено напрямки та позитивні результати їх підвищення. Зазначено, що повна відмова від виробництва електроенергії з традиційних джерел наразі є неможливою через вимогу підтримання енергетичного балансу між генерацією та споживанням.

В якості чинника підвищення рівня виробництва електроенергії з відновлюваних джерел, а також шляху подолання проблеми недотримання балансів, розглянуто такий елемент розумних мереж як розподілена генерація. Зокрема виділено функції та переваги розвитку систем накопичення електричної енергії. В рамках впровадження розподіленої генерації запропоновано приділити увагу діяльності з агрегації на всіх її рівнях.

Ключові слова: конкурентоспроможність, відновлювані джерела, електрична енергія, розподілена генерація, агрегація.



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

Increasing the competitiveness of electricity exports from renewable sources as part of the development of aggregation

Serhii Shashkov

Cand. Sc. (Economics),

Sumy State University,

116, Kharkivska Street, Sumy, 40007, Ukraine

e-mail: ssergij408@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8734-5460>

Inna Balahurovska

PhD student

Sumy State University,

116, Kharkivska Street, Sumy, 40007, Ukraine

Silesian University of Technology

2A Academic Street, Gliwice, 44100, Poland,

i.balahurovska@biem.sumdu.edu.ua,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3642-9506>

Olena Chygryn

Dr. Sc., professor,

Sumy State University,

116, Kharkivska Street, Sumy, 40007, Ukraine,

o.chygryn@biem.sumdu.edu.ua,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4007-3728>

Abstract. *The article studies and generalises the definition of the concept of competitiveness. The main components, external and internal factors of competitiveness of Ukrainian electricity in the European energy markets are analysed.*



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

Cost, technical, technological and efficiency indicators for improving the competitiveness of electricity produced from domestic renewable sources are identified. In addition, it is argued that it is necessary to create and maintain favourable political and financial conditions for the stable functioning and development of this industry. The factors influencing the competitiveness of such electricity, particularly on the cost side, are considered in detail. The author analyses the trends in the generation of electricity from renewable sources in the European Union and Ukraine, and identifies the dynamics of changes in the share of these sources of electricity generation in recent years. Using the example of some European countries, the author repeatedly notes the lower cost of electricity produced from renewable sources compared to the cost of electricity produced in thermal and other traditional power plants. Special attention is paid to the technical and technological factors influencing the competitiveness of electricity from renewable sources in terms of performance indicators, and the directions and positive results of their improvement are outlined. The author also points out that it is impossible to completely abandon the production of electricity from traditional sources due to the need to maintain a balance between the production and consumption of electricity. The author considers such an element of smart grids as distributed generation as a factor in increasing the level of electricity production from renewable sources, as well as a way to overcome the problem of imbalance. The author substantiates both the legislative and the actual need to develop this area of energy. In particular, the main functions of distributed generation and positive aspects of its implementation are highlighted. Special attention is paid to the development of electricity storage systems within the framework of distributed generation. As part of the implementation of distributed generation, it is proposed to pay special attention to aggregation activities at all its levels, which in turn will help to overcome the problem of imbalances, as well as to significantly increase the level of electricity production from renewable sources and to increase its competitiveness both on the domestic and foreign markets.



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

Keywords: *competitiveness, renewable sources, electricity, distributed generation, aggregation.*

Вступ. Одним із завдань економіки на шляху до сталого зростання та енергонезалежності є розвиток виробництва електричної енергії. Незважаючи на всі перешкоди, Україна має на меті збільшення рівня виробництва електроенергії і можливість реалізації надлишків для підвищення валютних надходжень. Враховуючи світові тенденції та екологічні перспективи перспективним напрямком розвитку енергетики є виробництво електричної енергії з відновлюваних джерел. Наміри щодо підвищення рівня виробництва електричної енергії з таких джерел спрямовані як на збільшення її реалізації на внутрішньому ринку, так і на підвищення експортного потенціалу.

Беручи до уваги умови ринку, беззаперечним є той факт, що будь-який продукт повинен мати переваги в умовах конкурентного середовища. Тому, для успішної реалізації таких планів, а також недопущення провальних дій, слід розглянути питання підвищення внутрішньої та зовнішньої конкурентоспроможності вітчизняної електричної енергії виробленої з відновлюваних джерел.

Огляд літератури. На сьогоднішній день, аналізуючи велику кількість наукових праць, існує широкий спектр і багатогранність визначення та трактування поняття конкурентоспроможності.

М. Портер з економічної точки зору визначав конкурентоспроможність в якості здатності суб'єкта досягати та підтримувати високий рівень продуктивності та ефективності, забезпечуючи собі перевагу в умовах конкурентної боротьби [1]. Г. Мінцберг в своїй праці зазначав, що запорука забезпечення та збереження конкурентоспроможності залежить не тільки від формальних стратегій, а й від органічного процесу, що поєднує інтуїцію, досвід та спроможність адаптуватися ці стратегії до змінних умов ринку [2]. На початку ХХ століття Й. Шумпейтер відзначив, що конкурентоспроможність як окремого



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

підприємства, так і цілої країни визначається їх рівнем інновацій і впровадження нових прогресивних технологій і вважав що суб'єкти, які інвестують в нові технології та продукти мають більшу можливість конкурувати [3]. І. Ансофф розглядав конкурентоспроможність в якості здатності підтримання чи досягнення стратегічних цілей в змінюваних умовах ринкового середовища, зокрема також відзначав такі ключові моменти як впровадження інновацій і здатність до адаптації своїх стратегій [4]. В свою чергу К. Шваб в рамках своєї концепції визначає конкурентоспроможність не лише тільки рівнем продуктивності або обсягом інвестицій, а, в першу чергу, здатністю суб'єкта адаптуватися, впроваджувати інновації, розвивати людський капітал і сталий економічний розвиток [5].

Окрім загальнотеоретичних підходів, варто звернути увагу на сучасні міждисциплінарні дослідження у сфері енергетичних ринків, відновлюваних джерел енергії та агрегації. У щорічному звіті IRENA за 2023 рік вказано, що конкурентоспроможність ВДЕ на глобальному рівні зростає завдяки зниженню вартості технологій, масштабуванню систем накопичення енергії та цифровим платформам, зокрема через моделі агрегаторів [6]. У звіті BloombergNEF за 2022 рік зазначено, що участь у гнучких ринках електроенергії через агрегаторів стає інструментом підвищення вартості ВДЕ для експортерів, оскільки дозволяє забезпечити балансування, реакцію на попит і інтеграцію в загальноєвропейський ринок [7]. В звіті Європейської асоціації енергетичних компаній Eurelectric за 2024 підкреслено роль цифрових технологій і агрегації у створенні нового типу споживача - *prosumer*'а, який не лише споживає, але й продає енергію, формуючи нову логіку конкурентної поведінки у сфері експорту [8]. Науковці Ву та ін. [9] доводять, що агрегація ВДЕ значно зменшує сумарну варіативність виробництва електроенергії та сприяє підвищенню ринкової вартості електроенергії з ВДЕ і створює додаткові умови для її експорту.

Останні наукові підходи підкреслюють важливість інноваційного потенціалу, гнучкості організацій та адаптації до сталих практик в контексті



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

розвитку конкурентоспроможності [10]. У сучасному науковому дискурсі все більше уваги приділяється ролі цифрових технологій та сталого розвитку як ключових детермінант конкурентоспроможності. Наприклад, дослідження Юу та ін. [11] демонструє, що координація цифрової інфраструктури з цілями інклюзивного зеленого зростання посилює конкурентні переваги в умовах екологічних обмежень. Ванг та Занг [12] у свою чергу підкреслюють, що здатність МСП впроваджувати цифрові інновації на пряму впливає на їх стійкість і продуктивність у конкурентному середовищі.

В звіті OECD за 2023 рік зазначено, що сучасна конкурентоспроможність дедалі більше залежить від інституційної якості, ефективності політик у сфері досліджень і розробок, а також здатності економік адаптуватися до цифрової економіки та викликів сталого розвитку [13]. Ці положення узгоджуються з дослідженням Анноні та Дейкстра [14], які вказують на важливість регіональної динаміки, інноваційних кластерів та людського капіталу для забезпечення стійкої конкурентоспроможності територій.

Водночас, в українському контексті, питання підвищення конкурентоспроможності електроенергії з відновлюваних джерел у площині експорту залишається недостатньо дослідженим. Зокрема, обмежена кількість аналітичних матеріалів присвячена впливу агрегації як інституційного та технологічного механізму посилення ринкової позиції української "зеленої" електроенергії на європейському ринку.

Метою роботи є аналіз існуючого стану та тенденцій розвитку відновлюваної енергетики, а також визначення шляхів підвищення конкурентоспроможності вітчизняної електроенергії виробленої з відновлюваних джерел.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети дослідження були застосовані методи узагальнення та класифікації, табличного та графічного моделювання, а також аналізу та синтезу.



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

Результати та обговорення. На нашу думку, конкурентоспроможність слід розуміти не інакше як здатність певного суб'єкта конкурувати на ринку та мати певні переваги відносно інших учасників завдяки одному або декільком показникам, зокрема таких як:

- рівень впровадження інновацій;
- рівень технологічності;
- ефективність використання наявних ресурсів;
- якість продукції;
- вміння адаптуватись до умов та їх змін.

На підставі проаналізованих Б. Серебренніковим пріоритетів енергетичної політики Європейського Союзу, відзначено наступні ключові складові конкурентоспроможності української електричної енергії на європейських ринках електричної енергії:

- цінова;
- технічна;
- екологічна;
- інституційна [15].

Разом з цим, автор вирізняє ряд головних внутрішніх та зовнішніх факторів конкурентоспроможності вітчизняної електричної енергії на європейських енергоринках, блок-схема яких відображена на рисунку 1.



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ



Рис. 1. Фактори конкурентоспроможності вітчизняної електроенергії на європейських ринках електричної енергії.

Джерело: [15]

В свою чергу, конкурентоспроможність електричної енергії, виробленої з найбільш розповсюджених джерел відновлюваної енергії, таких як:

- фотоелектричні станції, основними перевагами яких є екологічність, відносно просте встановлення та низькі експлуатаційні витрати, однак їх ефективність залежить від погодних умов, а нестабільність генерації часто потребує використання систем зберігання енергії або агрегування;



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

- вітрові електростанції мають такі переваги - відсутність шкідливих викидів, висока ефективність на вітряних територіях та швидкий розвиток технологій;

- гідроелектростанції (в першу чергу малі та мікро) забезпечують стабільну генерацію, не залежать від погодних умов у короткостроковій перспективі, але можуть бути вразливими до сезонних змін гідрологічного режиму;

- біомасові установки є важливими для заміщення традиційного палива, особливо в аграрних регіонах, але потребують ефективної логістики сировини та контролю за викидами.

може бути посилена як в контексті здатності конкурувати з електричною енергією, виробленою з традиційних джерел, так і в контексті її експортного потенціалу.

Для цього необхідно зосередити увагу на покращенні вартісних, ефективнісних, технологічних та екологічних характеристик, а також на створенні та підтриманні сприятливих політичних, інституційних і фінансових умов для стабільного функціонування та розвитку галузі відновлюваної енергетики.

Одним з найбільш прямих та безпосередніх таких факторів впливу є вартість виробництва електроенергії. Слід відмітити наявність стабільної тенденції суттєвого зниження вартості технологій та відновлюваних джерел виробництва електричної енергії протягом останніх років, підвищує конкурентоспроможність таких джерел. Конкурентоспроможність відновлюваної енергетики зростає і за рахунок постійного зростання цін на такі вичерпні вуглецеві джерела енергії як вугілля або природний газ. Тому в реаліях сьогодення вже мають місце неодноразові підтвердження більш низької вартості електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел в порівнянні з вартістю електроенергії, виробленої на теплових та інших традиційних електростанціях [16]. Судячи як з кількісної точки зору, так і з технічної (зокрема постійного зростання потужності панелей та їх коефіцієнту корисної дії), описані явища набувають рівня прецедентів та



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

мають тенденцію до більшої кількості подібних випадків навіть в тих регіонах Європи, де сонячна активність не є дуже високою.

В якості загального результату зазначених тенденцій, виробництво електричної енергії в 2023-2024 роках, за результатами статистичних підрахунків аналітичного центру Ember, набуло структури [17], відображеної на рисунках 2,3.

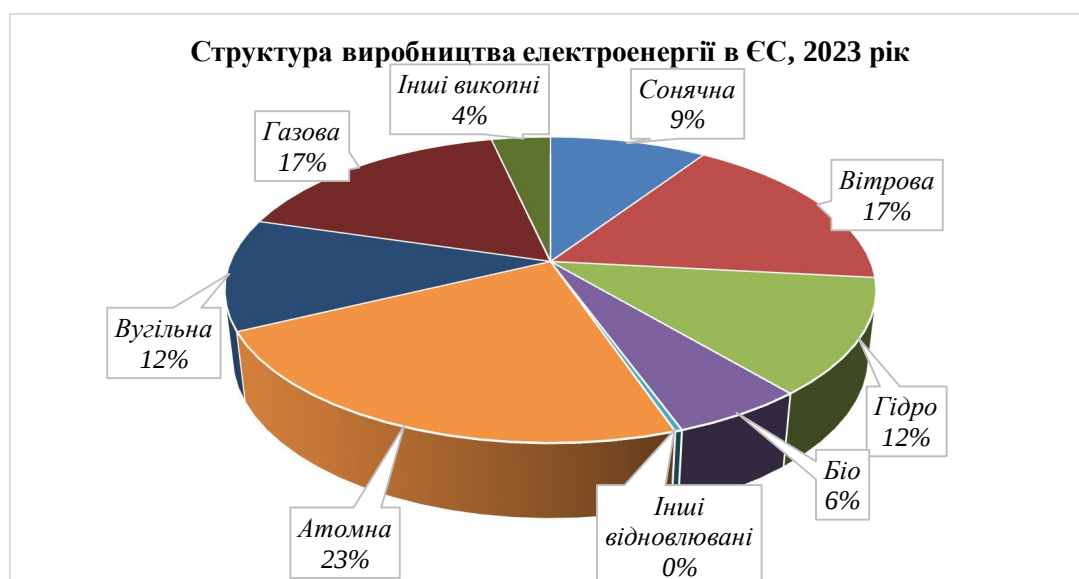


Рис. 2. Структура виробництва електроенергії в ЄС в 2023 році.

Джерело: сформовано автором за даними [17].

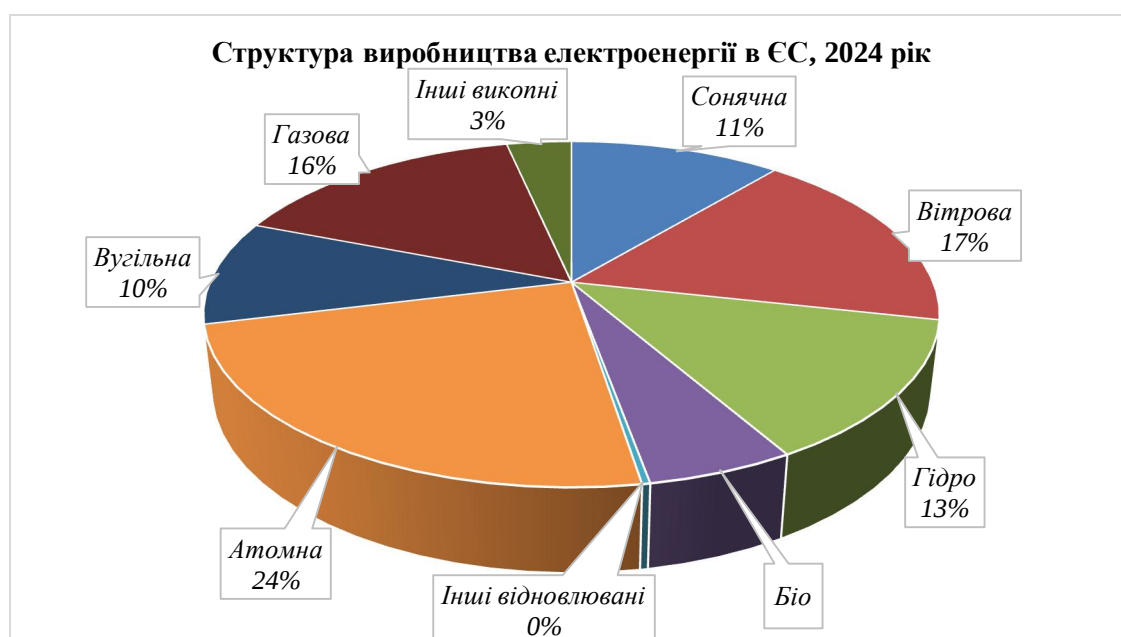


Рис. 3. Структура виробництва електроенергії в ЄС в 2023-2024 роках.

Джерело: сформовано автором за даними [17].



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

Отже, рівень виробництва відновлюваної енергетики в Європейському союзі в 2024 році досяг 47,5% від загального, натомість виробництво електроенергії з викопних видів палива скоротилось до рівня 28,9% [17]. Детально динаміка змін частки джерел європейського виробництва електроенергії у відсотковому відношенні в 2024 році в порівнянні з 2023 роком відображена на рис. 4.

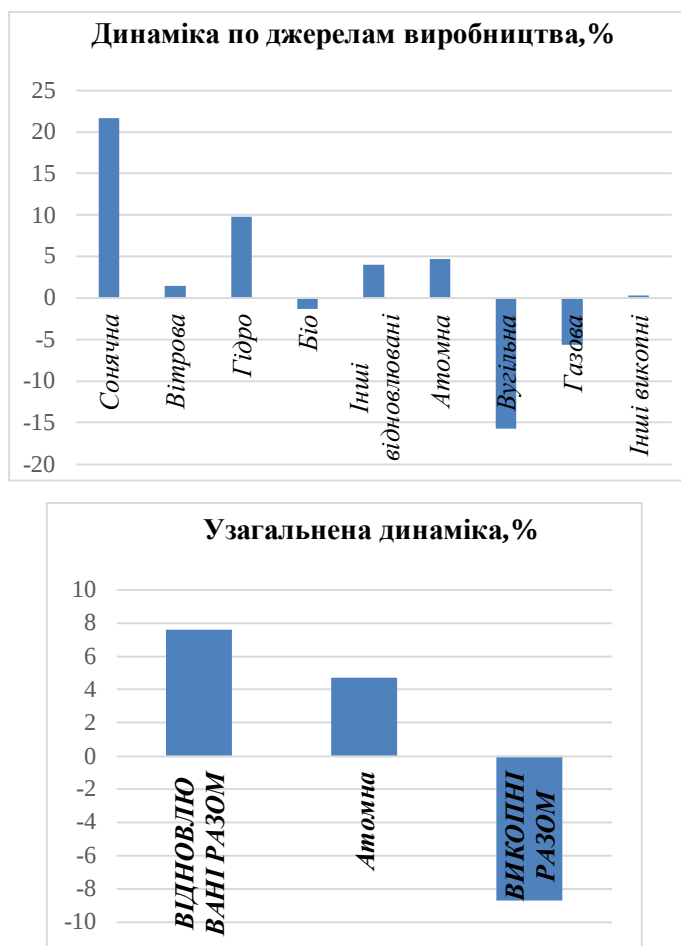


Рис. 4. Динаміка змін частки джерел виробництва електроенергії в ЄС в 2023-2024 роках.

Джерело: сформовано автором за даними [17].

Дані рисунку 3 свідчать про наявність тенденції зростання в Європейському союзі частки виробництва електроенергії з відновлюваних джерел, як в розрізі основних джерел окремо, так і загалом.



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

Згідно інформації Міністерства енергетики України, структура виробництва електричної енергії за підсумками 2021 року мала наступне співвідношення:

- теплові електростанції та електроцентралі – 29,3%;
- атомні електростанції – 55,1%;
- блок-станції – 1%;
- відновлювані джерела – 14,7%. До таких джерел віднесено і великі гідро та гідроакумуючі електростанції з 6,7% від загального виробництва, які в умовах нинішніх реалій можуть називатись відновлюваними лише умовно. Таким чином, без зазначених електростанцій частка електричної енергії, виробленої на сонячних, вітрових та біостанціях становила 8% [18].

З початком широкомасштабного вторгнення та внаслідок втрати або руйнування значної частини генеруючих і передавальних потужностей, вітчизняна структура і обсяги виробництва електричної енергії зазнали суттєвих змін. Ураховуючи сучасні реалії, публічне порівняння такої структури, подібної до наведеного вище, починаючи з 2022 року, з об'єктивних причин є недопустимим. В той же час, за даними Exploration&Production Consulting, обсяг електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел (до яких в даному випадку відносяться сонячні, вітрові, біо та малі гідроелектростанції) в Україні, зріс порівняно з 2023 роком на 6,4% у, а частка в загальному балансі виробництва склала майже 11% [19]. В той же час, необхідно звернути увагу на той факт, що 8% від загального обсягу електроенергії, виробленої в 2021 році, в розрізі кількості електричної енергії становили 12,5 млн. МВт-год [18], а 11% від загального обсягу електроенергії, виробленої в 2024 році, становили 11 млн. МВт-год [19]. Такий факт пояснюється зниженням загального обсягу виробництва електричної енергії електростанціями, які входять до об'єднаної енергосистеми України, у зв'язку наведеними вище руйнівними наслідками широкомасштабного вторгнення. Тому стверджувати про фактичні тенденції зростання в кількісному вигляді обсягу електричної енергії, виробленої з відновлюваних джерел, буде хибно та некоректно. Враховуючи надскладні



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

умови, буде справедливо відзначити факто продовження розвитку саме відновлюваної енергетики та зробити висновок стосовно можливості перспективної тенденції зростання виробництва електроенергії в кількісному виразі.

Описана тенденція може набути значного зростання за рахунок розробки системи економічних взаємовідносин між основними учасниками ринку електричної енергії, а саме виробник, споживач, регулятор. Слід зазначити що окрім основних учасників, даний список є відкритим і для інших учасників.

Наступними чинниками, покращення яких позитивно впливає на рівень виробництва, та, відповідно, і конкурентоспроможності електроенергії з відновлюваних джерел є показники ефективності, в також технічні та технологічні показники. Напрямки їх підвищення відображені в таблиці 1.

Таблиця 1. Напрямки підвищення рівня виробництва відновлюваних джерел електричної енергії. *Джерело: сформовано автором*

Джерело виробництва	Заходи
Сонячна енергетика	Використання більш ефективних сонячних панелей з ККД понад 20%
	Використання двосторонніх сонячних панелей
	Збільшення до 30% видобутку електроенергії за рахунок встановлення систем автоматичного повертання панелей за сонцем
	Вчасне технічне обслуговування та очищення панелей
	Оптимізація перетворення постійного струму в змінний за рахунок використання інверторів з вищим ККД.
Вітрова енергетика	Оптимізація місць розміщення шляхом вибору територій з високою середньою швидкістю вітру
	Збільшення щоголової висоти та діаметру лопатей



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

	Здатність адаптації до погоди та навантажень
	Використання більше легких матеріалів та вдосконалення конструкції лопатей
Мала гідроенергетика	Заміна старих гідротурбін на більш ефективні
	Оптимізація графіків роботи малих ГЕС
	Ефективне використання енергетичного потенціалу малих річок
Біоенергетика	Покращення технологій використання та переробки біомаси
	Оптимізація витрат на транспортування сировини та відходів
	Замкнені цикли з метою комплексного використанні відходів

Збільшення рівня перелічених показників призведе до зростання загального обсягу виробництва електроенергії, досягнення вуглецевої нейтральності та зниження залежності від викопних і атомних джерел енергії. У концепції конкурентоспроможності це пов'язано з необхідністю інвестицій в інфраструктуру відновлюваних джерел енергії.

Система державної підтримки та регулювання розвитку відновлюваної енергетики потребує розробок та подальших впроваджень.

Необхідно констатувати, що існує ряд об'єктивних факторів, через які, на нашу думку, недоцільна та неможлива повна відмова від традиційних джерел виробництва електричної енергії. Обсяги електричної енергії, виробленої на теплових та великих гідроелектростанціях успішно справляються з завданням дотримання балансу між виробництвом та споживанням електричної енергії.

Останнім часм найбільшого поширення та розвитку набула саме сонячна енергетика, де виробництво електроенергії є нерівномірним і залежить від пори року та від часу доби. Крім того, ми вважаємо що однією з причин масштабного блекауту в Європі, котрий стався 28 квітня 2025 року, враховуючи факт



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

аномальних коливань на лініях надвисокої напруги, може бути якраз неправильне дотримання балансу через збільшення виробництва електричної енергії на сонячних електростанціях. В той же час, в разі зростання обсягу електроенергії, виробленої з вітчизняних відновлюваних джерел, існує висока доцільність експортної реалізації її надлишку.

Директивою (EU) 2019/944 Європейського Парламенту і Ради «Про спільні правила внутрішнього ринку електричної енергії та внесення змін до Директиви (EU) 2012/27» [20], а також розробленою з метою її імплементації в Україні та затвердженою Кабінетом Міністрів України Стратегією розвитку розподіленої генерації на період до 2035 року і затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024-2026 роках [21], в якості одного з основних векторів забезпечення стійкості енергетичної системи визначено розвиток розподіленої генерації. На нашу думку, розподілена генерація є дієвим шляхом подолання вказаних вище проблем дотримання балансів, а також надійною запорукою успішної організації експорту електричної енергії, зокрема її надлишків.

Розвиток розподіленої генерації вимагає комплексного підходу, але окрему увагу слід звернути на створення систем накопичення та збереження енергії, що дозволить максимально компенсувати змінність в часі, погодних умовах та порі року.

Розвиток інтегрованого напрямку розподіленої генерації, що базується на таких функціях, як балансування виробництва та споживання електроенергії, підтримка частоти і напруги в мережі, згладжування пікових навантажень, а також забезпечення резервного та аварійного живлення, дасть змогу отримати низку важливих переваг. Серед них - можливість працювати як у складі загальної мережі, так і в автономному режимі, зниження залежності від централізованого енергопостачання, оптимізація витрат завдяки гнучким тарифам, а також підвищення ефективності енергосистем за рахунок зростання надійності та стійкості мереж у разі аварійних ситуацій, що позитивно вплине на стабільність і надійність як внутрішніх, так і експортних енергопотоків.



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

Зазначені процеси вимагають об'єднання таких розподілених енергетичних ресурсів, координація їх роботи, представлення їх інтересів на ринку електричної енергії, а також здійснення балансування. З метою вирішення такої задачі Законом України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України» [22], в червні 2023 року було внесено ряд змін до Закону України «Про ринок електричної енергії» [23], зокрема розширено перелік видів господарської діяльності на ринку електричної енергії, в результаті чого до було введено такий вид ліцензованої діяльності як агрегація.

Агрегація, в трактуванні Закону України «Про ринок електричної енергії» визначається як «...діяльність на ринку електричної енергії, що здійснює суб'єкт господарювання, пов'язана з об'єднанням електроустановок, призначених для виробництва та/або споживання, та/або зберігання електричної енергії з метою купівлі-продажу електричної енергії, надання допоміжних послуг та/або послуг з балансування на ринку електричної енергії.» [23]. Іншими словами, агрегація є об'єднанням виробників та/або споживачів та/або накопичувачів в один віртуальний суб'єкт з метою приймання участі в енергетичному ринку та/або участі в процесах, які відбуваються в електричних мережах.

В результаті опрацювання робіт науковців [24; 25], а також власного аналізу, ми прийшли до висновку, що діяльність з агрегації може здійснюватися на наступних масштабних рівнях:

- рівень побутових споживачів, на якому об'єкти розподіленої генерації інтегруються в домогосподарствах;
- рівень малих та середніх юридичних споживачів, для яких з'являється можливість оптимізувати споживання енергії та брати участь у ринках допоміжних послуг;
- промисловий рівень, де підприємства можуть інтегрувати свої ресурси для участі в балансуєчому ринку та наданні допоміжних послуг, що в свою чергу



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

позитивно впливає на зниження енергетичних витрат та збільшення ефективності діяльності підприємства;

- рівень енергетичних кластерів, на якому створюється об'єднання об'єктів розподіленої генерації в локальні мікромережі для забезпечення автономного або напівавтономного енергопостачання, і, як результат, оптимізації використання місцевих ресурсів, а також підвищення надійності енергопостачання та енергетичної стійкості;

- системний рівень, на якому об'єднана велика кількість різних об'єктів розподіленої генерації з метою участі на рівні національного ринку електроенергії та наданні системних послуг, таких як регулювання частоти та створення резервів потужності, що дозволяє інтегрувати відновлювані джерела енергії та масштабно покращувати надійність стабільність енергосистеми.

Висновки. На сучасному етапі розвитку енергетичного сектору України вирішення питання масштабного впровадження агрегованих груп виступає однією з передумов підвищення ефективності функціонування відновлюваних джерел енергії. Йдеться не лише про технічну чи організаційну необхідність, а про системну задачу стратегічного рівня, яка вимагає створення чітко визначеної структури агрегації, розробки ефективної моделі її функціонування, нормативно-правового механізму координації та прозорих взаємовідносин між усіма учасниками енергетичного ринку - виробниками, споживачами, операторами системи передачі, регуляторами та постачальниками допоміжних послуг.

Багаторівнева діяльність з агрегації здатна забезпечити надійне управління енергосистемою. Завдяки агрегації з'являється можливість інтегрувати розподілену генерацію до загальної системи на умовах рівноправного доступу, балансувати навантаження в реальному часі, ефективно реагувати на пікові споживчі навантаження, а також підвищувати якість послуг та енергетичну безпеку.

Крім того, агрегація сприяє активізації локальних ініціатив, розвитку малих та середніх виробників енергії, стимулює інновації у сфері цифрових технологій,



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

енергоефективності та зберігання енергії. Усі ці чинники є не лише каталізаторами розвитку ВДЕ у внутрішньому вимірі, але й сприяють підвищенню експортного потенціалу вітчизняної електроенергії.

Таким чином, впровадження багаторівневої системи агрегації може розглядатися як частина енергетичної трансформації України. У підсумку це відкриває нові можливості для посилення позицій української електроенергії на зовнішніх ринках та сприяє формуванню конкурентоспроможного й стійкого енергетичного сектору в умовах сучасних викликів і загроз.

Список використаних джерел

1. Porter, M. E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York: Free Press.
2. Mintzberg, H. (1994). *The Rise and Fall of Strategic Planning*. Free Press.
3. Schumpeter, J.A. (1911). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.
4. Ansoff, H.I. (1965) *Corporate Strategy*. McGraw-Hill, New York.
5. Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Publishing Group, New York.
6. IRENA (2023). *Renewable Power Generation Costs in 2022*. International Renewable Energy Agency. https://elettricomagazine.it/wp-content/uploads/2023/09/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2022_SUMMARY.pdf
7. BloombergNEF (2024). *Energy Transition Investment Trends 2022*. <https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/Energy-Transition-Investment-Trends-Exec-Summary-2022.pdf>
8. Eurelectric (2024). *Power Barometer 2024*. https://powerbarometer.eurelectric.org/wp-content/uploads/2024/10/Power-Barometer-2024_Presentation.pdf



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

9. Wu, C., Zhang, X.-P., & Sterling, M. (2022). Solar power generation intermittency and aggregation. Scientific Reports, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05247-2>
10. Schwab, K., & Sala-i-Martin, X. (2020). The Global Competitiveness Report 2019. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/global-competitiveness-report-2019>
11. Yu, T., Zhang, Y., Jia, S., & Cui, X. (2025). Spatio-temporal evolution and drivers of coupling coordination between digital infrastructure and inclusive green growth: Evidence from the Yangtze River economic belt. Journal of Environmental Management, 376, 124416. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124416>
12. Wang, S., & Zhang, H. (2025). Enhancing SMEs sustainable innovation and performance through digital transformation: Insights from strategic technology, organizational dynamics, and environmental adaptation. Socio-Economic Planning Sciences, 98, 102124. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.102124>
13. OECD (2023). OECD Compendium of Productivity Indicators 2023, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/74623e5b-en>
14. Annoni, P., & Dijkstra, L. (2019). The EU Regional Competitiveness Index 2019. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2767/707908>
15. Серебренніков, Б. С. (2015). Фактори та складові конкурентоспроможності електроенергетичних товарів на міжнародних ринках. Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», (12). <https://doi.org/10.20535/2307-5651.12.2015.45129>
16. Farhat E., Mathis W. (2025). Solar Generation Surge Sends European Power Prices Below Zero. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2025-03-19/solar-generation-surge-sends-european-power-prices-below-zero>
17. Ember. (2025). European Electricity Review 2025. https://ember-energy.org/app/uploads/2025/01/EER_2025_22012025.pdf
18. Міністерство енергетики України. (n.d.). Офіційний вебсайт Міністерства енергетики України.



https://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183225

19. ExPro. (2024). Виробництво електроенергії з ВДЕ у 2024 р. зросло на 6,4%. <https://expro.com.ua/novini/virobnictvo-elektroenerg-z-vde-u-2024-r-zroslo-na-64>

20. Європейський Парламент і Рада ЄС. (2019). Директива (EU) 2019/944 про спільні правила внутрішнього ринку електричної енергії та внесення змін до Директиви (EU) 2012/27. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32019L0944>

21. Кабінет Міністрів України. (2024). Стратегія розвитку розподіленої генерації на період до 2035 року і затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024–2026 роках: Розпорядження № 713-р. <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-skhvalennia-stratehii-rozvytku-rozpodilenoii-heneratsii-na-period-do-2035-roku-i-zatverdzhennia-s713180724>

22. Верховна Рада України. (2024). Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України: Закон України № 3220-IX. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3220-20#Text>

23. Верховна Рада України. (2017). Про ринок електричної енергії: Закон України № 2019-VIII. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>

24. Luo, F., Dorri, A., Ranzi, G., Zhao, J., Jurdak, R: Aggregating buildings as a virtual power plant: Architectural design, supporting technologies, and case studies. IET Energy Syst. Integr. 4, 423–435 (2022). <https://doi.org/10.1049/esi2.12047>

25. Kaiss, Mateus & Wan, Yihao & Gebbran, Daniel & Vila, Clodomiro Unsihuay & Dragičević, Tomislav, 2025. "Review on Virtual Power Plants/Virtual Aggregators: Concepts, applications, prospects and operation strategies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, vol. 211(C). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.115242>