

**Навчально-науковий інститут міжнародних відносин
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Міністерство освіти і науки України**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ПОДОЛЬЧУК ДМИТРО ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 339.137.2(4)

ДИСЕРТАЦІЯ

**РОЗВИТОК КОМУНІТАРНОГО РИНКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ
ЕНЕРГЕТИКИ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ**

292 Міжнародні економічні відносини
(шифр і назва спеціальності)

29 Міжнародні відносини
(галузь знань)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Д.В. Подольчук

Науковий керівник – **Вергун Володимир Антонович**, доктор економічних наук,
професор

Київ – 2023

АНОТАЦІЯ

Подольчук Д.В. Розвиток комунітарного ринку відновлювальної енергетики в Європейському Союзі. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 29 Міжнародні відносини за спеціальністю 292 Міжнародні економічні відносини, Навчально-науковий інститут міжнародних відносин Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, 2023.

Дисертаційна робота присвячена обґрунтуванню теоретичних та практичних аспектів розвитку комунітарного ринку відновлювальної енергетики в Європейському Союзі. Робота включає аналіз політики підтримки ВДЕ на регіональному та національному рівнях, оцінку ефективності інструментів та політик стимулювання розвитку відновлювальної енергетики, а також розробку стратегічних рекомендацій щодо інтеграції України до європейського ринку ВДЕ.

Сучасний світ стикається з нагальними викликами, такими як забруднення навколишнього середовища, глобальне потепління та зростання споживання енергії. У цьому контексті, розвиток відновлювальної енергетики виступає як один з ключових пріоритетів глобальної спільноти та європейського регіону зокрема. Відновлювальна енергетика, яка включає вітрову, сонячну, гідроенергетику та інші альтернативні джерела, стала невід'ємним компонентом енергетичної безпеки та сталого розвитку Європейського Союзу (ЄС). Нині значна увага приділяється створенню комунітарного ринку відновлювальної енергетики в ЄС, який сприяє ефективній реалізації зелених технологій, кооперації між державами-членами та розвитку інфраструктури на місцевому та регіональному рівнях. Такий ринок відповідає глобальним цілям сталого розвитку, встановленим ООН, та спрямований на скорочення викидів парникових газів та забезпечення енергетичної незалежності. Водночас, Україна, що є стратегічним партнером ЄС та кандидатом в члени, також прагне інтегруватися в європейський ринок відновлювальної енергетики та просувати енергетичну модернізацію вітчизняної економіки.

Глобальний енергетичний ринок включає різні джерела енергії, включаючи ВДЕ, які вважаються екологічно чистими та доступними. Україна стикається з викликом адаптації до європейських стандартів регулювання в енергетиці, адже її національне регулювання впливатиме на конкуренцію на європейському ринку. Аналіз різних економічних шкіл показує різні підходи до регулювання ринку ВДЕ, від розгляду ринку як саморегулюючої сили до необхідності активного втручання держави. Адаптація до європейських стандартів вимагатиме співпраці між українськими регуляторами та європейськими експертами. Залучення до європейського ринку надасть нові можливості для українських ВДЕ проєктів, але вимагатиме адаптації до жорсткого регулювання та співпраці з різними гравцями на ринку. Без швидкої адаптації та злагодженої роботи, українські виробники енергії можуть втратити конкурентну перевагу на європейському ринку ВДЕ.

Використання відновлюваних джерел енергії зростає в глобальній економіці. Це стає основним джерелом енергії для багатьох країн, завдяки їх вартості та екологічній стабільності. Покращення енергоефективності, зниження вартості ВДЕ технологій та розвиток цифрових рішень є ключовими факторами у перетворенні енергетичних систем. Використання ВДЕ сприяє надійним та стабільним джерелам енергії та допомагає зменшити вплив на кліматичні зміни. Для успішного переходу до ВДЕ необхідна правова, економічна та технологічна підтримка, яка стимулює розвиток цих джерел енергії та сприяє сталому розвитку.

У Європі та Південній Америці спостерігається значне зростання використання ВДЕ. Країни, які відзначаються найбільшим приростом, включають Ісландію, Данію, Венесуелу, Еквадор, Бразилію, Німеччину, Румунію, Перу, Великобританію та Колумбію. Деякі країни, зокрема Данія, Південна Африка, Білорусь, Бельгія та Угорщина, відзначаються надзвичайно високими темпами зростання до 71%. Однак, існують країни, де частка ВДЕ зменшується, такі як Марокко, Тайвань та Швейцарія. Загалом, 14 країн спостерігають зниження використання ВДЕ, з них 2 в Європі, 7 в Азії, 3 в Африці, а також Мексика та Австралія.

У Європейському Союзі активно розвиваються відновлювані джерела енергії (ВДЕ), завдяки зниженню їх вартості та державній підтримці. Електроенергетика, транспорт і

системи опалення є основними областями, де ВДЕ проникають. У ЄС існує розрізненість політики в енергетичній сфері, оскільки кожна країна-член вирішує свої проблеми самостійно. Проте, ЄС працює над «Зеленою угодою», що передбачає перехід до вуглецево-нейтрального простору. У цьому контексті, збільшення частки ВДЕ є ключовим, а також зниження викидів парникових газів і розвиток зеленої економіки.

Уніфікація фінансових інструментів відіграє важливу роль у розвитку ВДЕ в ЄС. «Зелені» облігації є важливим елементом, які сприяють стимулюванню ВДЕ. Європейський Інвестиційний Банк видав значну кількість «зелених» облігацій для фінансування ВДЕ проєктів. Державні гарантії та пільги також надаються для підтримки ВДЕ розвитку. Європейський фонд для стратегічних інвестицій надає фінансову підтримку через гарантії та кредити. Ці гармонізовані фінансові інструменти створюють сприятливе середовище для інвестицій у ВДЕ та сприяють розвитку нових технологій та проєктів.

Стимулюючі інструменти відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) мають різноманітний вплив на різні види енергетики в країнах ЄС. Фіскальні та фінансові інструменти, такі як податки, гранти та дослідження і розвиток, є ефективними засобами для розвитку ВДЕ, знижуючи вартість встановлення та експлуатації електростанцій. Ринкові стимули та політика підтримки також сприяють збільшенню потужності ВДЕ-електростанцій. Проте, прямі інвестиції, кредити та «зелені» тарифи не завжди мають бажаний ефект, за винятком біоенергетики та сонячної енергії. Регулювання може справляти обмежувальний вплив на розвиток ВДЕ, не надаючи стабільних сигналів для інвесторів. Споживання викопних палив, ядерна енергія та валовий внутрішній продукт є важливими факторами для ВДЕ, але енергетична безпека та викиди CO₂ не завжди мають значення.

Україна стоїть перед викликом адаптації до європейських стандартів регулювання в енергетичній галузі, включаючи підтримку суб'єктів господарювання. Оскільки вступ до ЄС є стратегічною метою України, а не кінцевою точкою, національне регулювання впливатиме на конкуренцію на європейському ринку електроенергії. Розвиток ВДЕ вимагає спільної роботи українських регуляторів та європейських експертів. Україна має великий потенціал для розвитку енергетичних проєктів, особливо у сфері ВДЕ,

якщо національне регулювання ринку буде відповідати європейським стандартам. Вхід на конкурентні європейські ринки відкриває нові можливості для українських ВДЕ проєктів, але також ставить перед ними виклики, пов'язані з роботою в умовах жорсткого європейського регулювання. Адаптація до цих нових умов вимагатиме великої співпраці між різними гравцями на ринку, включаючи Міністерство енергетики, Національну комісію, що здійснює регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг, Антимонопольний комітет, а також профільні асоціації та підприємства. Забезпечення ефективного регулювання, яке відповідає європейським стандартам, є важливим кроком для успішного розвитку ВДЕ в Україні та її інтеграції в європейський енергетичний ринок.

Модель системної динаміки інтеграції української та ринків ЄС продемонстрував, що політика і ринкові сили відіграють ключову роль у розвитку відновлювальної енергетики в Україні. В агресивному сценарії політичної підтримки, потужна інвестиційна діяльність, активні технологічні рішення і прискорене узгодження нормативно-правової бази стимулюють розквіт сектору відновлюваної енергетики. На противагу, ринковий сценарій висвітлює важливість вартості технологій, цін на енергоносії та споживчих вподобань. Роль держави в цьому випадку мінімізується, проте вони все ще можуть допомогти стимулювати розвиток галузі через регуляторну політику. Сценарій повільного наближення відображає потенційні ризики та негативні наслідки відстрочення реформ. Затримка узгодження може призвести до зниження інвестицій та обмеженого росту сектору відновлюваної енергетики.

Ключові слова: фінансові інструменти, зелені облігації, державні гарантії, стимулюючі механізми, регуляторні стандарти, європейська інтеграція, потенціал відновлюваної енергетики, ринкова конкуренція, регуляторне узгодження, моделювання системної динаміки. .

ABSTRACT

Podolchuk D.V. Development of the EU renewable energy community market. – Manuscript.

The thesis submitted for the for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 29 International Relations, specialty 292 International Economic Relations,

Educational and Research Institute of International Relations of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, 2023.

The dissertation focuses on the theoretical and practical aspects of developing a communal renewable energy market in the European Union (EU). It examines regional and national renewable energy support policies, evaluates the effectiveness of incentive mechanisms, and provides strategic recommendations for Ukraine's integration into the European renewable energy market.

As the world faces pressing challenges like environmental pollution and rising energy consumption, renewable energy has emerged as a priority for the global community, particularly in the EU. Wind, solar, and hydropower, among other alternative sources, are crucial for energy security and sustainable development in the EU. Creating a communal renewable energy market within the EU promotes the adoption of green technologies, fosters cooperation between member states, and enhances local and regional infrastructure. This aligns with the UN's sustainable development goals, aiming to reduce greenhouse gas emissions and achieve energy independence. Ukraine, as a strategic partner and EU candidate, seeks to integrate into the European renewable energy market and advance the modernization of its national energy sector.

The global energy market encompasses various sources, including renewables, which are both environmentally friendly and cost-effective. Ukraine faces the challenge of aligning its energy sector with European regulatory standards, as it will impact competition in the European market. Different economic schools propose varying approaches to regulating the renewable energy market, from market self-regulation to active government intervention. Achieving compliance with European standards necessitates collaboration between Ukrainian regulators and European experts. Integration into the European market presents opportunities for Ukrainian renewable energy projects, but requires adaptation to rigorous regulations and cooperation with market stakeholders. Failure to adapt swiftly and work cohesively may result in Ukrainian energy producers losing their competitive edge in the European renewable energy market.

Renewable energy is experiencing global growth as it becomes a primary energy source, driven by its affordability and environmental sustainability. Improving energy efficiency, reducing technology costs, and embracing digital solutions are pivotal in transforming energy systems. The use of renewables ensures reliable and stable energy sources while mitigating

climate change. Successful transition to renewable energy sources relies on legal, economic, and technological support to stimulate their development and foster sustainable practices.

Europe and South America witness a substantial rise in the utilization of renewable energy sources. Countries such as Iceland, Denmark, Venezuela, Ecuador, Brazil, Germany, Romania, Peru, the United Kingdom, and Colombia demonstrate the highest growth rates. Denmark, South Africa, Belarus, Belgium, and Hungary exhibit exceptionally high growth rates of up to 71%. However, certain countries, including Morocco, Taiwan, and Switzerland, experience a decline in the share of renewables. Overall, 14 countries observe a decrease in renewable energy usage, encompassing 2 European nations, 7 Asian countries, 3 African countries, as well as Mexico and Australia.

The EU actively promotes the development of renewable energy sources by reducing costs and providing governmental support. The sectors of electricity, transportation, and heating witness significant penetration of renewable energy sources. While energy policies across EU member states exhibit fragmentation, the EU's Green Deal endeavors to achieve a carbon-neutral environment. This entails increasing the share of renewable energy, reducing greenhouse gas emissions, and fostering the development of a green economy.

The unification of financial instruments is crucial for the development of renewable energy in the EU. «Green bonds, issued by the European Investment Bank, play a significant role in financing RES projects. State guarantees and incentives further support RES development. The European Fund for Strategic Investments provides financial backing through guarantees and loans. These harmonized financial instruments create a favorable investment environment and drive technological innovation.

Incentive instruments for renewable energy have varied effects on different energy types in the EU. Fiscal and financial mechanisms, such as taxes, grants, and research and development, effectively reduce the cost of installing and operating power plants. Market incentives and supportive policies also contribute to increasing the capacity of RES power plants. However, direct investment, loans, and feed-in tariffs do not always yield the desired outcomes, except for bioenergy and solar power. Regulatory frameworks can act as constraints without providing stable signals to investors. Fossil fuel consumption, nuclear power, and gross domestic product have an impact on RES, while energy security and CO₂ emissions are not consistently relevant.

Ukraine faces the challenge of aligning its energy sector with European regulatory standards, including support for businesses. As Ukraine aims for EU accession, its national regulation will influence competition in the European electricity market. Developing RES requires collaboration between Ukrainian regulators and European experts. Ukraine possesses significant potential for energy projects, particularly in the renewable energy sector. Alignment with European standards is essential for leveraging opportunities in competitive European markets. Adapting to strict European regulations presents challenges but also opens doors for Ukrainian renewable energy projects. Close cooperation among various market players, including government entities like the Ministry of Energy, the National Energy and Utilities Regulatory Commission, and the Antimonopoly Committee, along with specialized associations and enterprises, is crucial. Effective regulation aligned with European standards is a key step for successful RES development and integration into the European energy market.

The system dynamics model of Ukrainian and EU market integration underscores the role of policy and market forces in renewable energy development. The aggressive scenario, with strong political support, substantial investment, technological advancements, and regulatory harmonization, drives the flourishing of the renewable energy sector. In the market scenario, technology costs, energy prices, and consumer preferences take center stage, minimizing the role of the state while regulatory policies still stimulate industry growth. The Slow Approximation scenario highlights the risks and negative consequences of delayed reforms, leading to reduced investment and limited growth in the renewable energy sector.

Key words: Financial instruments, Green bonds, State guarantees, Incentive mechanisms, Regulatory standards, European integration, Renewable energy potential, Market competition, Regulatory alignment, System dynamics modeling.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікація в закордонному періодичному науковому виданні, що індексується в наукометричній базі даних Index Copernicus:

1. Podolchuk, D. (2023). Exploring the Relationship between the EU Emissions Trading System and Renewable Energy Development in the EU. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*, 2(3), 1-12. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230203.01>.

Статті у наукових фахових виданнях України, що індексуються в наукометричній базі даних Index Copernicus:

2. Подольчук, Д. (2022). Особливості міжнародного інвестування у відновлювальну енергетику. Економіка і регіон, № 4 (87), 143-149. [https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4\(87\).2793](https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4(87).2793).
3. Podolchuk, D. (2022). The Advancement of Renewable Energy in the European Union: an Examination of Support Measures. Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління, 21(3(52)), 234–248. [https://doi.org/10.18524/2413-9998.2022.3\(52\).275807](https://doi.org/10.18524/2413-9998.2022.3(52).275807).
4. Podolchuk, D. (2023). Tax Incentives for Renewable Energy Development in the European Union: Historical Overview and Emerging Trends. Вісник ОНУ імені І.І. Мечникова, 28(1(95)), 6-10. <https://doi.org/10.32782/2304-0920/1-95-1>.
5. Подольчук, Д. (2023). Моделювання інтеграції ринку Вде України до спільного ринку електроенергії ЄС. Інвестиції: практика та досвід, (11), 96-104. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.11.96>.
6. Подольчук, Д. (2023). Роль системи торгівлі квотами на викиди у сприянні розвитку відновлюваної енергетики в Європейському Союзі. Механізм регулювання економіки, (1(99)), 23–28. <https://doi.org/10.32782/mer.2023.99.04>.
7. Подольчук, Д. (2023) Інвестиції у відновлювальну енергетику ЄС: оцінка ефективності стимулів. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 47. 86-93. DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2023-47-15>.

Публікації в матеріалах конференцій (тези доповідей)

8. Подольчук, Д. В. (2019). Вплив цифровізації на розвиток сектору відновлювальної енергетики. Науково-практична конференція «Діджиталізація сучасної системи міжнародних економічних відносин». Міжнародні відносини. Серія «Економічні науки», № 20, Ч. 2, 110-112. URL: http://journals.iir.kiev.ua/index.php/ec_n/article/download/4021/3673.
9. Подольчук, Д. В. (2020). Особливості регуляторної підтримки відновлюваної енергетики в ЄС. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні тенденції забезпечення ефективності економіки держави» (м. Київ, 12 вересня 2020 р.). К.: ГО «Київський економічний науковий центр». 20-24.

10. Подольчук, Д. В. (2021). Сучасні тенденції використання відновлювальних джерел енергії. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні питання, напрями та завдання стабілізації економічного розвитку країни» (27 лютого 2021 р.). Київ: Тавр. нац. ун-т ім. В. І. Вернадського. 2021. 76-78.

11. Подольчук, Д. (2021). Інвестиційна динаміка на глобальному ринку відновлювальних джерел енергії. Матеріали міжнародної науково-теоретичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Шевченківська весна 2021», Ч. 3 (Секція «Актуальні проблеми міжнародних фінансів»). 41-42. http://journals.iir.kiev.ua/index.php/ec_n/article/view/4200

12. Подольчук, Д. (2021). «Зелений» тариф та розвиток ринку відновлюваної енергетики в ЄС. Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference «Modern ways of solving the problems of science in the world», February 13-15, Warsaw, Poland. 85-87.

13. Подольчук, Д. В. (2023). Фінансові аспекти розвитку відновлювальної енергетики.

14. Подольчук, Д. (2023). Towards a greener future: An evaluation of the EU's energy diversification efforts and the potential of Ukraine's renewables market. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference «Scientific directions of research in educational activity» (February 14-17, 2023) Osaka, Japan. International Science Group. 2023.. 57-59.

15. Podolchuk, D. (2023). Integrating the Ukrainian renewable energy market into the EU market: Challenges, opportunities, and policy recommendations. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Бізнес-аналітика: моделі, інструменти та технології». 1-3 бер. 2023. К.: НАУ. 282-287.

16. Podolchuk, D. (2023). Achieving renewable energy targets: A comparative assessment of the EU and Ukraine's policy frameworks. Materials of the International Scientific and Practical Conference «Business Analytics in Foreign Economic Activity». March 16, 2023. 65-71. <http://194.44.12.92:8080/jspui/handle/123456789/7495>.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.....	12
1.1. Ринок відновлювальної енергетики як складова світового енергетичного ринку ...	12
1.2. Генеза теоретичних підходів до дослідження світового ринку відновлювальної енергетики.....	26
1.3. Регіональні особливості розвитку ринків відновлювальної енергетики	50
Висновки до розділу 1	62
РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМУНІТАРНОГО РИНКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЄС	65
2.1. Уніфікація інституціональних структур як фактор сталого розвитку комунітарного ринку відновлювальної енергетики.....	65
2.2. Гармонізація фінансових інструментів при формуванні трендів у відновлювальній енергетиці	79
2.3. Інвестиційна складова в розвитку ринку відновлювальної енергетики	102
2.4. Оцінка ефективності інструментів стимулювання розвитку ринку відновлювальної енергетики ЄС.....	117
Висновки до розділу 2	131
РОЗДІЛ 3. ІНТЕГРАЦІЯ УКРАЇНИ У РЕГІОНАЛЬНИЙ І СВІТОВИЙ РИНОК ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	133
3.1. Реформування та реструктуризація українського ринку відновлювальної енергетики	133
3.2. Модель інтеграції українського ринку відновлювальної енергетики до Європейського Союзу	156
3.3. Моделювання інтеграції ринку ВДЕ до спільного ринку електроенергії ЄС.....	172
Висновки до Розділу 3	193
ВИСНОВКИ.....	196
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	201
ДОДАТКИ.....	229

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВДЕ	Відновлювальні джерела енергії
ЈАО	Спільний розподільчий офіс (Joint Allocation Office)
RPS	Стандарти відновлюваних джерел енергії (Renewable Portfolio Standards)
ВЕС	Вітрова електростанція
ЕС	Енергетичний союз
ЄК	Європейська комісія
кВт/год	кілоВат/год
МЕА	Міжнародне енергетичне агентство
НДДКР	Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи
ООН	Організація об'єднаних націй
ОСР	Оператор системи розподілу (Transmission System Operator, TSO)
ПГ	Парникові гази
СЕС	Сонячна електростанція
СЗТ	Системи зберігання енергії
СО2	Двоокис вуглецю
США	Сполучені Штати Америки
ФРН	Федеративна республіка Німечинна
СД	Системна динаміка
АЕС	атомна електростанція
ВВП	валовий внутрішній продукт
ВЕУ	вітрова електроустановка
ГЕС	гідроелектростанція
ГАЕС	Гідроакумулююча електростанція
ЕБ	Енергетична біржа
УЗВ	Уловлювання і зберігання вуглецю
СТВ	Системи торгівлі викидами

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасна світова економіка стоїть перед великою та актуальною проблемою сталого розвитку та збереження природних ресурсів. Зростання рівня забруднення навколишнього середовища, загострення змін клімату та дедалі більше споживання енергії зумовлюють пошук шляхів подолання цих викликів. У цьому контексті розвиток відновлювальної енергетики (ВДЕ) набуває виняткової важливості в глобальному масштабі.

Відновлювальна енергетика, яка включає в себе використання вітрової, сонячної, гідроенергетики, біомаси та інших природних ресурсів, є основним інструментом зменшення викидів парникових газів та сповільнення процесів зміни клімату. У Європейському Союзі (ЄС), де питання енергетичної безпеки та збереження навколишнього середовища визнані найважливішими, розвиток відновлювальної енергетики має першочергове значення. Цей сектор сприяє скороченню залежності від імпорتنих енергоресурсів та створює передумови для стабільності та сталого розвитку економік країн регіону.

Тому розбудова комунітарного ринку відновлювальної енергетики в ЄС набуває особливого значення. Він сприяє не тільки спільній реалізації зелених технологій та співпраці між країнами-членами, але й вирішенню питань енергетичної незалежності та сталого розвитку. Такий спільний підхід відповідає глобальним цілям сталого розвитку, встановленим ООН, та спрямований на покращення якості навколишнього середовища, а також забезпечення надійності та стійкості енергетичної системи Європейського Союзу.

Водночас, Україна, що є стратегічним партнером ЄС та кандидатом в члени, також прагне інтегруватися в європейський ринок відновлювальної енергетики та просувати енергетичну модернізацію вітчизняної економіки. Український сектор відновлювальної енергетики має великий потенціал для зростання та створення нових можливостей, включаючи інновації, інвестиції та нові робочі місця. Однак, для досягнення цих цілей, Україна повинна вирішити ряд проблем, таких як реформування інституційних структур, гармонізація законодавства та координація фінансових інструментів з ЄС.

Теоретичні основи розвитку ВДЕ в Європейському Союзі були закладені в працях Е.Маккорміка (E.McCormick), С.Мюллера (C.Mueller), Г.Фішера (G.Fischer) та Ф.Патруеллі (F.Patruelli). Ці основи отримали подальший розвиток у працях І.Паріса (I.Paris) та ін.

Питанням економічних, соціальних і екологічних ефектів розвитку ВДЕ присвячені роботи Р.Феррукі (R. Ferroukhi), Д.Гілена (D.Gielen), Г.Кіффера (G. Kiefer), М.Тейлора (M.Taylor), Д.Нагпала (D.Nagpal), А.Халіда (A.Khalid), Д.Кука (D.Cook), Г.Шелекенса (G.Schellekens), Х.Райніша (H.Reinisch), М.Іслама (M.Islam), С.Мекхілефа (S.Mekhikev), М.Вілембахера (M.Willembacher), Р.Хааса (R.Haas), Т.Лоува (T.Loew), М.Халера (M.Haller) ін.

Питанням оцінки політики підтримки ВДЕ присвячені роботи Д.Ніколса (D.Nickolls), Р.Мейхуда (R.Mayhood), Р.Гросса (P.Gross), А.Кастіло (A.Castillo), А.Хельда (A.Held), М.Рагвітца (M.Ragwitz), Р.Хааса (P.Haas), Р.Мітчела (P.Mitchell), С.Йасміна (S: Jasmin), К.Кунца (K.Kunz) та ін.

Питанням розвитку інфраструктури ВДЕ в ЄС присвячені роботи М.Конрада (M.Conrad), О.Шмідта (O.Schmidt), Р.Фолькмера (R.Volkmer), Т.Хаммера (T.Hammer), Л.Ліндгарда (L.Lindgard) та ін.

Серед українських вчених проблемам розвитку ВДЕ присвячені роботи І.Бабака, М.Кравченка, В.Павленка, Т.Савчук, О.Шерстюка, Ю.Федорова, О.Шниркова, В.Шевченко, І.Гайдучський та ін.

Незважаючи на значний обсяг зарубіжних і вітчизняних робіт з питань розвитку ВДЕ, проблема комунітарного ринку відновлювальної енергетики в ЄС вивчена недостатньо. Це зумовило необхідність проведення даного дослідження, визначило його мету і завдання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано згідно з темою наукових досліджень кафедри міжнародного бізнесу Інституту міжнародних відносин Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Стратегія інтеграції України у світову економіку», яка є складовою частиною загальнонаукової теми Інституту міжнародних відносин «Україна у міжнародних інтеграційних процесах» (номер державної реєстрації ДР № 11 БФ 048-01)

в рамках комплексної програми наукових досліджень Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Модернізація суспільного розвитку України в умовах світових процесів глобалізації». Основний внесок автора у дослідження цієї теми полягає в аналізі теоретичних і практичних засад функціонування єдиного ринку відновлювальної енергетики ЄС, виявленні особливостей механізму його функціонування, а також перспектив інтеграції України.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є наукове обґрунтування теоретичних та практичних аспектів розвитку комунітарного ринку відновлювальної енергетики в Європейському Союзі, зокрема аналіз політики підтримки ВДЕ на регіональному та національному рівнях, оцінці ефективності інструментів та політик стимулювання розвитку відновлювальної енергетики, а також розробці стратегічних рекомендацій щодо інтеграції України до європейського ринку відновлювальної енергетики.

Відповідно до окресленої мети в дисертації визначено такі конкретні завдання:

- проаналізувати особливості ринку відновлювальної енергетики як складової світового енергетичного ринку та виявити ключові фактори, що впливають на його розвиток.
- дослідити та класифікувати основні теоретичні підходи до дослідження світового ринку відновлювальної енергетики, включаючи генезу та еволюцію цих підходів.
- систематизувати регіональні особливості розвитку ринків відновлювальної енергетики та оцінити їхню роль у формуванні світових тенденцій.
- проаналізувати уніфікацію інституціональних структур та гармонізацію фінансових інструментів у комунітарному ринку відновлювальної енергетики ЄС.
- оцінити інвестиційну складову та ефективність інструментів стимулювання розвитку ринку відновлювальної енергетики ЄС, враховуючи їхній вплив на сталість розвитку.
- виявити основні проблеми та напрямки реформування та реструктуризації українського ринку відновлювальної енергетики з метою сприяння інтеграції до ЄС.
- здійснити аналіз поточного стану та перспектив розвитку українського ринку

відновлювальної енергетики, враховуючи досвід ЄС та необхідність адаптації національного законодавства до європейських стандартів.

– проаналізувати можливі моделі інтеграції українського ринку відновлювальної енергетики до Європейського Союзу, враховуючи економічні та політичні аспекти.

– дослідити та оцінити процес інтеграції ринку ВДЕ до спільного ринку електроенергії ЄС, а також виявити можливі наслідки та виклики для України.

– оцінити можливі стратегії та механізми співпраці між Україною та ЄС у сфері відновлювальної енергетики, з метою розвитку ефективного співробітництва та інтеграції України у європейський енергетичний простір.

Об’єктом дослідження є ринок відновлювальної енергетики як складова світового енергетичного ринку.

Предметом дослідження виступає економічний механізм функціонування комунітарного ринку відновлювальної енергетики ЄС.

Методи дослідження. У процесі написання дисертації було використано ряд як загальнонаукових, так і спеціальних методів пізнання: метод аналізу та синтезу, історичний метод, діалектичний, системний, логічний та діалектичний методи для дослідження концептуальних підходів до проблеми формування та функціонування ринку відновлювальної енергетики (підрозділи 1.1, 1.2).

У першому розділі було застосовано контент-аналіз фундаментальної та емпіричної літератури з метою її класифікації. В підрозділах 1.2, 2.1–2.3, 3.1–3.2 використано порівняльний аналіз. Кластерний аналіз було проведено у підрозділах 1.2 та 2.2 для виявлення спільних характеристик та групування регіональних особливостей.

Для проведення економічно-статистичного моделювання, регресійного аналізу та оцінки взаємозв’язку між змінними у підрозділах 2.3 та 2.4 використано сучасні методи статистичного аналізу.

У підрозділі 3.3 застосовано модель системної динаміки для вивчення взаємодії та взаємозалежності між різними елементами відновлювальної енергетики та їх впливу на сталий розвиток сектору.

Інформаційною базою дослідження слугували наукові праці вітчизняних і

зарубіжних учених у різних галузях знань, де висвітлено фундаментальні засади розвитку відновлювальної енергетики, результати її емпіричних оцінок; аналітичні звіти міжнародних організацій.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в науковому обґрунтуванні теоретико-методологічних засад дослідження ринку відновлювальної енергетики, включаючи аналіз його регіональних особливостей, інституційних структур, фінансових інструментів та інвестиційної складової на прикладі Європейського Союзу. Це також передбачає систематизацію та класифікацію теоретичних підходів до розвитку відновлювальної енергетики, визначення ефективності інструментів стимулювання та розробку моделі інтеграції українського ринку відновлювальної енергетики до Європейського Союзу.

Нові та найбільш суттєві наукові положення, що отримані особисто автором і виносяться на захист, полягають у такому:

уперше:

- розроблено модель системної динаміки інтеграції ринку відновлювальної енергетики України до комунітарного ринку ЄС, яка дозволила оцінити різні сценарії (агресивна підтримка політики, ринковий розвиток та повільна інтеграція) та виявити важливу роль сильної політичної підтримки та регулятивної гармонізації для успішної інтеграції українського сектора відновлювальної енергетики до спільного ринку ЄС. Результати показали, що агресивний сценарій політичної підтримки сприяє найбільшому зростанню встановленої потужності, інвестицій та попиту на відновлювальну енергетику, в той час як повільний розвиток регулятивної гармонізації призводить до застою в розвитку галузі. Доведено, що для досягнення успішної інтеграції, регуляторам слід зосередитись на гармонізації законодавства з політиками та директивами ЄС у галузі відновлювальної енергетики, стимулюванні інвестицій та створенні ринкових умов, які сприяють розвитку відновлювальної енергетики в Україні.

удосконалено:

- розуміння впливу інструментів та політик стимулювання ВДЕ на різні види відновлювальних джерел енергії в країнах ЄС. Застосовуючи методику динамічної панелі даних, виявлено різнонаправлений вплив. Зокрема, такі політики, як ТАХ,

GRANTS та R&D, є найефективнішими інструментами для розвитку ВДЕ в розглянутих країнах. Це дозволило зробити висновок, що фіскальні та фінансові інструменти, за інших рівних умов, є більш ефективними за інші види стимулів у енергетичному секторі. Результати також показали, що споживання викопних енергоносіїв, ядерна енергія та ВВП є важливими факторами розвитку ВДЕ, в той час як чистий імпорт (енергетична безпека) та викиди CO₂ не є такими факторами.

- оцінку процесу уніфікації інституціональних структур та гармонізацію фінансових інструментів на комунітарному ринку відновлювальної енергетики ЄС. Здійснено детальне дослідження взаємодії між різними рівнями управління та фінансування, що сприяють створенню сприятливого середовища для інтеграції та розвитку відновлювальної енергетики на регіональному та національному рівнях. Особливу увагу приділено аналізу взаємодії інституціональних механізмів на рівні ЄС та їх впливу на рішення на місцевому рівні, а також ролі фінансових інструментів у формуванні стимулів та перешкод для розвитку відновлювальної енергетики.

набули подальшого розвитку:

- оцінка можливих стратегій та механізмів співпраці між Україною та ЄС у сфері відновлювальної енергетики, з метою розвитку ефективного співробітництва та інтеграції України у європейський енергетичний простір. Виявлено чотири ключові напрями співпраці: інфраструктурна співпраця: спільне планування та розвиток транскордонних енергетичних мереж, які дозволять інтегрувати Українську систему в європейську енергетичну інфраструктуру, сприяючи обміну електроенергією та гнучкості ринків; технологічний обмін та підтримка: співпраця у сфері розвитку та адаптації нових технологій відновлювальної енергетики, з метою підвищення енергоефективності та конкурентоспроможності українських виробників енергії. Це включає технічну допомогу, спільні науково-дослідницькі проекти та обмін знаннями та досвідом між учасниками ринку. Фінансова співпраця: забезпечення доступу до європейських фінансових ресурсів та механізмів підтримки розвитку відновлювальної енергетики в Україні, включаючи гранти, кредити та інвестиційні програми, спрямовані на стимулювання розвитку ВДЕ та залучення приватного капіталу. Регуляторна співпраця та гармонізація законодавства: адаптація та впровадження європейських стандартів та

нормативів у сфері відновлювальної енергетики в Україні, що сприятиме створенню єдиного регулятивного простору, забезпеченню прозорості та відкритості ринку для іноземних інвесторів.

- класифікація регіональних особливостей ринків відновлювальної енергетики, що враховують географічні, економічні, політичні та соціокультурні фактори. Виявлено п'ять ключових груп регіонів з унікальними характеристиками розвитку ВДЕ: регіони з високим потенціалом природних ресурсів (сонячна, вітрова, гідроенергетика), де акцент ставиться на використанні доступних енергетичних ресурсів та інвестицій в нові технології; регіони з високим рівнем економічного розвитку та підтримки ВДЕ на державному рівні, де активно застосовуються різні механізми стимулювання розвитку ВДЕ; регіони з високою залежністю від імпорту енергоресурсів, де розвиток ВДЕ сприяє підвищенню енергетичної безпеки та зменшенню залежності від імпорту викопного палива; регіони, що проходять структурні перетворення економіки, де акцент робиться на переході від традиційних джерел енергії до відновлювальних, з метою забезпечення сталого розвитку та зменшення негативного впливу на довкілля; регіони з активною громадською участю та екологічною свідомістю, де розвиток ВДЕ спонуканий потребами місцевих громад, соціальними та екологічними ініціативами.

Практичне значення отриманих результатів. Практична цінність дисертації полягає в тому, що розроблені в ній науково-обґрунтовані теоретичні положення, методичні підходи, наукові результати, висновки та рекомендації можуть бути використані в діяльності Української асоціації відновлювальної енергетики (довідка № 98 від 12 липня 2023 р.), ТОВ «ЛІГ АГРО» (довідка № 03 від 17 червня 2023 р.).

Окремі положення дисертації застосовуються в навчальному процесі на кафедрі міжнародного бізнесу Інституту міжнародних відносин Київського національного університету імені Тараса Шевченка (довідка № 23/07 від 20 липня 2023 р.).

Особистий внесок здобувача. Основні методичні розробки, загальнотеоретичні та прикладні наукові результати отримано особисто автором. Також особисто автором здійснено інтеграцію загальнонаукових та спеціальних методів у контексті проблем, пов'язаних із глобальним та регіональними ринками відновлювальної енергетики.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та наукові результати дослідження обговорено і схвалено на засіданнях кафедри міжнародного бізнесу Інституту міжнародних відносин Київського національного університету імені Тараса Шевченка, а також апробовано на 9 міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях, зокрема: Науково-практичній конференції «Діджиталізація сучасної системи міжнародних економічних відносин» 21.11.2019, Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні тенденції забезпечення ефективності економіки держави», 12 вересня 2020 року. Київ, 2020, Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання, напрями та завдання стабілізації економічного розвитку країни», 27 лютого 2021 року (Україна, м. Київ), Міжнародної науково-теоретичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Шевченківська весна-2021», 29 березня 2021 року, VI International Scientific and Practical Conference modern ways of solving the problems of science in the world, Warsaw, Poland (February 13 – 15, 2023), VI Міжнародна науково-практична конференція «Scientific directions of research in educational activity», 14-17 лютого 2023 р., Осака, Японія, IV міжнародна науково-практична конференція «бізнес-аналітика: моделі, інструменти та технології» Київ, 1-3 березня 2023 р., X Міжнародна науково-практична конференція «бізнес-аналітика в управлінні зовнішньоекономічною діяльністю», 16 березня 2023 року.

Публікації. Основні положення та результати дисертаційного дослідження опубліковано у 17 наукових працях (загальний обсяг 5,42 авт. арк.), з них 8 статей у провідних фахових виданнях і збірниках наукових праць, 9 – у матеріалах і тезах конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Робота складається з анотацій, переліку умовних скорочень, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний текст дисертаційної роботи становить 197 сторінок, який містить 24 таблиці, 32 рисунки та 23 формули.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

1.1. Ринок відновлювальної енергетики як складова світового енергетичного ринку

Викопне паливо залишається головним джерелом енергії в енергетичному балансі більшості економік з часу промислової революції. Це має негативні глобальні наслідки для клімату та здоров'я населення, особливо в країнах, що розвиваються. Три чверті викидів парникових газів у світі є результатом спалення викопного палива. Крім того, його використання щороку призводить до щонайменше 5 млн передчасних смертей внаслідок забруднення повітря [2]. У результаті перед більшістю країн постало завдання декарбонізації енергетичних систем. Нині ВДЕ відіграють ключову роль у цьому. Дві тенденції лежать в основі розширення їх використання: потреби екологізації енергетики та стрімкий розвиток технологій і, відповідно, зниження собівартості отримання такої енергії.

Використання ВДЕ також зростає через їх здатність конкурувати за ціною, модульність та можливість масштабування відповідно до попиту, а також через потенціал для створення нових робочих місць. ВДЕ поєднують короткострокові заходи з відновлення енергосистеми після руйнувань та пошкоджень з досягненням середньо- та довгострокової енергетичної та кліматичної стійкості. Сонячні фотоелектричні панелі та наземні вітрові турбіни дозволяють швидко розгортати необхідні генеруючі потужності у відповідь на раптове зростання попиту або відновлення пошкоджених систем, в той час як морські вітрові турбіни, гідроелектростанції, біоенергетичні установки та геотермальні електростанції забезпечують варіанти додаткових та економічно ефективних середньострокових інвестицій для досягнення довгострокової енергетичної безпеки та стабільності. Інтеграція різних видів відновлюваної генерації дозволяє отримати синергетичний ефект, коли сильні сторони одних технологій компенсують слабкі сторони інших.

Задля кращого розуміння специфіки ринку ВДЕ необхідно з'ясувати суть поняття «відновлювані джерела енергії». У цьому контексті варто зазначити, що воно є досить

новим об'єктом наукового аналізу як у світі, так і в Україні.

Питання визначення поняття «відновлювані джерела енергії» є досить дискусійним в науковій літературі та нормативно-правових актах різних країн. Часто поряд з цим терміном вживається словосполучення «поновлювані джерела енергії», яке слід розглядати як синонім.

Поширена назва «відновлювані джерела енергії» походить від англійського варіанту «renewable energy sources» та набула широкого застосування в Україні. Перші кроки у розвитку відновлюваної енергетики були зроблені у країнах Західної Європи та Північної Америки. Відповідно, саме науковці та організації цих регіонів заклали основи досліджень у цій сфері та сформулювали базові поняття. Проте підходи до трактування «відновлюваних джерел енергії» суттєво відрізнялися.

Уряд Канади у 2001 р. закріпив у законі визначення ВДЕ як таких, що «поповнюються за рахунок природних процесів або на основі сталого управління виробництвом таким чином, щоб ресурси не виснажувалися при поточному рівні споживання» [31]. Канадське законодавство також конкретизувало відповідні способи генерації електроенергії з джерел, які продукують мінімальні обсяги парникових газів у процесі відновлюваного паливного циклу.

В США запровадження системи стандартів відновлюваних джерел енергії RPS (Renewable Portfolio Standards) надало офіційний статус визначенню «відновлювані джерела енергії» на федеральному рівні. Згідно з RPS кожен енергопостачальник має забезпечити мінімальну частку електроенергії з відновлюваних джерел у загальному обсязі генерації. Ця частка поступово зростає щороку. Водночас RPS стандарти суттєво відрізняються між окремими штатами США. Деякі джерела енергії можуть класифікуватися як відновлювані в одних штатах і не відповідати цьому статусу в інших. Наприклад, у Пенсільванії відновлюваними вважають джерела з коротким циклом відновлення, незалежно від екологічного впливу.

Для уникнення неоднозначностей у США також використовують поняття «чисті відновлювані джерела енергії», що позначає джерела без шкідливих викидів та екологічних наслідків, такі як енергія сонця чи вітру [54].

Європейський Союз у 2001 р. закріпив визначення ВДЕ у Директиві 2001/77/ЕС

[49]. Це невичерпні джерела відновлюваної енергії: вітер, сонце, геотермальна енергія, енергія морів та океанів, гідроенергія, біомаса, гази з органічних відходів та очисних споруд, біогаз. Окремо надається тлумачення терміну «біомаса», щоб уникнути неузгодженостей між країнами-членами ЄС. Біомаса включає речовини органічного походження, сільськогосподарські та лісогосподарські відходи, що розкладаються біологічно.

Незважаючи на загальну тенденцію до гармонізації, у різних регіонах зберігаються певні особливості трактування ВДЕ. Це пов'язано з традиціями використання місцевих ресурсів, рівнем розвитку технологій, специфікою національних енергетичних систем.

У країнах Азії спостерігається неоднорідність у трактуваннях відновлюваної енергетики. Так, у Китаї та Індії офіційно використовується класифікація ООН, яка розділяє відновлювані джерела на традиційну біомасу (дрова, сільськогосподарські відходи) та сучасні (сонце, вітер, гідроенергія тощо). Водночас в науковій літературі цих країн часто застосовується більш вузьке трактування, обмежене лише сучасними відновлюваними технологіями. Наприклад, в Китаї до офіційного переліку ВДЕ не включено енергію біомаси та біопалива [29].

В Австралії законодавство містить широке визначення відновлюваних джерел, що охоплює всі основні види: сонячну, вітрову, океанічну, гідроенергію, біомасу, геотермальну та інші джерела, визнані урядом як відновлювані. Австралійські науковці здебільшого дотримуються цього підходу [9].

У країнах Латинської Америки відновлювані джерела енергії трактуються переважно як невикопні, що постійно поновлюються завдяки природним процесам. До них зараховують енергію сонця, вітру, води, океанів, біомаси та геотермальну. Наприклад, в законодавстві Бразилії чітко прописано, що ВДЕ – це сонце, вітер, біомаса та мала гідроенергетика [84].

В африканських країнах на південь від Сахари під відновлюваними джерелами традиційно розуміли біопаливо – дрова, сільськогосподарські відходи тощо. Лише нещодавно почали впроваджуватися сучасні сонячні, вітрові технології. Тому в національних законодавствах відновлювана енергетика часто обмежується біомасою та

гідроенергією [72].

Міжнародне енергетичне агентство у 2002 р. запропонувало широке визначення відновлюваних джерел енергії, поділивши їх на категорії, представлені на рис. 1.1. Це визначення охоплює всі основні види ВДЕ та дає чітку класифікацію для їх систематизації. Незважаючи на намагання уніфікувати трактування на міжнародному рівні, досі існують певні розбіжності у підходах науковців різних країн. Зокрема, часто не всі перелічені МЕА категорії відносять до відновлюваних джерел енергії, обмежуючись лише деякими (енергією сонця, вітру, води).

Категорії ВДЕ

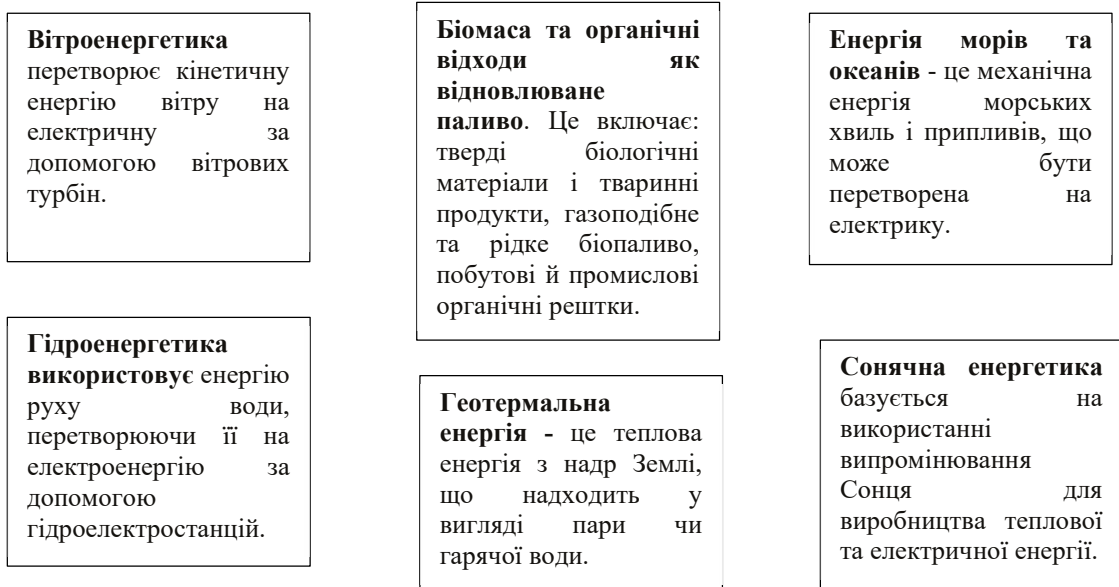


Рис. 1.1. Структура відновлюваних джерел енергії за МЕА

Джерело : [123]

Особливо дискусійним залишається визначення терміну «біомаса» та віднесення енергії біомаси до відновлюваних джерел. В ЄС до біомаси відносять будь-які органічні речовини біологічного походження, що розкладаються, у тому числі сільськогосподарські та лісові відходи. Проте в окремих країнах ЄС існують обмеження на використання деревини та інших лісоматеріалів для виробництва енергії з біомаси через екологічні міркування [108].

В Україні відповідно до Закону «Про альтернативні джерела енергії» термін «біомаса» трактується вузько як «неїстівні залишки продуктів біологічного походження, отриманих у сільському та лісовому господарствах» [281]. Тобто не вся органіка

біологічного походження відноситься до біомаси.

Отже, незважаючи на зусилля з уніфікації, все ще існують національні особливості у трактуванні окремих складових відновлюваних джерел енергії. Це ускладнює порівняння статистики та аналіз розвитку відновлюваної енергетики у світовому масштабі.

Попри те, що у дисертаційному дослідженні третій розділ буде присвячено Україні, доцільно у контексті трактування суті ВДЕ у науковій та практичній літературі розглянути, як в Україні трактується це поняття, і які види ВДЕ включаються у це поняття.

Розвиток відновлюваної енергетики в Україні пройшов тривалий шлях становлення термінології та законодавчого врегулювання цієї сфери. Вперше на законодавчому рівні визначення «нетрадиційні та поновлювані джерела енергії» з'явилося у Законі України «Про енергозбереження» від 1 липня 1994 року [282]. У 2003 році був прийнятий Закон України «Про альтернативні джерела енергії» [281], де альтернативні джерела визначалися як відновлювані (сонце, вітер, вода, біомаса тощо) та вторинні промислові (гази, біогаз). Ці закони стали основою для подальшого розвитку галузі відновлюваної енергетики в Україні.

З прийняттям у 2011 році Закону України «Про засади функціонування ринку електричної енергії України» [244] було запроваджено «зелений» тариф для стимулювання виробництва електроенергії з відновлюваних джерел. Це сприяло зростанню інвестицій та введенню в експлуатацію нових об'єктів відновлюваної енергетики. У 2015 році була затверджена «Енергетична стратегія України до 2035 року» [264], яка визначає розвиток відновлюваної енергетики одним з пріоритетів державної політики.

Аналіз безлічі наукових публікацій, представлених у списку джерел, свідчить, що більшість дослідників відносять до відновлюваних джерел лише природні, що постійно відновлюються (на відміну від вторинних промислових). Використання природних джерел має значно менший негативний вплив на довкілля [135]. Терміни «відновлювані», «поновлювані», «альтернативні» часто розглядаються як тотожні [209], проте на нашу думку, це є хибним.

Загалом, розвиток термінології та законодавства у сфері відновлюваної енергетики в Україні вказує на зростання уваги держави та науковців до цього перспективного напрямку. Починаючи з «нетрадиційних» джерел у 1990-х, до чіткого розмежування «відновлюваних» і «вторинних» у 2000-х, влада та експерти намагаються точніше класифікувати та стимулювати розвиток саме екологічно чистих природних джерел енергії. Це сприятиме збільшенню їх частки в енергобалансі України та переходу до збалансованої сталої енергетики.

Варто зазначити, що у трактуванні відновлюваної енергетики в українському законодавстві існують певні суттєві відмінності порівняно з підходами ЄС, що призводить до непорозумінь у тлумаченні міжнародних угод та домовленостей України з ЄС [159]. Наприклад, розбіжності виникли у визначенні частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в Україні. Цільовий показник 11% ВДЕ у загальному енергоспоживанні до 2020 р. був взятий Україною відповідно до вимог Європейського Енергетичного Співтовариства [232]. Проте Україна задекларувала, що вже у 2016 р. цей показник перевищив 5%, включивши до категорії ВДЕ деякі джерела енергії, які за європейськими стандартами до відновлюваних не належать [251].

Отже, для уникнення непорозумінь у міжнародному енергетичному співробітництві, вбачається за необхідне привести визначення та класифікацію відновлюваних джерел енергії в українському законодавстві у відповідність до європейських норм [289]. Це також сприятиме залученню іноземних інвестицій у «зелену» енергетику України, адже більшість потенційних інвесторів є компаніями країн ЄС [15].

Підводячи підсумок аналізу економічного змісту терміну «відновлювальні джерела енергії», відмітимо, що будемо його використовувати щодо тих джерел енергії, запаси яких поновлюються природнім чином, перш за все, за рахунок потоку енергії сонячного випромінювання, що надходить на поверхню Землі, і гіпотетично є практично невичерпними. Це, в першу чергу, сама сонячна енергія, а також її похідні: енергія вітру, енергія рослинної біомаси, енергія водних потоків тощо. До ВДЕ (Рис. 1.2) відносять також геотермальне тепло, яке надходить на поверхню Землі з її надр, тепло низькопотенційного джерела, наприклад ґрунту, яке можна використовувати,

наприклад, за допомогою теплових насосів, а також деякі джерела енергії, пов'язані з життєдіяльністю людини (теплові «відходи» житла, органічні відходи промислових і с/г виробництв, побутові відходи тощо).

Енергетичний потенціал більшості з перерахованих вище ВДЕ в глобальних масштабах у багато разів перевищує сучасний рівень енергоспоживання. Як наслідок, вони розглядаються як можливе джерело виробництва енергії у майбутньому. Відомі сценарії розвитку людства [175] припускають необхідність масштабного освоєння ВДЕ вже в найближче десятиліття (до 2030 р.), як унаслідок скорочення видобутку та зростання собівартості видобутку викопних джерел палива, так і з екологічних причин – емісія CO₂ та інші види негативного впливу традиційної енергетики на навколишнє середовище. Як правило, використання ВДЕ не має серйозного негативного впливу на навколишнє середовище. У цілому вони є екологічно чистими і доступними для всіх країн джерелами енергії.



Рис. 1.2. Основні види ВДЕ

Джерело: розроблено автором

До недоліків ВДЕ, які обмежують їх широке застосування, слід віднести невисоку щільність енергетичних потоків, їх мінливість у часі і, як наслідок, необхідність значних витрат на обладнання, що забезпечує збір, акумулювання і перетворення енергії. Так, наприклад, щільність потоку сонячного випромінювання на поверхні землі в обід сонячного дня становить лише близько 1 кВт/м², а її середньорічне значення з

урахуванням сезонних і погодних коливань для найбільш сонячних районів на землі не перевищує 250 Вт/м^2 . Наприклад, в Україні цей показник становить близько 120 Вт/м^2 . Середня питома щільність енергії вітрового потоку також, як правило, не перевищує декількох сотень Вт/м^2 (при швидкості вітру 10 м/с питома щільність потоку енергії приблизно дорівнює 500 Вт/м^2). Щільність енергії водного потоку, що має швидкість 1 м/с , також становить всього близько 500 Вт/м^2 . Для порівняння зазначимо, що щільність теплового потоку на стінки сучасного парового котла досягає декількох сотень кВт/м^2 [175].

Разом з тим технології використання різних ВДЕ активно розвиваються в багатьох країнах, вони досягли комерційної зрілості і успішно конкурують на ринку енергетичних послуг, в тому числі при виробництві електричної і теплової енергії. Проте їх подальша інтеграція у глобальний енергетичний простір вимагає врахування системних трансформацій, зумовлених лібералізацією міжнародної торгівлі вуглеводневими ресурсами, глобальною декарбонізацією, пандемічними обмеженнями та новітніми кліматичними ініціативами [80]. У цих умовах консолідація розподілених відновлюваних потужностей в єдину розгалужену систему з використанням передових технологій дозволить оптимізувати виробництво і споживання енергії з відновлюваних джерел відповідно до регіонального ресурсного потенціалу та попиту.

Глобальний енергетичний ринок – це система взаємопов'язаних міжнародних торговельних відносин, що включає в себе виробництво, розподіл, продаж та споживання енергетичних ресурсів на всесвітньому рівні. Цей ринок охоплює декілька ключових сегментів, включаючи нафту, природний газ, вугілля, ядерну енергію, відновлювані джерела енергії і електроенергію.

Кожен з цих сегментів має свої особливості, що включають разом з технологічними рішеннями, також фактори, як-то політичні рішення, економічні умови, екологічні обмеження, соціальні норми та інше. Глобальний енергетичний ринок суттєво впливає на міжнародну політику, економіку та соціальне становище, а також на стан навколишнього середовища.

Діяльність на глобальному енергетичному ринку регулюється різноманітними міжнародними угодами, законами та політичними рішеннями. Основними гравцями на

цьому ринку є країни-виробники та споживачі енергії, глобальні енергетичні корпорації, організації, як-то ОПЕК, і міжнародні агентства, такі як Міжнародне енергетичне агентство [184].

Якщо розглядати ВДЕ як частину глобального енергетичного ринку, то ступінь зрілості ринку відновлювальної енергетики визначає рівень і форму державної підтримки. У міру того, як вартість технологій падає, скорочуються витрати ВДЕ-генераторів, і, відповідно, потреба в зовнішній допомозі. Таким чином, фінансова підтримка, необхідна для стимулювання нових проектів ВДЕ, поступово скорочується, що, в кінцевому підсумку, має призвести до зменшення навантаження на платників податків і надприбутки власників проектів. Проте, на молодих ринках ВДЕ, державне фінансування залишається ключовою умовою реалізації проектів ВДЕ [14].

Від початку державна політика підтримки ВДЕ забезпечувала розвиток галузі за рахунок надання істотних фінансових преференцій інвесторам та девелоперам. На багатьох ринках цієї мети було досягнуто, адже галузь стрімко розвивалася, проектні витрати падали, причому набагато швидшими темпами, ніж очікувалося і прогнозувалося в державних програмах. Виникла необхідність перегляду державної політики та коригування обсягу виділеної фінансової підтримки. Ряд урядів розвинених країн відреагували різким скороченням субсидування або зовсім скасували субсидії і податкові пільги. Все це значним чином дестабілізує ринки ВДЕ: приватні інвестори почали завершувати проекти до зміни правил. Дестабілізація виникла і на міжнародному ринку, оскільки розробники проектів не знали, наскільки масштабним виявиться це скорочення субсидій, і які країни підуть цим курсом. Слід зазначити, що падіння витрат і поступове скорочення прямої фінансової підтримки йде на користь розвитку галузі. Якщо державне фінансування згортається в плановому порядку, який чітко спрогнозований і оголошений урядом, це є запорукою стабільності ринку ВДЕ і падіння витрат, оскільки така чітка політика не створює нових ризиків. Наприклад, порядок скорочення фіксованого тарифу в Німеччині являє собою хороший приклад послідовного згортання державного субсидування, при якому не відбувається різкого скорочення приросту нових потужностей [15].

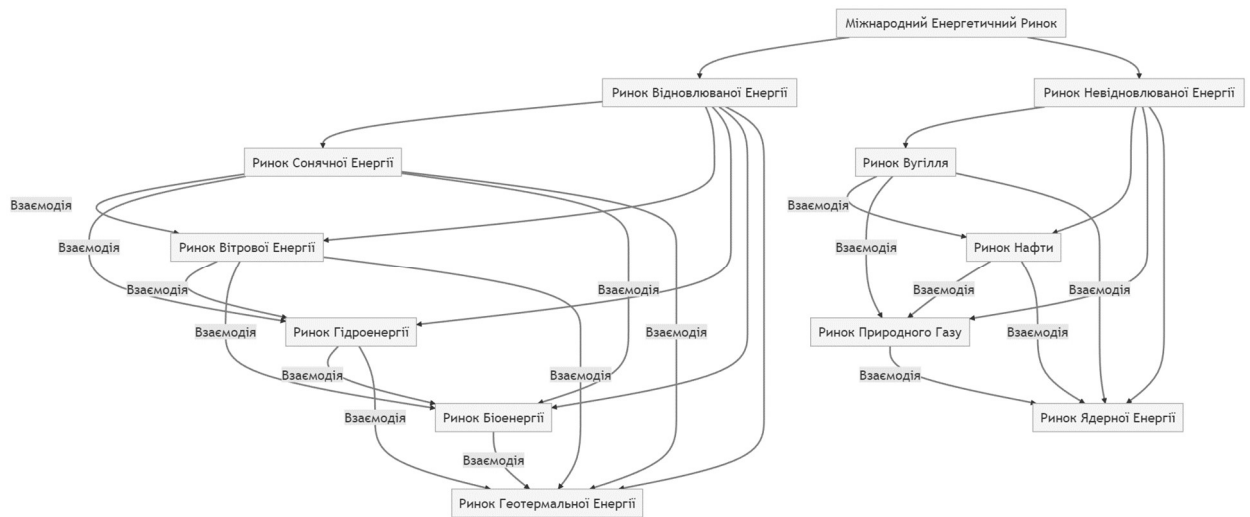


Рис. 1.3. Структура міжнародного енергетичного ринку

Джерело: побудова автором

Разом зі зростанням ринку ВДЕ та конкурентоспроможності відповідних технології починають превалювати немонетарні форми державної підтримки, які можуть включати в себе особливі заходи скорочення ризиків інвестицій, захист інтелектуальної власності, пріоритетне приєднання до мереж, зміна податкового законодавства, розвиток освітніх програм і введення спеціальних технічних стандартів. Ці заходи переважно носять довгостроковий характер. Крім того, вони, зазвичай, не чутливі до бюджетних коливань. Хорошим прикладом такого немонетарного стимулювання є національна політика підтримки ВДЕ в Малайзії, яка, поряд зі встановленням зеленого тарифу, як пріоритетні цілі своєї програми виділяє НДДКР і розвиток людського капіталу [168].

Слід також зазначити, що скорочення або скасування паливних субсидій в електроенергетиці потенційно має позитивний вплив на розвиток галузі ВДЕ, завдяки створенню відповідних ринкових сигналів і посиленню конкурентоспроможності ВДЕ. Крім того, скасування енергетичного субсидування вивільняє значну кількість капіталу, що можна скерувати безпосередньо на розвиток ВДЕ. Відповідно до дорожньої карти розвитку ВДЕ IRENA's REmap 2030 для подвоєння частки ВДЕ в глобальному енергобалансі до 2030 р. щорічний обсяг субсидій ВДЕ має становити 315 млрд дол. Для порівняння, глобальні субсидії паливній енергетиці в 2017 р. склали 544 млрд дол., що в 5 разів більше поточного субсидування ВДЕ [100175].

Той факт, що традиційні паливні енергогенератори не включають у свої

виробничі витрати забруднення повітря і збитки для навколишнього середовища, також є прихованою формою субсидування, яка опосередковано перешкоджає розвитку ВДЕ. У даному контексті також варто звернути увагу на помилки у регулюванні, надлишкову пропозицію квот на викиди. У сукупності це призвело до того, що ціна на CO₂ необґрунтовано низька, і, щоб підняти її до необхідного рівня, має бути злагоджена міжнародна політика і лобіювання ВДЕ [132].

Для кращого розуміння місця та особливостей ринків ВДЕ доцільно проаналізувати механізм побудови та функціонування ринку електроенергії. Електроенергію можна вважати товаром, так само як мідь, нафту чи зерно. Однак ринки електроенергії суттєво відрізняються від інших товарних ринків. Це пов'язано з фізичними характеристиками електроенергії:

- Час: великі обсяги електроенергії неможливо зберігати економічно (поки що). Тому електроенергія має різну вартість з плином часу.
- Місце: потоки електроенергії неможливо легко та ефективно контролювати, а компоненти системи передачі повинні працювати в безпечних межах потоку. В іншому випадку існує ризик каскадних збоїв і відключень електроенергії. Тому електроенергія має різну цінність у просторі.
- Гнучкість: попит і виробництво повинні постійно відповідати один одному; в іншому випадку існує ризик відключення електроенергії. Однак попит і доступність відновлюваних джерел енергії можуть різко змінюватися з часом, а деякі електростанції можуть змінювати потужність лише повільно, і на запуск може знадобитися багато годин. Крім того, електростанції можуть раптово вийти з ладу. Тому здатність швидко змінювати виробництво/споживання електроенергії має велике значення [90].

Ці три унікальні фізичні характеристики пояснюють, чому існує не один ринок електроенергії. Електроенергія – це не лише енергія в МВт-год; пропускна спроможність та гнучкість є дефіцитними ресурсами і повинні мати відповідну ціну. Тому обмін електроенергією (енергією, пропускною спроможністю, гнучкістю) відбувається на кількох ринках до моменту фактичного постачання в режимі реального часу. У світі нині діють різні регуляторні режими ринків електроенергії. Ми розглянемо саме ЄС, де вони були дерегульовані.

На рисунку нижче показано схему ринків електроенергії, які наразі існують в ЄС. Ми згрупували ринки в чотири кластери і вони будуть розглянуті по черзі. Ринки, позначені пунктиром, не є обов'язковими.

Форвардні енергетичні ринки починаються з чотирьох років до одного місяця до поставки. Фінансова біржа організовує торгівлю з використанням стандартизованих продуктів, або учасники ринку можуть укладати двосторонні позабіржові угоди. Узгоджені ціни на енергоносії встановлюються для кожної торгової зони, яка в більшості випадків перетинається з національними кордонами. Ринок розглядає торгову зону як мідну пластину. На рисунку нижче показано поточну конфігурацію ринкових зон в Європі. Якщо учасник ринку хоче хеджувати ціни між зонами торгів, довгострокові міжзональні права на передачу повинні бути придбані окремо на платформі Спільного розподільчого офісу (Joint Allocation Office, JAO). Платформа є спільною сервісною компанією операторів систем розподілу (ОСР).

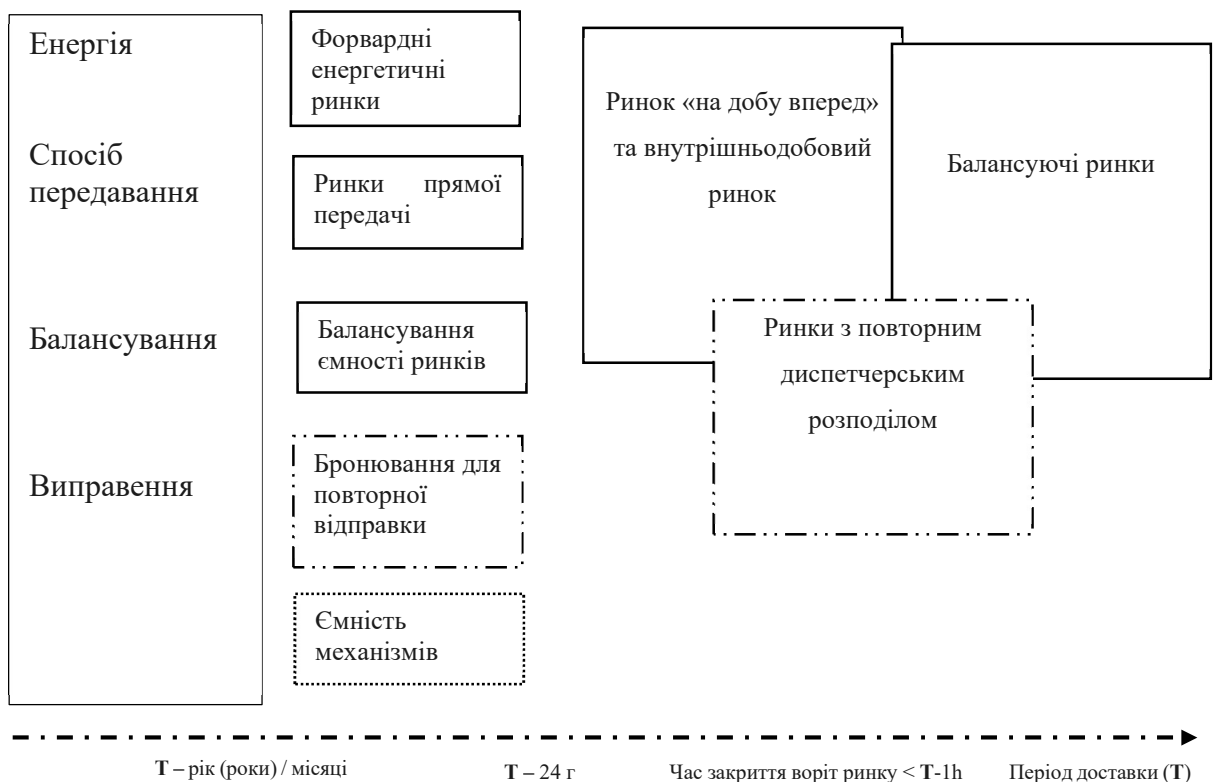


Рис. 1.4. Схема типової послідовності існуючих ринків електроенергії в ЄС.

Джерело: побудова автором на основі [137].

Окрім форвардних ринків енергії та форвардних ринків передачі, в довгостроковій перспективі держави-члени можуть прийняти рішення про створення

механізму розподілу пропускної спроможності за потреби. Механізми пропускної спроможності існують у різних формах і часто організуються оператором ОСР. Закупівля потужностей відбувається за один-чотири роки до їх надання.

Учасники оптових або спотових ринків (ринки «на добу наперед» та внутрішньодобові ринки) не зобов'язані купувати та продавати свою енергію на спотовому ринку. Спотові ринки часто використовуються для коригування довгострокових позицій ближче до постачання. Важливо, що хоча обсяги, які торгуються на оптових ринках, в деяких випадках становлять лише частину кінцевого обсягу виробленої електроенергії, оптові ціни слугують орієнтиром у довгострокових контрактах.



Рис. 1.5. Конфігурація ринкових зон в Європі

Джерело: побудова автором на основі [68]

Ринок «на добу наперед» складається з одного загальноєвропейського аукціону

опівдні на 24 години наступної доби. Всі прийняті заявки оплачуються за граничною пропозицією. Торги організуються однією або декількома енергетичними біржами (ЕБ) в кожній країні-члені. На даний момент часу завершено створення Єдиного з'єднання на добу наперед (Single Day Ahead Coupling, SDAC), що дозволяє здійснювати ефективну торгівлю між усіма європейськими торговими зонами у часовому проміжку на добу наперед. Після того, як ринок «на добу наперед» буде очищено, відкриється внутрішньодобовий ринок. Наразі торгівля на внутрішньодобовому ринку здійснюється через безперервні торги (як на фондовій біржі) в деяких країнах та через аукціони в інших країнах. Нещодавно було вирішено, що майбутня європейська модель внутрішньодобового ринку складатиметься з поєднання безперервної торгівлі з трьома загальноєвропейськими аукціонами у заздалегідь визначений час.

Після закриття торгів на внутрішньодобовому ринку в дію вступає механізм балансування, який гарантує, що пропозиція дорівнює попиту в режимі реального часу. Кожен ОСР відповідає за баланс в реальному часі у своїй зоні контролю. Для цього кожен оператор організує балансуючі ринки, на яких він закуповує ресурси, необхідні для балансування системи. Балансуючі ринки складаються з балансуючих ринків потужності та балансуючих енергетичних ринків. На балансуючих ринках потужностей постачальники послуг з балансування (BSP), з якими укладено контракти, отримують плату за доступність. Контракти укладаються на один рік наперед, але не більше ніж за один день до постачання, щоб гарантувати, що завжди буде достатньо енергії для балансування в режимі реального часу. ЕЗС, які уклали контракти на ринку балансуючої потужності (а також інші ЕЗС, які не мають законтракованих балансуючих потужностей), потім пропонують свою балансуючу енергію на балансуючих енергетичних ринках. Обсяг активованої енергії залежить від небалансів у реальному часі [68].

Редиспетчеризація необхідна, коли результати ринку (в даному випадку ринку «на добу наперед» або внутрішньодобового ринку) призводять до графіків генерації та споживання, які можуть призвести до потенційного порушення операційних обмежень (наприклад, теплових обмежень, діапазонів напруги тощо) певного елемента мережі в межах торгової зони. Така ситуація виникає регулярно, оскільки, як правило, елементи

мережі в межах торгової зони не враховуються при торгівлі на оптових ринках. Враховуються лише фізичні межі елементів мережі між торговими зонами (так зване зональне ціноутворення). Як правило, передиспетчеризація передбачає збільшення або зменшення потужності генератора на кінцях потенційно перевантаженої лінії. Пакет законів про чисту енергію наказує організовувати ре-диспетчеризацію за замовчуванням на ринкових засадах.

Таким чином, ВДЕ є відносно новим об'єктом економічного аналізу. Країни мають їхні унікальні підходи до впровадження та розвитку відновлюваних джерел енергії, базуючись на своїх внутрішніх потребах, наявних ресурсах та політичній волі. У трактуванні українським законодавством відновлюваної енергетики є деякі вагомні розбіжності з європейським, що спричиняє непорозуміння у тлумаченні міжнародних угод України та ЄС. Якщо розглядати ВДЕ як частину глобального енергетичного ринку, то ступінь зрілості ринку відновлювальної енергетики визначає рівень і форму державної підтримки.

1.2. Генеза теоретичних підходів до дослідження світового ринку відновлювальної енергетики

Дослідження відновлювальної енергетики є порівняно новим напрямом у системі економічного аналізу. Різні школи економічної думки пропонують свої концептуальні рамки для аналізу цього важливого сектора. Неокласична, неокейнсіанська та неінституціоналістська школи, кожна зі своїми унікальними підходами, намагаються вивчити ринок відновлювальної енергетики та його взаємодію з іншими елементами економіки. Ці підходи розглядають роль ринку, держави, технології та споживачів з різних перспектив. Нижче подано детальне порівняння цих шкіл в контексті відновлювальної енергетики.

Таблиця 1.1

Порівняння підходів неокласичної, неокейнсіанської та неінституціоналістської школи до ринку відновлювальної енергетики

	Неокласична школа	Неокейнсіанська школа	Неінституціоналістська школа
--	--------------------------	------------------------------	-------------------------------------

Роль ринку	Ринок є найефективнішим механізмом розподілу ресурсів, включаючи ВДЕ.	Ринок має недоліки, які можуть вимагати державного втручання.	Інституції, культура та соціальні взаємодії мають суттєвий вплив на ринкову динаміку.
Роль держави	Держава повинна мінімізувати своє втручання в ринок.	Держава може та повинна втручатися, щоб вирівняти ринкові недоліки.	Держава, як ключова інституція, відіграє важливу роль у формуванні ринку.
Роль технології	Технологічні зміни - це результат ринкових сил.	Держава повинна стимулювати технологічний розвиток через політику і інвестиції.	Технологічний розвиток є впливовим, але він формується соціальними і інституціональними факторами.
Роль споживачів	Споживачі - раціональні актори, які максимізують свою користь.	Споживча поведінка впливає на макроекономіку і може бути сформована політикою.	Споживча поведінка залежить від соціального контексту і може бути не завжди раціональною.

Джерело: розроблено автором

З позиції неокласичної економічної школи, ринок відновлювальної енергетики бачиться таким, що функціонує за принципами вільного ринку та раціональної поведінки економічних агентів. Неокласики виходять з того, що ринки, включаючи ринок ВДЕ, автоматично працюють до найбільш ефективного розподілу ресурсів через механізми вільної конкуренції та ціноутворення, якщо їм не заважають зовнішні фактори. Відповідно, представники цієї школи бачать нерегульовану конкурентну взаємодію попиту і пропозиції як оптимальний спосіб забезпечити інновації та підвищення ефективності у секторі відновлюваної енергетики. При цьому неокласики визнають, що за наявності значних негативних зовнішніх ефектів, таких як забруднення довкілля, ринок може давати неоптимальні результати. В таких випадках вони допускають обмежене державне втручання, наприклад, шляхом встановлення податків на викиди для інтерналізації зовнішніх витрат. Неокласики також бачать ціноутворення на ринку ВДЕ як механізм, що відображає відносну вартість різних джерел енергії. Вони очікують, що з часом технологічний прогрес зробить відновлювану енергетику більш конкурентоспроможною порівняно з традиційними видами палива. Цей розвиток вони розглядають як результат дії ринкових сил, коли фірми прагнуть підвищити ефективність і знизити витрати. В цілому неокласики бачать ринок ВДЕ як сферу раціональної взаємодії між споживачами та виробниками на основі цінових сигналів попиту і пропозиції. При цьому вони наголошують, що для ефективного

функціонування ринку необхідна повна і точна інформація про переваги та витрати різних технологій.

Неокейнсіанська школа, на відміну від неокласичної, визнає, що вільний ринок часто є недосконалим і потребує активного державного втручання для досягнення суспільно значущих цілей, таких як стимулювання інновацій та скорочення негативного впливу на довкілля. Представники цієї школи зазначають, що ринки можуть давати неоптимальні результати через асиметричність інформації, розбіжності між приватними і суспільними вигодами та витратами, а також через ірраціональну поведінку учасників ринку в умовах невизначеності. Тому на їхню думку уряд має активно втручатися на ринок ВДЕ для подолання цих недоліків, наприклад, шляхом прямого фінансування наукових досліджень, надання субсидій та податкових пільг інвесторам у ВДЕ, а також регулювання цін на енергоносії з метою інтерналізації зовнішніх витрат традиційної енергетики. Неокейнсіанці також наголошують, що держава повинна проводити макроекономічну політику, спрямовану на стабілізацію економіки та стимулювання інвестицій у ВДЕ. Вони значну увагу приділяють впливу на поведінку споживачів з метою прискорення переходу на відновлювані джерела енергії.

На відміну від попередніх, неінституціоналістська школа зосереджується на впливі соціальних, культурних та інституційних чинників на формування і функціонування ринку ВДЕ. Представники цієї школи вважають, що ключову роль на ринку відіграють різноманітні інституції, такі як держава, законодавство, регуляторні органи, корпоративна культура тощо. Вони акцентують увагу на тому, що економічна поведінка завжди вкорінена у певне соціокультурне середовище і не може розглядатися ізольовано від нього. Тому неінституціоналісти при аналізі ринку ВДЕ значну увагу приділяють взаємодії та конфліктам інтересів різних соціальних груп, а також еволюції ринку під впливом змін технологій, політичних рішень, громадської думки тощо. Вони вважають, що розуміння цих процесів є вкрай важливим для прогнозування подальшого розвитку ринку ВДЕ.

Кожна з економічних шкіл пропонує своє бачення функціонування ринку відновлюваної енергетики, акцентуючи увагу на різних його аспектах. Інтеграція цих підходів дозволяє отримати більш повне та об'ємне уявлення про цей комплексний

феномен.

Аналіз попередніх емпіричних досліджень економічних, соціальних, екологічних аспектів міжнародних енергетичних ринків у цілому та ринків ВДЕ зокрема здійснювався шляхом кластеризації наявних робіт у трьох найбільших реферативних базах даних – Science Direct, Web of Science та JSTOR. У цілому за ключовим словом «renewable energy sources» для галузі знань економіка знаходить в середньому більше 12418 монографій, статей, новин, тощо для період 1980-2022 рр. Використавши додатковий інструментарій цих баз публікацій, здійснено додатку систематизацію за релевантністю. На основі отриманого результату ми зробили висновок про напрями досліджень економічних аспектів ринків ВДЕ (див Рис. 1.6.).

Розпочнемо аналіз з результатів робіт, в яких оцінювався вплив ВДЕ на ціноутворення на ринках електроенергії. Оскільки наша робота стосується спільного ринку ВДЕ ЄС, то робитимемо акцент переважно на цьому регіоні з метою кращого розуміння його специфіки.

Отже, до лібералізації ринку електроенергії в Європі, її виробництво і збут кінцевим споживачам забезпечували декілька генеруючих компаній. Функціонування галузі було непрозорим, ступінь монополізації велика, а ціна – набагато вища рівня з умов наявності конкуренції. З метою сприяння конкурентному ціноутворенню в цій галузі були створені біржі.



Рис. 1.6. Напрями досліджень ринків ВДЕ

Джерело: розроблено автором

Піонером створення біржі електроенергії в Європі став Скандинавський регіон, де така біржа з'явилася у 1993 р. Після цього подібні майданчики почали функціонувати в інших європейських країнах, зокрема Амстердамська біржа енергії (APX) була запущена в 1999 р., а Австрійська енергетична біржа (EXAA) – у 2001 році. На цих біржах електроенергія як товар торгується на двох ключових сегментах: довгостроковому та короткостроковому (спотовому) ринках. На довгостроковому ринку укладаються угоди на декілька років наперед, що дає можливість оптовим покупцям завчасно придбати електроенергію, скажімо, на наступні 6 років. Натомість на спотовому ринку торгують обсягами електроенергії на наступну добу чи в межах поточної доби. Як показує практика, лєвова частка угод (80-85%) укладається саме на довгостроковому сегменті, що забезпечує стабільність планування для гравців ринку [71].

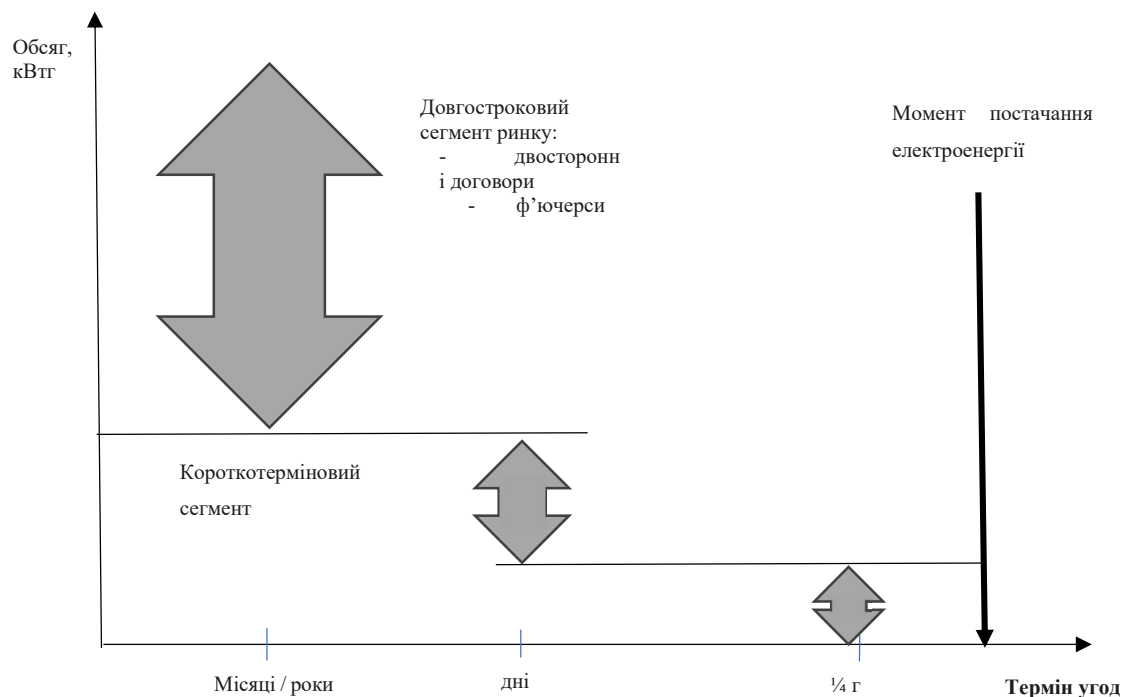


Рис. 1.7. Сегменти ринку електроенергії [2879]

Станом на сьогодні в Європі ще не існує єдиного загальноєвропейського ринку електроенергії в повноцінному вигляді. Це зумовлено головним чином обмеженнями інфраструктури у частині транскордонної передачі електроенергії між країнами. Проте

торгівля електроенергією як товаром не обмежується національними кордонами. Функціонує 7 регіональних ринкових зон, які об'єднують енергосистеми декількох європейських країн. Відповідно, для кожної зони діє окрема біржа електроенергії. Починаючи з 2010-х років, рівень цін та цінова динаміка на цих біржах були доволі подібними. [85].

Ціноутворення на спотовому ринку електроенергії ґрунтується на класичному механізмі взаємодії попиту та пропозиції. Оскільки спотовий ринок є короткостроковим, ключову роль для генеруючих компаній відіграють їхні змінні витрати на виробництво. Допоки ринкова ціна перевищує змінні витрати компанії, у неї є економічний стимул задіяти свої генеруючі потужності. У короткостроковій перспективі крива змінних витрат водночас відображає криву пропозиції компанії. Оскільки різні електростанції мають відмінні криві граничних витрат, сукупна галузева крива пропозиції набуває багатоступеневого характеру. Тут виробники електроенергії ранжуються за принципом зростання їхніх граничних витрат (merit order).

До появи об'єктів відновлюваної енергетики на ринку, крива пропозиції, побудована за принципом merit order, як правило, починалася зі змінних витрат гідроелектростанцій. Адже їхні змінні витрати вважаються наближеними до нуля. Далі у кривій йшли атомні електростанції, оскільки їхні змінні витрати також досить низькі. Натомість теплові електростанції на газі чи вугіллі мають найвищі змінні витрати, тому розміщувалися праворуч від інших технологій у кривій пропозиції за принципом merit order. (див рис. 1.8.).

Крива попиту на електроенергію є практично вертикальною, тобто абсолютно нееластичною, оскільки лише невелика частина споживачів реагує на зміну цін. Коли попит високий, крива попиту зміщується праворуч. В цьому разі для всіх учасників ринку ціна визначається рівнем змінних витрат застарілих вугільних електростанцій (P1). Якщо попит не настільки великий, крива попиту зсувається ліворуч, і ціна формується на базі змінних витрат новіших вугільних станцій (P2).

Цей рисунок дозволяє зробити кілька висновків, зокрема щодо логіки модернізації виробничих потужностей, яка домінувала до недавнього часу. Оскільки застарілі електростанції мали дуже високі змінні витрати через фізичне та моральне зношення,

найбільший прибуток отримували компанії з сучасним обладнанням. Це відбувалося за умови високого попиту, коли саме витрати старих станцій визначали ринкову ціну. За низького попиту старі станції не задіювались, оскільки ціна була нижчою за їхні змінні витрати. Водночас станції, що працювали за низького попиту, мали невисоку рентабельність. [76].

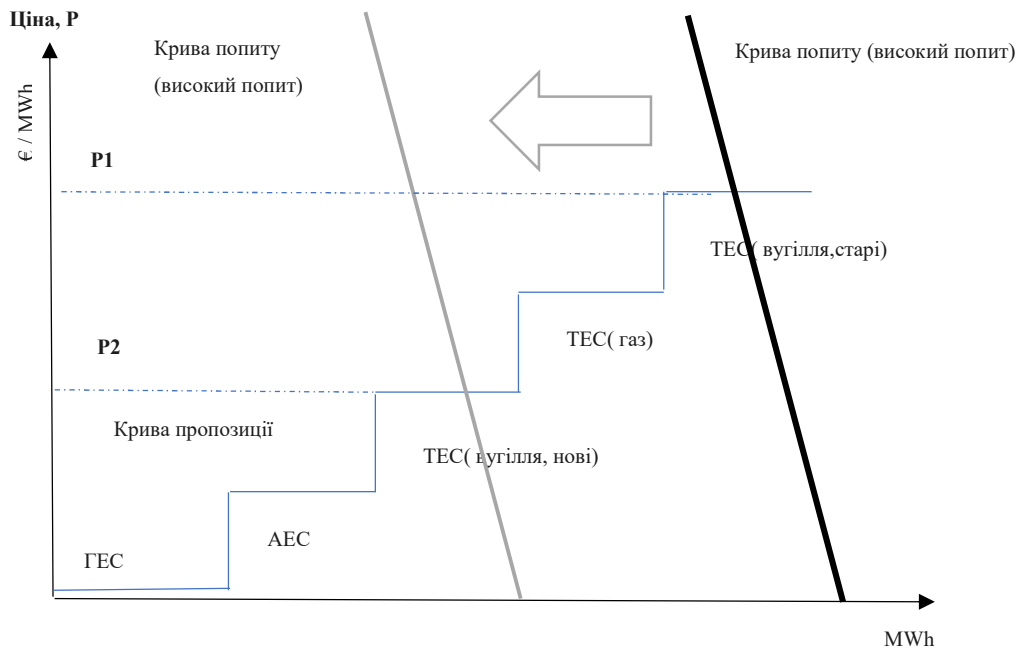


Рис. 1.8. Формування ціни на спотовому ринку електроенергії [28]

Як відомо, змінні витрати багатьох технологій відновлюваної енергетики є мінімальними або близькими до нуля, адже вітер та сонце є безкоштовними джерелами. Для підтримки виробників «зеленої» енергії, в численних країнах їхня продукція має пріоритетний статус: вона в першу чергу надходить до мережі, закуповується та споживається. Отже, вихід на ринок об'єктів відновлюваної енергетики зміщує криву пропозиції праворуч, внаслідок чого ціна знижується до рівня P2, незважаючи на те, що попит лишається високим. (Рис. 1.8 б) [85].

Ця теорія підтверджується практикою. На ринках країн, де частка ВДЕ значна, спостерігається явище зниження середніх цін на електроенергію на термінових ринках. У 2016 р. середні ціни на ринку на день вперед в Німеччині (найбільшому європейському ринку електроенергії) знизилися до 31,68 євро за 1 МВт. Нижче ціни були тільки в 2004 на біржі Erex Spot SE в Парижі. Основними факторами зниження названі збільшення виробництва енергії на ВЕС і СЕС [37]. Аналогічні тенденції

спостерігаються і на довгостроковому сегменті ринку [27]. Впродовж останніх 5 рр. спостерігається подальше падіння цін за договорами на довгострокову поставку: ціна на поставку кВт/год знизилася на 4 центи, що є її історичним мінімумом [108].

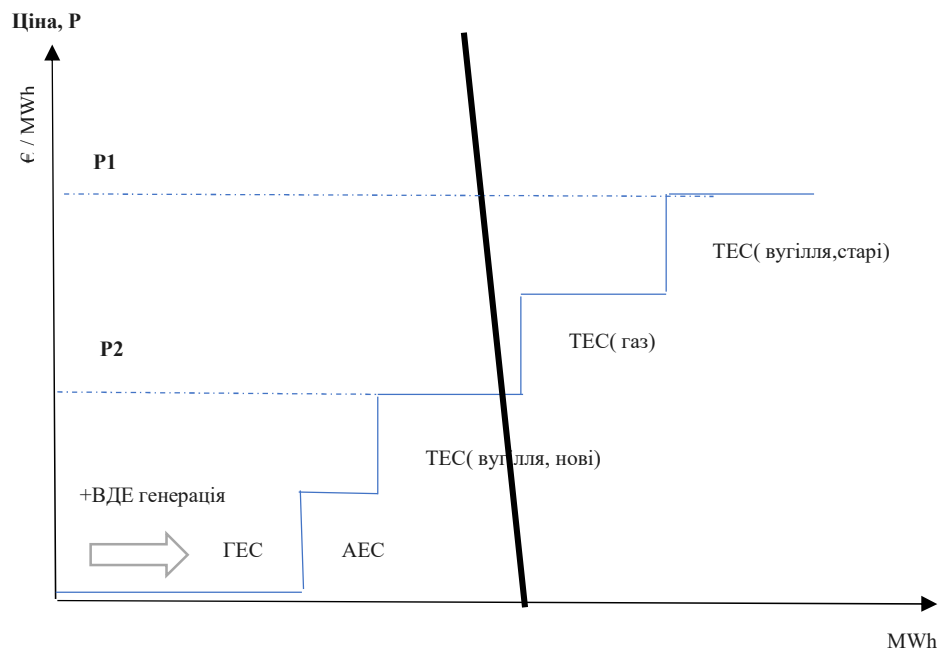


Рис. 1.9. Вплив об'єктів відновлюваної енергетики на ціноутворення [28]

У низці досліджень розглядається позитивний вплив розвитку відновлюваної енергетики на торговельний баланс країн. Адже сонячна, вітрова, гідро-, геотермальна енергія та енергія океану є внутрішніми ресурсами держави. Тому розвиток «зеленої» енергетики може сприятливо позначитися на торговельному балансі, якщо скорочення імпорту палива перевищить імпорт технологій відновлюваної енергії. Наприклад, в Іспанії використання ВДЕ дозволило скоротити імпорт енергетичних ресурсів на 2,8 млрд дол. [48], в той час як в Німеччині – 13,5 млрд дол. [28].

Для країн-експортерів енергоресурсів, які субсидують внутрішні ціни на паливо, розвиток відновлюваної енергетики може мінімізувати внутрішнє споживання та максимізувати обсяги, що йдуть на експорт. Зокрема, в країнах Близького Сходу та Північної Африки інтенсивність сонячного випромінювання настільки висока, що в полуденний час, коли споживання електроенергії максимальне, сонячні електростанції можуть повністю покрити цей піковий попит. Наразі такі пікові навантаження покриваються за рахунок дорогої резервної генерації на базі нафти чи скрапленого газу.

Тому сонячна енергетика є комерційно вигідною навіть без додаткових субсидій [169]. На думку автора, такий підхід є раціональним для країн-експортерів вуглеводнів, оскільки дозволяє збільшити експортні можливості та підвищити ефективність використання власних паливних ресурсів.

Варто пам'ятати, що позитивний вплив «зеленої» енергетики на торговий баланс може проявитися не відразу, а з певним часовим лагом. Адже спочатку необхідне імпортує обладнання для відновлюваних джерел, таке як сонячні панелі чи вітрові турбіни, що тимчасово погіршує торговий баланс. Однак в середньостроковій перспективі нові «зелені» потужності забезпечать скорочення імпорту викопних видів палива, і сальдо торгового балансу стане позитивним. Крім того, розвиток вітчизняного виробництва обладнання для відновлюваної енергетики сприятиме створенню доданої вартості, робочих місць тощо в країні, що також підвищить позитивний вплив на торговий баланс у довгостроковій перспективі.

У багатьох країнах політика підтримки відновлюваної енергетики передбачає певний ступінь локалізації реалізації проєктів. Це спрямовано на розвиток вітчизняного виробництва, створення доданої вартості та робочих місць. Розвинені економіки з потужною ресурсною та технологічною базою можуть швидко налагодити у себе виробництво необхідного обладнання та комплектуючих, імпортуючи досвід реалізації проєктів. Однак для країн, що розвиваються, вимога локалізації може стати бар'єром для інвестицій у «зелену» енергетику. Тому рішення про рівень локалізації має бути зваженим і поетапним. Деякі країни використовують вимоги щодо частки місцевих компонентів як інструмент підтримки галузі. Для розвитку нової промисловості такі вимоги мають бути тимчасовими, пов'язаними з навчанням та орієнтованими на створення конкурентної продукції [132]. Лише так можна досягти балансу між локалізацією та залученням інвестицій у «зелену» енергетику.

Реалізація нових потужностей відновлюваної енергетики є відносно більш трудомісткою порівняно з традиційними технологіями генерації електроенергії на одиницю встановленої потужності (див рис 1.10). Тому держава враховує кількість робочих місць, які будуть створені в процесі реалізації політики підтримки «зеленої» енергетики, з урахуванням ступеня локалізації виробництва. Водночас, перед

прийняттям рішення про локалізацію слід аналізувати розмір внутрішнього ринку, щоб уникнути циклів надмірного зростання потужностей та перевиробництва робочої сили у цій сфері [90]. Тому локалізація виробництва у сфері відновлюваної енергетики має стати катализатором створення нових «зелених» робочих місць, але з урахуванням реального попиту та можливостей економіки.

Зростає кількість досліджень, які доводять позитивний вплив розвитку відновлюваної енергетики на ВВП, особливо за умови досягнення «зеленого» тарифу на рівні ринкових цін та створення конкурентоспроможних локальних виробництв. Наприклад, в Японії, яка планує до 2030 року досягти 14-16% частки ВДЕ, дослідження показали, що вигоди від розвитку галузі у 2-3 рази перевищують витрати. До вигод віднесли: 1) економію на імпорті палива; 2) економічну оцінку скорочення викидів CO₂; 3) непрямі індуковані ефекти для економіки (до 90% загальних вигод) [106]. Подібне дослідження для Малайзії продемонструвало, що «зелений» тариф до 2020 року зумовив зростання сукупного доходу на \$22 млрд. В Китаї у 2016 році виробництво сонячних панелей створило \$52 млрд доданої вартості та 1,6 млн нових «зелених» робочих місць [97]. Численні приклади засвідчують, що розвиток відновлюваної енергетики має потужний позитивний мультиплікативний ефект для економіки та створення доданої вартості.

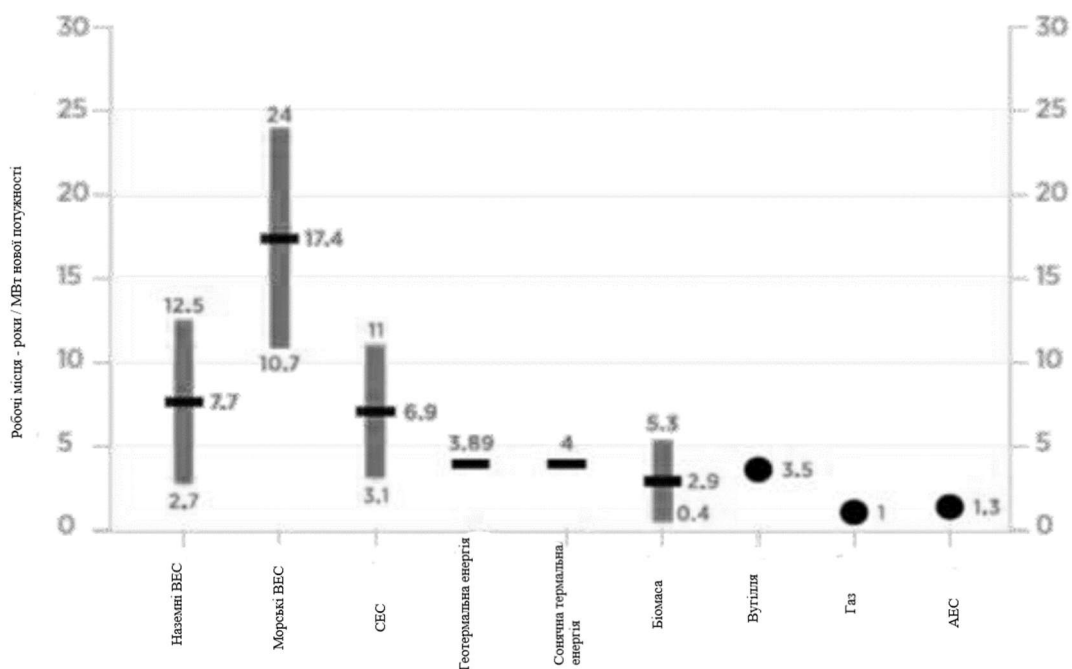


Рис. 1.9. Потенційні робочі місця в розрізі технологій ВДЕ [186]

Розвиток відновлюваної енергетики може мати потужний позитивний вплив на рівень зайнятості. У 2017 р. в цьому секторі вже працювало 7,7 млн осіб без урахування великої гідроенергетики [97]. Лідерами за кількістю «зелених» робочих місць є Китай, Бразилія, США, Індія, Німеччина, Іспанія, Бангладеш. Зокрема, у Китаї у сфері ВДЕ задіяно 2,6 млн працівників, з яких 1,6 млн - виключно в сонячній енергетиці. Бразилія посідає друге місце завдяки виробництву біопалива. У США спостерігається стрімке зростання кількості робочих місць у сонячній енергетиці, переважно у сегменті фотоелектричних систем. Водночас в Європі динаміка зайнятості у сфері ВДЕ була неоднорідною. Позитивні тенденції спостерігалися у вітроенергетиці та біоенергетиці, але зайнятість у сонячній енергетиці скорочувалася, зокрема в Німеччині та Іспанії [175]. На нашу думку, це пов'язано із уповільненням економічного зростання, політикою економії та нестабільністю регуляторного середовища (скасування тарифів зі зворотною дією). Такі заходи знижують довіру інвесторів, що негативно позначається на створенні нових «зелених» робочих місць. Стабільний розвиток відновлюваної енергетики за умов передбачуваності державної політики та стимулів матиме вкрай позитивний соціально-економічний ефект у вигляді нових «зелених» робочих місць по всьому світу.

У низці азійських країн досягнуто значного прогресу у сфері створення робочих місць у відновлюваній енергетиці. Наприклад, у Бангладеш створено 100 тисяч «зелених» робочих місць, в Японії - 60 тисяч, у Малайзії - 10 тисяч. Динаміка зайнятості за окремими технологіями ВДЕ істотно відрізняється. Кількість робочих місць у сонячній енергетиці з 2011 року потроїлася і перевершила показники вітроенергетики. У сфері біоенергетики найвищі показники зайнятості спостерігаються у виробництві рідкого біопалива. Водночас у великих аграрних країнах, як-от Бразилія, швидке зростання робочих місць відбувається у сегменті переробки сільськогосподарських та побутових відходів [97].

Дані, зібрані за реалізованими проектами відновлюваної енергетики, демонструють, що на кожен мегават встановленої потужності у цій сфері створюється більше робочих місць порівняно з традиційною енергетикою. Це стосується як етапу будівництва об'єктів «зеленої» генерації, так і їх подальшої експлуатації. Наприклад, за даними досліджень у США, на будівництві 1 МВт потужності сонячної електростанції

в середньому створюється 11 робочих місць. Для порівняння - лише 3 робочих місця для газової електростанції та 1 робоче місце для АЕС такої ж потужності [186]. На етапі експлуатації кількість зайнятих на 1 МВт становить: 0,5 осіб для сонячної електростанції, 0,1 особи для газової та 0,2 особи для атомної. Тобто співвідношення залишається аналогічним і свідчить, що саме «зелена» енергетика є потужним драйвером створення нових робочих місць.

Екологічний вплив виробництва електроенергії поділяється на два види: локальний і глобальний. Локальні ефекти стосуються безпосередньо регіону: забруднення водних об'єктів, локальне виснаження природних ресурсів, погіршення якості повітря, шумове забруднення, зміна землекористування (зміна хабітатів або переселення людей), знецінення земельних активів, втрата естетичної цінності. До локальних впливів також відноситься ризик аварій і катастроф. Глобальні питання екологічного впливу концентруються переважно на емісії парникових газів, зміні клімату і окисленні океану [208].

Існує думка, що вироблення електроенергії на основі ВДЕ є абсолютно екологічно чистим варіантом. Це не зовсім так, оскільки ці джерела енергії володіють принципово іншим спектром впливу на навколишнє середовище в порівнянні з традиційною енергетикою, причому в деяких випадках вплив останньої передбачає навіть меншу небезпеку. До того ж, певні види екологічного впливу ВДЕ на навколишнє середовище, по суті, не зрозумілі і не вивчені до теперішнього часу [59].

Таким чином, всі види енергозабезпечення, включаючи ВДЕ, мають негативний вплив на навколишнє середовище. Проте, в сукупності, розглядаючи весь життєвий цикл енергогенерації – від виробництва обладнання до його повного списання та утилізації – вплив від ВДЕ набагато менший, ніж від традиційної енергетики. Більшість технологій ВДЕ не споживають палива під час експлуатації і не використовують вичерпні природні ресурси. У той же час, технології ВДЕ споживають значно менше води, ніж традиційна електрогенерація.

Для ВДЕ також характерний мінімальний ризик техногенних катастроф, на відміну від традиційної генерації – наприклад, вибух нафтової платформи Deepwater Horizon в 2010 р., аварія на АЕС Фукусіма в 2011 р.

Найбільшим негативним впливом енергетики на навколишнє середовище вважається її внесок у зміну клімату. Електроенергетика відповідає за 40 % емісії вуглекислого газу. Можна здійснити порівняльний аналіз викидів CO₂ на вироблений кВт/год за різними технологіями протягом їх життєвого циклу. Щоб визначити сукупну емісію протягом усього періоду існування електростанції, необхідно врахувати її на кожному етапі життєвого циклу. Там, де використовується паливо (біопаливо, викопне паливо або ядерне паливо), необхідно враховувати ланцюжок його поставки, неконтрольовані викиди в період видобутку і спалювання (не тільки вуглекислого газу, але також і метану, оксиду азоту та інших парникових газів), виробництво обладнання для розвідки родовищ, інфраструктурні емісії та викиди, пов'язану з транспортуванням. Необхідно враховувати також емісію, пов'язану із забезпеченням електроенергією і теплом самих генеруючих об'єктів, з виробництвом цементу і металів, необхідних для їх будівництва і ін.

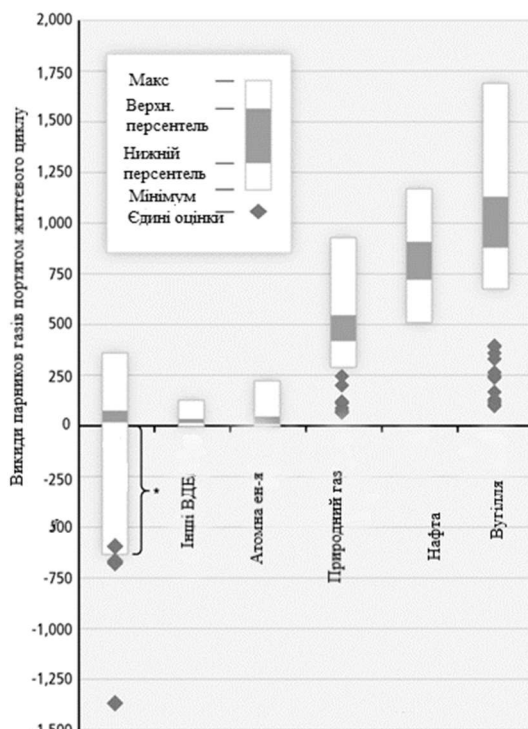


Рис. 1.1. Емісія CO₂ життєвих циклів різних технологій [202; 23]

Грунтуючись на підході життєвого циклу, необхідно враховувати вуглецевий слід виробництва сонячних панелей, викиди при транспортуванні природного газу від родовища до електростанції, емісії, пов'язані з виведенням АЕС з експлуатації та утилізацією ядерних відходів. На Рис. 1.11 представлена емісія життєвого циклу на кВт/год для ряду технологій ВДЕ і для технологій традиційної генерації.

Як показує рисунок, в процесі свого життєвого циклу ВДЕ викидає в 10-120 разів менше, ніж газова електростанція (найчистіша з традиційних технологій) і до 250 разів менше, ніж вугільна. Таким чином, потенціал скорочення викидів парникових газів, який мають

технології ВДЕ, означає, що вони повинні відігравати ключову роль в боротьбі зі зміною клімату і бути суттєвою частиною будь-якого сценарію розвитку світової енергетики.

У міру того як росте частка ВДЕ в енергобалансі, структура електроенергетики зазнає суттєвих змін. Галузь, яку до сих пір формували великі об'єкти централізованого енергопостачання, стає все більш децентралізованою, різномірною та роззосередженою. У Німеччині майже половина всіх генеруючих об'єктів ВДЕ знаходиться у власності домогосподарств і ферм, і лише 12 % активів ВДЕ керується безпосередньо великими енергоконцернами.

Розвиваються також нові технології збереження енергії та так звані «інтелектуальні» технології (smart) управління електроспоживанням, орієнтованого на попит. На багатьох ринках, що формуються, автономні і міні енергосистеми ВДЕ вже є основним джерелом електроенергії. Таким чином, у країнах, що розвиваються, в яких формування енергосистем тільки починається, мають можливість перестрибнути розвиток централізованих систем енергопостачання і відразу створити у себе гнучку децентралізовану систему міні-енергопостачання. Ці та інші тенденції вимагають перегляду енергетичної парадигми, відходу від системи домінування декількох великих об'єктів енергопостачання до безлічі розподілених енергосистем, де споживач електроенергії одночасно є виробником, і при цьому сам визначає і контролює, як і де споживається енергія [81].

Уряди можуть зробити дуже багато для розвитку нової енергетичної парадигми, так само як і, навпаки, для підтримки і консервації старої централізованої моделі. Інвесторам в технології ВДЕ потрібні стабільні і передбачувані рамкові умови. Їм також необхідні єдині правила гри, включаючи скорочення субсидування паливної енергетики. Крім цього, інвестору потрібна нова інфраструктура передачі електроенергії, яка б дозволила використовувати переваги синергії різних видів ВДЕ.

Нова парадигма енергозабезпечення означає, що уряди повинні усвідомити і визнати весь комплекс вигод і переваг від розвитку ВДЕ в усіх можливих сферах: це і турбота про здоров'я населення, і розвиток сільських та ізольованих регіонів, енергетична безпека, імпортозаміщення викопного палива. Нинішні зміни створюють потенціал для нової індустріальної революції, створення нової енергосистеми,

заснованої на відновлюваній енергетиці [202].

Не дивлячись на те, що деякі технології ВДЕ в окремих сприятливих регіонах можна вже порівнювати за витратами з традиційною електрогенерацією, вони переважно залишаються з високими витратами і неконкурентоспроможними. Тому їх подальший розвиток і поширення неможливі без державної підтримки.

Зазвичай програми державної підтримки ВДЕ спрямовані на досягнення відразу кількох цілей: наприклад, поліпшення технологічної конкурентоспроможності ВДЕ через зниження витрат виробництва, створення робочих місць, збільшення внутрішнього виробництва електроенергії, декарбонізація енергосистеми. У деяких країнах державна політика підтримки ВДЕ існує більше 15 р., тому до теперішнього часу розроблено значний регулятивний інструментарій та досвід кращих практик реалізації таких політик [219].

К. Мітчел [144] виділяє чотири категорії інструментів політики підтримки ВДЕ:

- фіскальні стимули;
- державне фінансування;
- регулятивні інструменти
- політика привілейованого доступу.

Огляд цих інструментів представлений у Додатку Б.

Р. Хаас і Н. Майер [79] запропонували всі інструменти підтримки ВДЕ подати у вигляді матриці (Таблиця 1.2.) в залежності від приналежності інструменту до одного з двох параметрів: 1. Регулювання ціни на зелену електрику або обсяг генерації. 2. підтримка політики інвестицій в потужності ВДЕ чи безпосередні субсидії.

Таблиця 1.2

Схеми підтримки ВДЕ

	Ціна	Обсяг
Інвестиції	Інвестиційні дотації Податкові кредити Низькі ставки відсотка / пільгові кредити	Тендерні системи для інвестиційних грантів

Генерація	фіксовані тарифи цінові надбавки	Квоти, портфельний стандарт ВДЕ Тендерні системи для довгострокових контрактів
-----------	-------------------------------------	--

Джерело [80; 96]

Спільнота з питань політики в галузі відновлюваної енергетики 21 століття (The Renewable Energy Policy Network of the 21st Century (REN21)) щороку готує огляд світової політики щодо ВДЕ. На підставі цього огляду можна робити висновки про існування кількох цікавих тенденцій.

По-перше, останнім часом в світі спостерігається швидке зростання кількості державних програм з розвитку ВДЕ: якщо в 2005 р. політику щодо підтримки ВДЕ реалізовували у себе 48 країн, то на початок 2018 р. кількість таких країн зросла до 168, причому більше половини з них розвиваються, або країни з ринками, що формуються [176].

Більшість країн застосовують відразу кілька інструментів підтримки, причому простежується кореляція між доходом країни і кількістю інструментів: країни з високим доходом застосовують в середньому 4,8 різних механізмів, тоді як країни з низьким доходом – лише 2,2109. В Таблиці 4 представлений огляд застосування різних механізмів підтримки в світі.

Таблиця 1.3.

Використання механізмів підтримки ВДЕ за видами

Інструмент	2004	2014	2018
Країни із затвердженими цілями щодо ВДЕ	48	144	168
Країни, які використовують фіксований тариф	34	106	111
Країни, які використовують квоти/сертифікати	11	99	100

Джерело [176]

Фінансова підтримка відіграє вирішальну роль у розвитку та впровадженні ВДЕ. Декілька досліджень продемонстрували позитивний вплив фінансових стимулів та інвестицій на зростання галузей відновлюваної енергетики [124; 114; 126; 7; 212]. Зокрема, фінансова підтримка дозволяє подолати фінансові бар'єри, залучити необхідні інвестиції, знизити витрати та сприяти комерціалізації технологій відновлюваної

енергетики. Отже, особам, які формують політику, варто розглянути впровадження ефективних фінансових механізмів для стимулювання зростання цього сектору [124; 114; 126; 7; 212].

Проте існує дискусія щодо оптимальної форми такої фінансової підтримки ВДЕ. Аналіз світового досвіду свідчить, що найбільш поширеним механізмом є податкові інструменти, в той час як пряме бюджетне фінансування у формі інвестиційних субсидій чи грантів більш характерне для економічно розвинутих країн [126; 127].

З одного боку, перевага податкових стимулів полягає в їх меншій витратності для державних фінансів порівняно з прямими субсидіями. Це робить податкові пільги привабливішим інструментом для країн з обмеженими бюджетними можливостями [213]. Крім того, на відміну від субсидій, податкові стимули не вимагають складної процедури розподілу коштів і є більш ринково-орієнтованими [128].

З іншого боку, пряме бюджетне фінансування надає урядам можливість здійснювати цільову підтримку пріоритетних проєктів ВДЕ та впливати на структуру галузі. Субсидії і гранти також можуть мати вищий стимулюючий ефект для інвесторів [7]. Проте відсутність ринкових стимулів при їх розподілі породжує ризики неефективного використання коштів.

Податкові стимули є важливим інструментом політики для сприяння розвитку відновлюваної енергетики. Вони можуть забезпечувати фінансові вигоди та стимули для фізичних осіб, бізнесу та інвесторів вкладати кошти у проєкти відновлюваної енергетики.

У Сполучених Штатах Америки податкові стимули широко застосовуються на федеральному та регіональному рівнях для прискорення розвитку відновлюваної енергетики. Дослідження Ііна і Пауерса [218] вивчало вплив державних стандартів відновлюваної енергетики у штатах США, які часто включають податкові стимули, на сприяння відновлюваній енергетиці. Воно продемонструвало, що такі стандарти мають позитивний ефект на розвиток відновлюваної енергетики у межах штатів. На федеральному рівні діє інвестиційний податковий кредит, про аналіз ефективності якого йдеться у дослідженні Нутма [118]. Зокрема, цей податковий стимул суттєво прискорив розгортання проєктів сонячної та вітрової енергетики у США з 2006 року. Ще одним

важливим федеральним стимулом є виробничий податковий кредит для відновлюваної енергетики, вплив якого досліджував Кім та ін. у 2021 році [115]. Їх результати продемонстрували, що цей податковий інструмент відіграв ключову роль у розвитку галузі відновлюваної енергетики та залученні приватних інвестицій. Отже, досвід США свідчить про ефективність поєднання федеральних та регіональних податкових стимулів для прискорення «озеленення» енергетичного сектору країни.

У Китаї податкові інструменти також активно застосовуються в рамках державної політики розвитку відновлюваної енергетики. Дослідження Го [77] проаналізувало заходи підтримки «зеленої» енергетики, запроваджені в Китаї з 2006 року. Серед них було виділено податкові стимули як один з ключових методів поряд з гарантованими тарифами. За допомогою цих інструментів Китай досягнув значного зростання частки відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії. Інше дослідження на чолі з Веєм [214] згадує податкові пільги для відновлюваних джерел енергії серед ринково-орієнтованих заходів, які застосовувалися в Китаї для підвищення конкурентоспроможності «зеленої» енергетики. З 2010 року центральний уряд Китаю надає 50% знижку з податку на додану вартість для виробників обладнання відновлюваної енергетики, а також повне звільнення від податку на прибуток на перші три роки функціонування. Окремі провінції та міста запроваджують додаткові податкові пільги. Таким чином, поєднання національних та регіональних стимулів сприяє активному розвитку сектору відновлюваної енергетики у Китаї.

У країнах ЄС податкові інструменти є частиною загальної політики підтримки відновлюваних джерел енергії. Дослідження Сонга [195] про систему субсидій у Китаї виділило серед інших механізмів податкові пільги як ефективний стимул. Це дає уявлення про потенціал таких стимулів у ЄС. Інше дослідження на чолі з Ярайте [107] продемонструвало стрімке зростання обсягів субсидій для відновлюваної енергетики у багатьох державах Євросоюзу. Це опосередковано вказує на важливу роль фінансових стимулів, у тому числі у формі податкових пільг. Наприклад, у Німеччині діє повне звільнення від екологічного податку для виробників електроенергії з відновлюваних джерел. У Франції впроваджено зниження податку на додану вартість до 5,5% для робіт з модернізації житла з метою підвищення енергоефективності та використання

відновлюваних джерел енергії. Отже, незважаючи на певні відмінності, податкові інструменти є важливою частиною політики ЄС щодо «озеленення» енергетики.

Узагальнюючи досвід США, Китаю та ЄС, можна зробити висновок, що податкові стимули є ефективним інструментом прискорення розвитку відновлюваної енергетики. Водночас конкретні моделі податкових пільг можуть суттєво відрізнятися залежно від національних умов та пріоритетів країни. Але загальна тенденція полягає у поєднанні стимулів на національному та регіональному рівнях для комплексного заохочення інвесторів та виробників «зеленої» енергії.

Фінансова підтримка у формі субсидій відіграє важливу роль у стимулюванні розвитку та впровадження ВДЕ, про що свідчить значний масив наукових досліджень. Зокрема, роботи Себрі та Бен-Салхи [190], Лі та ін. [126] демонструють позитивний вплив споживання енергії з ВДЕ на економічне зростання. Це вказує, що стимулювання «зеленої» енергетики через субсидії може принести макроекономічні вигоди країні.

Низка інших досліджень аналізує конкретні механізми субсидування та їх ефективність. Зокрема, робота Ліна та Пауерса [218] вивчала вплив державних стандартів відновлюваної енергетики у США, які часто включають субсидії, та знайшла їх позитивний ефект. Дослідження Халіда та ін. [114] наголошує, що фінансові стимули суттєво поліпшують доступ до капіталу та сприяють впровадженню ВДЕ. Робота Го [77] щодо наслідків скорочення субсидій на відновлювану енергетику в Китаї продемонструвала їх вагомий роль в енергетичному переході країни.

Окрема група досліджень підкреслює значення субсидій для зниження вартості технологій ВДЕ та підвищення їх конкурентоспроможності. Зокрема, у праці Баламана [7] зазначається, що субсидії дозволяють знизити фінансові витрати життєвого циклу проектів ВДЕ. Дослідження Оуянґ та Ліна [155] також продемонструвало позитивний вплив субсидування на розвиток відновлюваної енергетики у Китаї. Таким чином, фінансова підтримка сприяє комерціалізації «зелених» технологій та підвищує їх конкурентоздатність на енергетичному ринку.

Таким чином, субсидії є дієвим інструментом стимулювання розвитку сектору ВДЕ. Вони можуть забезпечувати макроекономічні вигоди, сприяти залученню інвестицій, зниженню вартості технологій та підвищенню конкурентоспроможності

відновлюваної енергетики. Тому урядам доцільно розглядати ефективні програми субсидування як частину комплексної політики розвитку «зеленої» енергетики.

У цілому вибір оптимальної політики стимулювання ВДЕ залежить від конкретних умов країни. Для економічно розвинутих держав поєднання податкових та інвестиційних інструментів може бути раціональним підходом. В той же час для країн, що розвиваються, пріоритетом має стати впровадження податкових пільг, що сприятимуть розвитку відновлюваної енергетики без надмірного тиску на державний бюджет.

Схема фіксованого або «зеленого» тарифу є одним з найпоширеніших механізмів державної політики стимулювання розвитку відновлюваних джерел енергії як у розвинутих країнах, так і в країнах, що розвиваються. Станом на 2019 рік цей інструмент застосовувався у 111 країнах світу. Суть схеми полягає у забезпеченні гарантованого рівня доходу виробникам «зеленої» електроенергії у вигляді фіксованого тарифу за кожен вироблений кВт/год. Цей тариф розраховується таким чином, щоб покрити усі витрати на виробництво енергії з відновлюваних джерел та забезпечити очікувану норму рентабельності проектів. Розмір тарифу залежить від технології, часу введення об'єкту в експлуатацію, його потужності та інших чинників. Він гарантується державою на тривалий період, зазвичай 15-20 років [111].

Вперше схема фіксованого тарифу була запроваджена у США на рівні окремих штатів у 1978 році. Проте найбільш потужним поштовхом до її поширення стало прийняття Німеччиною у 1994 році закону про відновлювані джерела енергії, який передбачав механізм фіксованого тарифу. Цей досвід Німеччини ліг в основу регуляторних ініціатив багатьох інших країн у цій сфері. Фіксований «зелений» тариф є найефективнішим механізмом підтримки порівняно з податковими пільгами, квотами чи портфельними стандартами [59]. Завдяки йому було розгорнуто значну частку відновлюваних потужностей у світі.

Суть схеми фіксованого тарифу полягає у наданні довгострокових контрактних гарантій девелоперам «зеленої» енергетики на закупівлю у них електроенергії за певною ціною за кВт/год. Ця ціна може варіюватися залежно від технології, масштабу проекту, наявності ресурсів та інших чинників. Гарантований рівень оплати забезпечує

інвесторам стабільність та передбачуваність грошових потоків на тривалий термін, що є ключовим для окупності проектів у сфері відновлюваної енергетики.

Існують два основні варіанти реалізації схеми: модель фіксованої ціни та модель фіксованої надбавки. За першим підходом загальний розмір платежу за кВт/год не залежить від ринкової кон'юнктури і є незмінним протягом встановленого терміну. Це забезпечує максимальну стабільність для інвесторів. За моделлю фіксованої надбавки до ринкової вартості електроенергії додається гарантована премія, тому загальна виплата коригується відповідно до коливань цін на ринку. Цей підхід є більш ринково орієнтованим, але менш передбачуваним для інвесторів [81].

У більшості країн все ще домінує модель фіксованої ціни, проте останнім часом уряди починають запроваджувати комбінований підхід, пропонуючи вибір між двома варіантами. За умови належного встановлення параметрів, фіксований «зелений» тариф є ефективним для досягнення цільових показників розвитку відновлюваної енергетики. Однак на практиці трапляються випадки неоптимального рівня тарифів через інформаційну асиметрію, лобіювання інтересів, технологічний прогрес тощо.

В країнах Європейського Союзу FIT схеми відіграли вирішальну роль у сприянні «зеленій» генерації та трансформації енергосистеми. Наприклад, у Німеччині FIT механізм був ключовим драйвером стрімкого зростання відновлюваних потужностей з 2000-х років [94]. В інших країнах ЄС, таких як Іспанія, Франція та Італія, FIT також активно застосовувалися та стимулювали інвестиції у вітрову та сонячну енергетику [41; 40] 015). Загалом, дослідження показують, що FIT програми в країнах ЄС сприяли нарощуванню потужностей ВДЕ, стимулювали приватні інвестиції та вплинули на ціноутворення на ринку електроенергії [120].

Натомість у США та Канаді роль FIT механізмів була значно менш помітною, оскільки там більше застосовувалися інші інструменти підтримки, зокрема податкові стимули [147]. Проте аналізовані дослідження свідчать, що FIT все одно мають потенціал для залучення інвестицій та реалізації проектів ВДЕ у Північній Америці [112; 41].

Найбільш поширеною проблемою реалізації схеми фіксованого тарифу є підвищення цін на електроенергію для кінцевих споживачів. Адже ринкова виручка від

продажу «зеленої» енергії на біржі часто не покриває гарантований державою рівень оплати. Тому виникає необхідність компенсувати різницю за рахунок надбавки до тарифу для споживачів. Розмір цієї надбавки залежить від обсягу виплат виробникам ВДЕ, їхнього доходу від продажу енергії на ринку, кількості споживачів та інших чинників [72]. Зростання «зеленої» надбавки пов'язане також зі зниженням загального рівня цін на електроенергію, збільшенням частки споживачів, звільнених від її сплати, недосконалим моніторингом виконання умов підтримки тощо. Таким чином, ефективна реалізація схеми фіксованого тарифу вимагає ретельного аналізу та балансування інтересів усіх учасників енергетичного ринку.

Технології виробництва електроенергії зазвичай конкурують між собою на ринках електроенергії, щоб постачати електроенергію відповідно до «порядку завантаження» на основі наявності та граничних витрат на виробництво для будь-якого даного періоду. Електростанції, що працюють на викопному паливі, атомні, біомаси та гідроелектростанції можуть бути задіяні або налаштовані для задоволення попиту.

Залежно від наявних у системі електрогенеруючих потужностей, оператор системи може спланувати, які генеруючі блоки будуть використані для задоволення очікуваного чистого попиту на навантаження у кожній точці наступного дня. Один з підходів - ранжувати блоки в системі у порядку зростання їх граничних витрат на виробництво (витрати, понесені при виробництві додаткового кіловат-години), відомий як порядок завантаження [91].

Традиційно це означає, що першими в мережі задіяні гідроелектростанції. За ними йдуть атомні станції, а потім вугільні та/або газові електростанції комбінованого циклу (CCGT). Оскільки ціна на вугілля в Європі низька через надлишки експорту з США, а також з огляду на надзвичайно низьку ціну на CO₂ на європейському ринку квот на викиди, вища ціна на газ через прив'язку газових контрактів до нафти, електростанції, що працюють на вугіллі, як правило, задіяні перед газовими турбінами.

Далі йдуть газотурбінні установки відкритого циклу та блоки, що працюють на нафті, з найвищими витратами на паливо. Тому під час пікових періодів граничною електростанцією логічно є газова електростанція комбінованого циклу.

Ціни на електроенергію на спотовому ринку вищі під час пікових годин, коли

попит може перевищувати максимальні рівні постачання, які електростанції можуть забезпечити, що призводить до відключень і обмеження навантаження. Газові турбіни або турбіни внутрішнього згорання, що працюють на дизельному паливі, задіяні для забезпечення пікового попиту; вони використовують дороге паливо та викидають більше вуглецю. Тому виробники електроенергії повинні компенсувати постійні витрати базових електростанцій (наприклад, гідро- та атомних) протягом пікових годин [55].

Дійсно, продаж ядерного кВт·год на основі граничних витрат газової турбіни під час пікових годин - це засіб отримати надбавку для покриття постійних витрат на ядерну енергію, оскільки атомні електростанції, як правило, є ціноотримувачами на ринках, де граничні ціни встановлюються дорожчими піковими блоками [135].

На конкурентному ринку, виходячи з припущення, що парк генерації є оптимальним, ціна продажу дозволяє відшкодувати всі постійні та змінні витрати на інфраструктуру, якщо ціноутворення здійснюється для кожного періоду - позапікових годин, повних годин, пікових годин - на основі граничних витрат генеруючих потужностей. У пікові години мають бути покриті змінні та постійні витрати пікових електростанцій, таких як газові турбіни.

У позапікові години потрібно покрити лише змінні витрати граничних електростанцій; іноді це буде вугільна електростанція, а іноді - атомна.

Однак, оскільки ВДЕ не мають витрат на паливо, їх граничні витрати дорівнюють нулю. Таким чином, електроенергія з ВДЕ робить вугільну електростанцію граничною. Відповідно ринкова ціна на електроенергію є нижчою, ніж була б за відсутності генерації з ВДЕ.

Дійсно, якщо вітрові чи сонячні електростанції не отримували б винагороду за «зеленим» тарифом, вони ніколи не були б прибутковими, оскільки ринкова ціна у повні та пікові години не дозволила б їм відшкодувати власні постійні витрати.

Рис. 1.11 показує криву порядку завантаження потужностей, побудовану відповідно на основі середніх та граничних витрат.

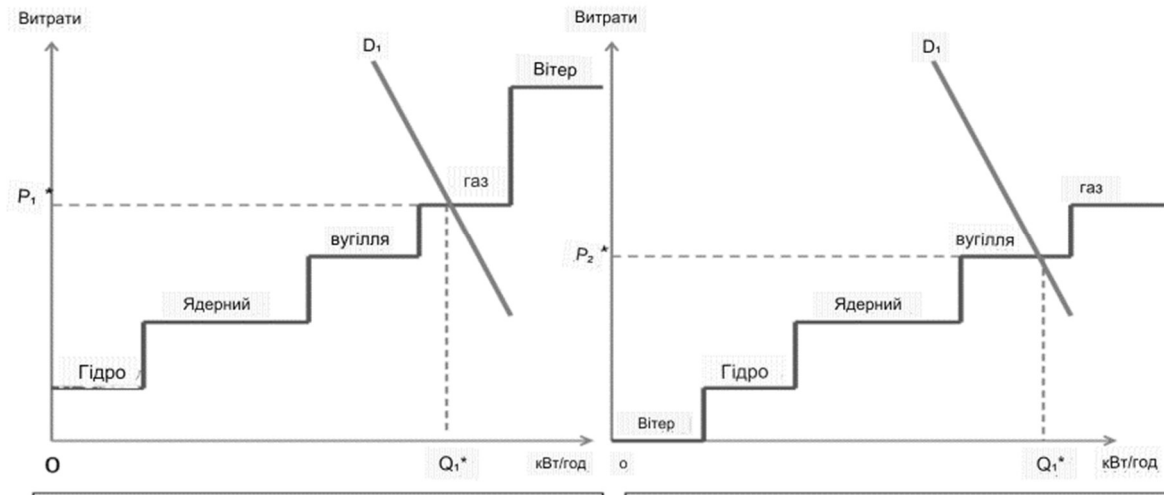


Рис. 1.11. Ефект порядку завантаження потужностей на основі середніх та граничних витрат [208]

Традиційно оператори енергосистем планували завантаження генеруючих потужностей на основі середніх витрат на виробництво електроенергії різними технологіями. За такого підходу першими в мережу подавались електростанції з найнижчою середньою собівартістю – гідроелектростанції, потім атомні, вугільні та в останню чергу – газові.

Однак в умовах лібералізованих енергоринків поширеним став підхід планування на основі граничних витрат виробництва. Граничні витрати - це додаткові витрати на виробництво ще однієї додаткової одиниці продукції. Для електроенергії це витрати на виробництво ще одного кВт·год.

За підходом граничних витрат, пріоритет надається технологіям з нижчою вартістю виробництва останньої одиниці енергії. Для атомних та гідроелектростанцій граничні витрати мінімальні, оскільки основні витрати - це капітальні інвестиції, а не паливо.

Натомість для вугільних та газових електростанцій граничні витрати вищі через вартість палива для виробництва додаткової одиниці. Тому в порядку завантаження потужностей на основі граничних витрат першими йдуть атомні та гідроелектростанції, а вугільні та газові - в кінці.

Відновлювані джерела енергії мають нульові граничні витрати на паливо. Тому їхня генерація знижує загальний рівень граничних витрат в енергосистемі і, відповідно, оптові ціни на ринку електроенергії. Це називається ефектом витіснення порядку завантаження потужностей або мерит-ордер ефектом.

Отже, планування завантаження генеруючих потужностей на основі граничних витрат з урахуванням нульових граничних витрат відновлюваних джерел енергії має важливі наслідки для формування оптових цін на електроенергію.

1.3. Регіональні особливості розвитку ринків відновлювальної енергетики

Значення ВДЕ у світовій економіці поступово зростає. Особливого швидко їх частка збільшується в енергобалансі розвинених країн. Залучення країн, що розвиваються, до декарбонізації їх енергетики відбувається паралельно зниженню собівартості відповідних технологій. Крім того, завдяки зростанню конкурентоспроможності, модульному характеру, можливості швидкого масштабування і потенціалу створення нових робочих місць, ВДЕ набувають більшої популярності. ВДЕ дозволяють поєднувати короткострокові відновлювальні заходи із забезпеченням середньо- та довгострокової енергетичної та кліматичної стійкості. Сонячні фотоелектричні модулі та наземні вітрові електростанції дозволяють легко і швидко розгорнути необхідні потужності, в той час як морські вітрові електростанції, гідроелектроенергетика, біоенергетика і геотермальні технології забезпечують варіанти додаткових і економічно ефективних середньострокових інвестицій.

Аналіз поточного стану та прогнозів розвитку ВДЕ дозволяє зробити висновок, що електроенергетика багатьох країн світу динамічно змінюється. Ключовим завданням цих змін є забезпечення загального доступу до недорогих, надійних, стійких та сучасних джерел енергії. Це досягається шляхом активної інтеграції різних традиційних та ВДЕ.

Основними чинниками, що визначають структуру трансформації енергетичної системи у світі, є:

- підвищення якості та ефективності роботи енергетичних систем, розширення доступності енергії з використанням інноваційних технологій, забезпечення високого рівня екологічної та кліматичної безпеки. При такому використанні ВДЕ спільно з підвищенням енергоефективності розглядається, як основні заходи досягнення вказаних рішень за кліматом [30];

- значне зменшення вартості технологій виробництва та використання електроенергії, включаючи вітрові та сонячні електростанції, розподілену генерацію,

електротранспорт, систему управління та накопичення енергії [138];

- розвиток електрифікації економіки, розширення цифровізації та автоматизації енергетичних систем.

Поточні технологічні зміни забезпечують створення інституціональної основи, що визначає регулюючі, технологічні та економічні правила нагляду та ефективного розвитку та функціонування енергетичної системи в нових умовах. Тобто, проходить активний процес створення політичних, ринкових та регулюючих умов, а також встановлення практик планування та функціонування енергетичної системи, які прискорюють інвестування, інновації та використання інтелектуальних, ефективних, надзвичайних та екологічно безпечних технологій. Трансформація енергетичних систем, яка нині триває, призводить до зміни взаємодії між передавальними та розподільними електричними мережами.

Нас цікавлять саме ринки ВДЕ у продуктовому та галузевому розрізах. Нижче представлено загальну структуру ринків ВДЕ за джерелами. Гідроенергетика займає найбільшу частку.

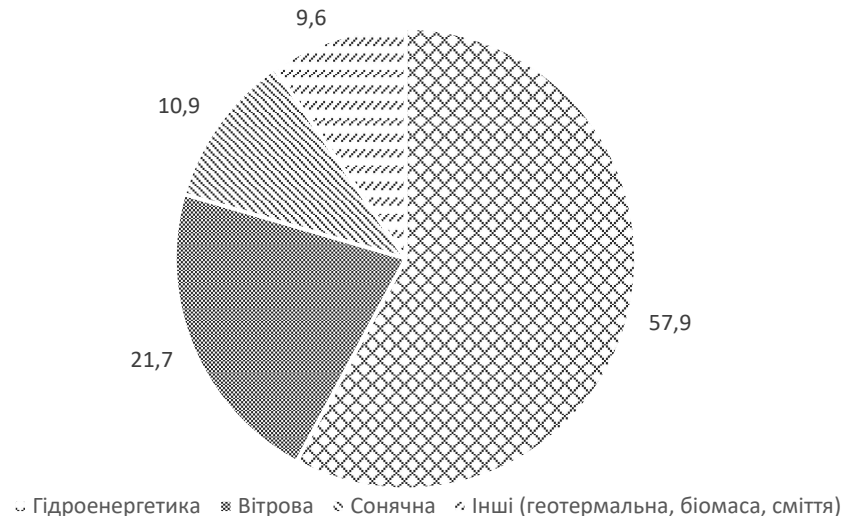


Рис. 1.12. Сегментація світового ринку відновлюваних джерел енергії [28]

Частка ВДЕ в глобальному використанні первинної енергії зросла з 6,04 % у 1965 р. до 11,41 % у 2021 р. Найбільша частка ВДЕ в Ісландії (79,08 %), Норвегії (66,18 %), Бразилії (45,02 %) та Швеції (42,24 %).

Найбільше частка ВДЕ зросла в країнах Європи та Пд. Америки, зокрема: Ісландії (+55,25 %вп, 232 %), Данії (30,12 вп, 71,717 %), Венесуелі (23,4 вп, 1177 %), Еквадорі,

Бразилії, Німеччині, Румунії, Перу, Великобританії та Колумбії. У середньому зростання для останніх країн становило 15 вп. Найбільше відносне зростання спостерігалось у Данії – на 71717 %, Пд. Африці – 7521 %, Білорусі, Бельгії, Угорщині – по 3500 %.

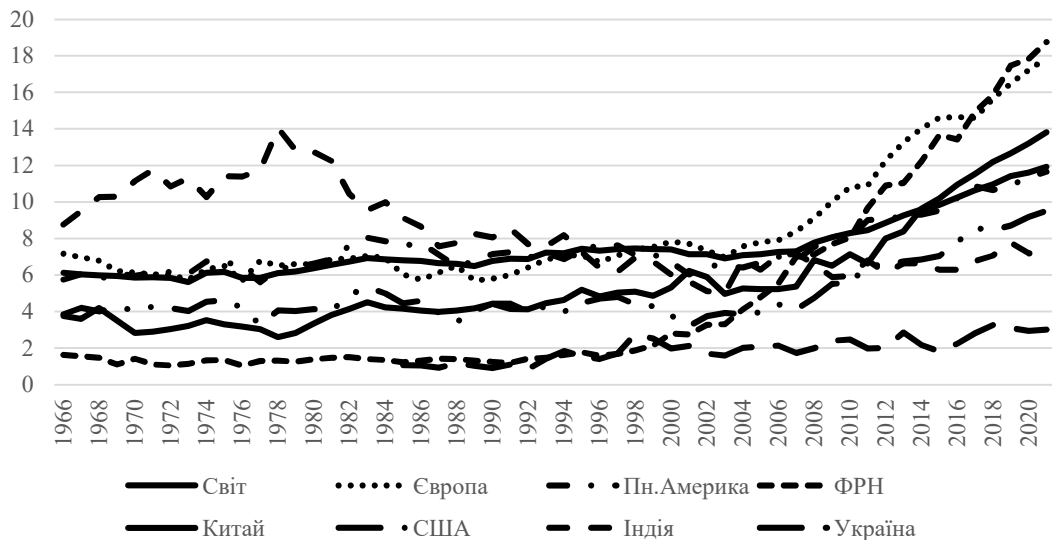


Рис. 1.13. Частка ВДЕ в споживанні первинної енергії [28]

Аналіз розподілу даних Міжнародного агентства з поновлюваних джерел енергії (IRENA) в розрізі регіонів виявив, що Східна Азія та Тихоокеанський регіон є найбільш привабливим для інвестування – 130 та 84 млрд дол. У 2017 та 2018 рр. відповідно. На другому та третьому місці – Пн Америка та Європа (81 та 56 млрд дол. відповідно). Найменше інвестують у Центральну Азію та Східну Європу.

Є також значна кількість країн, де частка ВДЕ зменшилася. Наприклад, лідерами за абсолютною зміною є Марокко (-12,15 вп), Тайвань (-7,77 вп) та Швейцарія (-6,93 вп). Загалом таких країн є 14, 2 з яких – з Європи, 7 – з Азії, 3 – з Африки, Мексика та Австралія.

Зростання використання ВДЕ стало можливим завдяки технічному прогресу в цій галузі, що дозволило значно зменшити вартість виробництва електроенергії вітровими та сонячними електростанціями різних типів. Вартість нових СЕС у світі з 2010 р. зменшилася на 70 %, ВЕС – на 25 % [1]

Як видно з рис. у 2018 р. у різні види ВДЕ було інвестовано понад 322 млрд дол. Лідерами за цим показником є галузь сонячних фотоелектричних станцій (ФЕС) – 148,6 млрд дол., ВДЕ наземного вітру – 99,2 млрд дол., ВДЕ морського вітру – 25,5 млрд дол.

У середньому у ФЕС впродовж 5 останніх років інвестувалося по 139 млрд дол. Найбільший обсяг вливань було зафіксовано у 2017 р. – 167,7 млрд дол. Стабільно зростає фінансування нових потужностей вітроенергетики. На відміну від сектору ВДЕ наземного вітру, інвестиції у ВДЕ морського вітру постійно зростають – з 7 до 25 млрд дол. впродовж 2013-2018 рр.

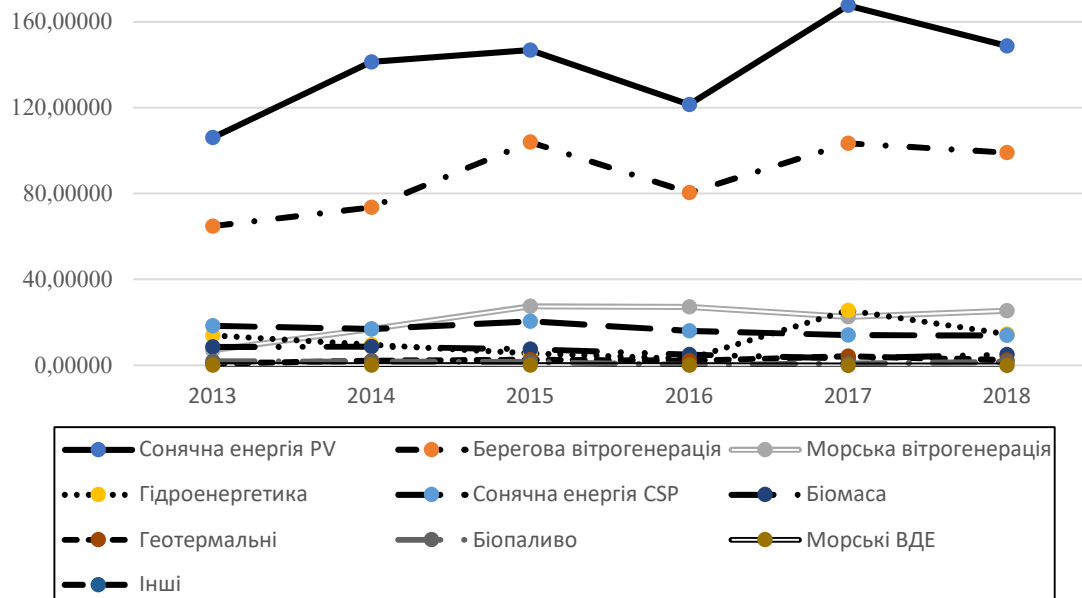


Рис. 1.14 Інвестиції у ВДЕ, 2013-2018 р. [167]

Дані таблиці 1.4 свідчать, що в межах проектів ВДЕ зменшується заборгованість за ринковими ставками – зі 119 млрд дол. до 93,6 млрд дол. на рівні проекту. Загалом зростає частка боргу та зменшується частка власного капіталу, одночасно зростає частка боргового фінансування з низькими відсотковими ставками. Частка грантового фінансування, хоча і зростає, але є незначним.

Таблиця 1.4

Фінансування проектів ВДЕ за інструментами

Види фінансових інструментів	2018	2020
Заборгованість за ринковими ставками на рівні проекту	119,37395	93,66877
Забалансове фінансування (частка боргу)	89,73034	91,73106
Забалансове фінансування (частка власного капіталу)	93,93273	88,17973
Власний капітал на рівні проекту	34,77235	30,00555
Інші, не віднесені до жодного	7,70883	10,63445
Боргове фінансування з дешевим обслуговуванням	4,46359	6,71326
Грант	1,38411	1,55760

Джерело: [167]

Іншою тенденцією фінансового середовища проектів ВДЕ є зниження витрат. Впродовж останніх десяти років витрати на виробництво електроенергії з ВДЕ суттєво знизилися внаслідок удосконалення технологій, економії від масштабу, перманентного зростання конкурентоспроможності ланцюгів поставок та успішний новий досвід компаній, які займаються відповідними науковими розробками. За даними на 2019 р. IRENA витрати виробництва електроенергії суттєво скоротилися. Найбільше вони скоротилися для ФЕС – на 82 % у порівнянні з 2010 р. Для інших видів ВДЕ витрати також суттєво скоротилися: системи концентрованої сонячної енергії (КСЕ) – 47 %, наземні вітрові електростанції – 39 %, морські вітрові електрогенератори – 29 % [167]. Важливо відзначити, що у 2019 р. для 56 % всіх нових зданих в експлуатацію потужностей з виробництва електроенергії на ВДЕ в промислових масштабах витрати виробництва були нижчими, ніж у енергогенеруючих компаній, які працюють на найдешевшому викопному паливі. Цікавим є факт, що виведення з експлуатації найменш конкурентоспроможних вугільних електростанцій на 500 ГВт та їх заміна на ФЕС та наземні ВЕС скоротили б витрати на виробництво електроенергії, а також витрати, що відносяться на споживачів. Економія може скласти від 12 до 23 млрд дол. США на рік, в залежності від цін на вугілля. Заміщення таких вугільних електростанцій дало б стимул на суму в 940 млрд дол. понад вже введенні в експлуатацію ФЕС та ВЕС або 1,1% від світового ВВП [168].

У цілому витрати у сегментах ФЕС та ВЕС продовжують істотно скорочуватися. У 2019 р. у порівнянні з попереднім роком витрати на промислове виробництво електроенергії ФЕС скоротилися на 13 %, знизившись до рівня 0,068 дол. США/кВт-год. Витрати ВЕС скоротилися приблизно на 9 %, досягнувши рівня 0,053 дол. США (наземний вид) за кВт-год і 0,115 дол. США / кВт-год (морський вид). Останні аукціони та угоди з купівлі електроенергії вказують, що ціни на електроенергію, вироблену ФЕС, можуть в середньому скласти 0,039 дол. США / кВт-год в проектах, що реалізуються в 2021 році, що на 42 % менше в порівнянні з 2019 роком і більш ніж на 20 % менше, ніж у конкурентів з найдешевшим викопним паливом, а саме у працюючих на вугіллі електростанцій. У 2021 року ціни на електроенергію наземних вітрових електростанцій можуть впасти до 0,043 дол. США / кВт год, що на 18 % менше в порівнянні з 2019 р.

Одночасно, проекти в сегментах морської вітрової енергетики і концентрованої сонячної енергії (КСЕ), очікують якісні зміни: передбачається, що в порівнянні з 2019 роком середньосвітові аукціонні ціни в секторі морської вітрової енергетики впадуть на 29 % до 2023 р. до 0,082 дол. США кВт-год, а в секторі КСЕ – на 59 % до 0,075 дол. США/кВт год.

Собівартість електрики ФЕС і КСЕ-модулів знизилася на 82 % впродовж 2010-2019 рр. Таке зниження було обумовлено переважно 90 % скороченням цін на модулі, а також зменшенням витрат на компоненти, необхідні для перетворення вихідної потужності модуля фотоелектричних елементів в корисну електричну енергію.

Протягом десяти років собівартість виробництва електроенергії наземними і морськими ВЕС знизилася на 40 % і 29 % відповідно, до рівня 0,053 дол. США/кВт год і 0,115 дол. США/кВт-год в 2019 р. Падіння цін на прибережні вітрогенератори – на 55-60 % з 2010 р. – зумовило скорочення загальних витрат з урахуванням монтажу, а збільшення висоти і захопленої площі вітрогенераторів зумовили зростання коефіцієнтів використання встановленої потужності одночасно зі скороченням експлуатаційних витрат. Впродовж 2010-2019 рр. витрати з урахуванням монтажу для морських вітрових установок скоротилися на 18 %, а коефіцієнт використання встановленої потужності за цей же період зріс приблизно на одну п'яту (з 37 % у 2010 р. до 44 % в 2019 р.). Аналогічним чином, експлуатаційні витрати знижувалися разом зі збільшенням розміру турбін, розширенням можливостей обслуговування і появою синергії витрат у зонах морських вітрових парків, що розширюються. Результати аукціонів, включаючи пропозиції без субсидування, вказують на якісну зміну конкурентоспроможності морської вітроенергетики в 2020-х рр., коли ціна в цьому секторі буде коливатися в межах 0,05-0,10 дол. США/кВт-год.

Після 2015 р. розвиток ВДЕ пришвидшився, досягнувши значно вищого темпу щорічного введення в експлуатацію традиційних потужностей у багатьох регіонах. Серед усіх технологій використання ВДЕ вітроенергетика після гідроенергетики домінували у цій галузі протягом багатьох десятиліть [69]

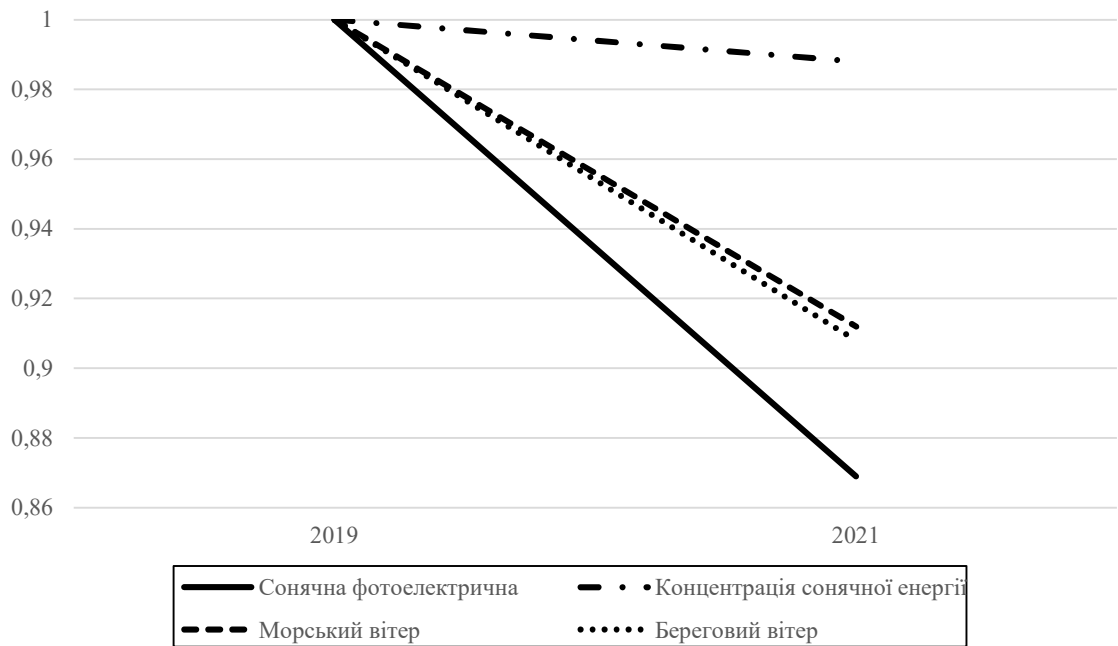


Рис. 1.15 Зниження витрат ВДЕ [119]

Вітроенергетика розвивається з сукупним середньодобовим темпом росту більше ніж на 21 %. На початковому етапі розгортання вітроенергетики Європа була ключовим регіоном встановлення нових вітрових установок. У 2017 р. на регіон припадало 47 % нових наземних ВЕС. Після 2015 р. швидкий розвиток вітрової енергетики спостерігається в інших регіонах, особливо в Китаї, де щорічне зростання становило близько 27 %. Вже у 2018 р. Китай випередив Європу і став найбільшим наземним ринком ВЕС майже з однією третьою встановленої потужності у світі. У 2018 р. у нових ВЕС було інвестовано майже \$ 29,4 млрд. при цьому граничні витрати в наземній вітроенергетиці в середньому склали – 1,54 млн. за МВт, а в морській – 2,57 млн. за МВт [1].

Наприкінці 2018 р. загальна сукупна встановлена потужність наземної вітрової енергетики досягла 542 ГВт, а на кінець 2019 р. – вже 621 ГВт.

За оцінкою IRENA впродовж наступних трьох десятиліть потужність наземних ВЕС буде зростати з темпом приблизно 7%. Це означає, що до 2030 р. загальна встановлена потужність наземної вітроенергетики зросте в понад 3 рази до 1 787 ГВт і майже в 10 разів до 2050 р., приблизно до 5044 ГВт, у порівнянні з 542 ГВт у 2018 р.

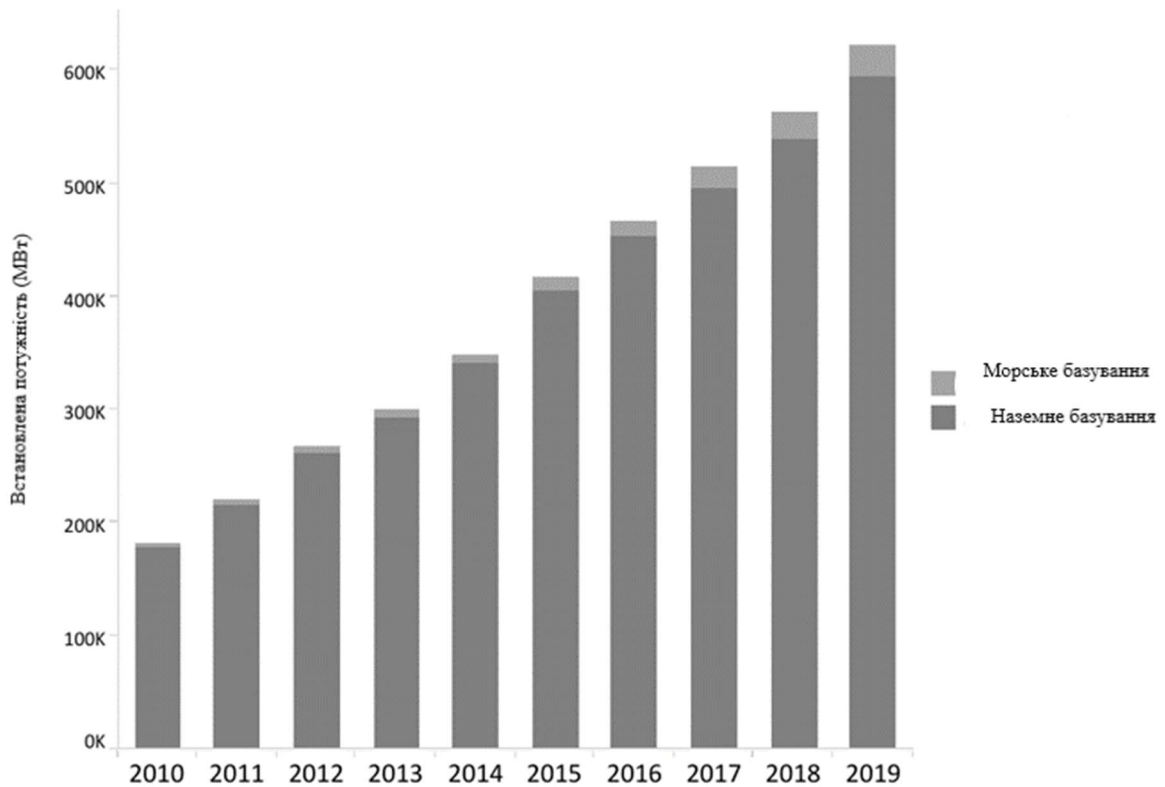


Рис. 1.16. Встановлені потужності ВЕС [114]

Технології морської вітроенергетики дозволяють країнам експлуатувати в цілому ємніші, а іноді й більш стабільні вітрові ресурси, реалізуючи гігаватні проекти поблизу густонаселених прибережних районів, поширених у багатьох країнах. Це робить офшорну вітроенергетику важливим доповненням до портфелю низьковуглецевих технологій, доступних для декарбонізації енергетичного сектору багатьох країн. Офшорна вітроенергетика є однією з нових технологій використання ВДЕ, яка досягнула зрілості впродовж останніх 2-3 р. завдяки швидкому вдосконаленню технології, ефективності ланцюга постачань та матеріально-технічній взаємодії на пов'язаних ринках у Європі, зумовили швидке зниження витрат та початку впровадження на нових ринках. З допомогою державної підтримки та фінансових стимулів значення ВЕС зростає, оскільки вона забезпечує додаткову альтернативу ряду проблем, властивих наземним вітровим установкам, в основному вони пов'язані з мережевими та земельними обмеженнями, що ускладнюють розвиток наземної вітроенергетики, наприклад, у Європі.

На даний момент 90 % глобальної встановленої потужності морської вітроенергетики введено та експлуатується в Північному морі та поблизу Атлантичного

океану. У 2019 р. було введено майже 4,5 ГВт нових потужностей цього виду ВЕС, більшу частину яких сконцентровано в Китаї (близько 37 % від загального річного обсягу), Великобританії (29 %) та Німеччині (22 %). У 2019 р. 5 країн Європи та три в Азії підключили рекордні 6,1 ГВт морських ВЕС (зростання на 35,5 % у порівнянні з 2018 р.), збільшивши сукупну глобальну потужність до більш ніж 29 ГВт. У найближчі роки розвиток офшорної вітроенергетики очікується в Північній Америці та країнах Океанії.

Впродовж наступних трьох десятиліть загальна встановлена потужність морських ВЕС збільшиться до 228 ГВт у 2030 році та близько 1000 ГВт у 2050 р. До 2050 р. офшорна вітроенергетика складе майже 17 % від загальної встановленої потужності вітроенергетики в світі в 6044 ГВт. Майже 20-разове збільшення загальної потужності офшорної вітроенергетики до 2030 р. повністю відповідає даним від продажів на ринку офшорних вітрових ресурсів, опублікованими Глобальною вітроенергетичною радою GWEC в 2019 р., де мова йде про те, що загальна потужність офшорної вітроенергетики перевищить 200 ГВт [78].

Впродовж останніх двох десятиліть фотовольтаїка перетворилася з нішевого ринкового продукту в один з основних джерел виробництва електроенергетики. Динаміка зростання стає менш залежною від відповідних програм стимулювання та в більшій мірі визначається ринковими інвестиційними рішеннями.

До кінця 2021 р. глобальна встановлена потужність сонячних ВЕС досягли рівня 627 ГВт із сукупним річним темпом зростання майже 43 % з 2000 р.. Вона залишається другим за встановленою потужністю сектором ВДЕ після вітроенергетики (650 ГВт). У 2020 р. сонячні фотоелектричні системи знову домінували в загальному об'ємі потужностей ВДЕ з введенням нових установок на рівні близько 115 ГВт, що більше у порівнянні з ВЕС та більше, ніж все викопне та ядерне паливо разом.

Нові глобальні інвестиції у ВДЕ (крім гідроенергетичних проєктів потужністю більше 50 МВт) у 2019 р. склали 301,7 млрд дол. США, за оцінкою BloombergNEFi. Це було на 5 % більше, ніж у 2018 р., частково через збільшення витрат на невеликі сонячні фотоелектричні системи.

Відповідно до сценарію REmap 2030 Азія залишається регіональним лідером з введення сонячних фотоелектричних установок, причому до 2030 р. буде встановлено 65 % від загальної потужності, яка вводиться усіма регіонами.

У цьому регіоні значний розвиток спостерігатиметься в Китаї, де, згідно з прогнозом, встановлена потужність досягне близько 1412 ГВт до 2030 р. Північна Америка матиме другу за величиною встановлену потужність сонячної фотоелектричної енергетики, досягнувши 437 ГВт до 2030 р., з більш ніж 90 % цих установок у США.

Європа до 2030 р. буде представляти третій за величиною регіон з встановленою потужністю 291 ГВт сонячної фотоелектричної енергетики. Аналогічна картина очікується на горизонті 2050 р., коли Азія також буде домінувати з майже половиною сукупної встановленої глобальної потужності на рівні 4 837 ГВт [176].

Також очікується розвиток відповідних ринків у Південній Америці та Африці.

У першій половині 2020 р. базовий показник BNEF для повних приведених витрат на електроенергію (LCOE) склав 57 дол. США за МВт/г для фотоелектричних систем без відслідковування та 49 дол. США за МВт/г для аналогічних систем з відслідковуванням. Доля витрат на сонячні панелі в еталонній фотоелектричній системі знизилася нижче 30 %. Вплив CAPEX на LCOE сонячної фотоелектричної електрики значно зменшився, а інші витрати, такі як витрати на експлуатацію та обслуговування, дозвіл та адміністрування, на збори та платежі, а також витрати на фінансування набули більшого значення. Відповідно, перед сектором стоїть завдання подальшого зниження цих змінних та нематеріальних витрат [179].

Очікується, що впродовж наступного десятиліття загальне зростання ВДЕ продовжиться в кількох регіонах. Базуючись на поточному рівні, аналіз REmap IRENA показує, що сукупні глобальні потужності сонячних фотоелектричних установок можуть збільшитися майже в шість разів протягом наступних десятиліть, досягнутих рівня 2840 ГВт до 2030 р. та збільшившись до 8519 ГВт у 2050 р. Це передбачає загальну встановлену потужність у 2050 р. у майже в 18 разів більше, ніж у 2018 р.

На глобальному рівні приблизно 60 % загальної сонячної фотоелектричної потужності в 2050 р. будуть підключені до мережі, а інші 40 % будуть розподіленими

(на даху). Не дивлячись на те, що в 2050 р. все ще домінуватимуть мережеві проекти, аналіз REmap передбачає, що розподілені сонячні фотоелектричні установки будуть зростати більш швидкими темпами завдяки державним заходам та підтримці, а також залученню споживачів у виробництво енергії [101].

Завдяки постійному технологічному прогресу та скороченню затрат IRENA передбачає, що ринок сонячних фотоелектричних систем буде швидко зростати протягом наступних трьох десятиліть. Разом зі збільшенням потужності, заміна сонячних панелей наприкінці терміну їх використання має важливе значення, особливо зважаючи на те що старі панелі поступаються своєю ефективністю новим.

Річний приріст потужності до 2030 року збільшиться в понад два рази (270 ГВт) у порівнянні з нинішнім рівнем, а до 2050 р. збільшиться в чотири рази вище, ніж у 2018 р. (372 ГВт проти 94 ГВт на рік).

За 10 років з 2009 р. в зелену енергію в цілому у світі було інвестовано \$ 3,07 трлн дол., з них більше \$ 1 трлн. – в останні три роки. Інвестиції в основному йдуть на розвиток ВДЕ-енергетики (включаючи отримання біоенергії) та розумних енергоефективних технологій [99].

Абсолютним лідером за обсягом інвестицій у розвиток енергетики на базі ВДЕ є Китай. У 2020 р. у ВДЕ-енергетику Китаю було вкладено 100,1 млрд дол. США або майже третину від загального обсягу інвестицій у галузі. У ЄС інвестиції в зелену енергетику склали 74,5 млрд, у США – 64,2 млрд, разом у світі – 332,1 млрд.

З 2012 р. більше половини приросту генеруючих потужностей у світі припадає на об'єкти ВДЕ-енергетики. В 2018 р. їх частка в прирості потужностей світової електроенергетики досягла 65 %. Це означає, що на кожен додатковий мегават генеруючої потужності на викопному паливі ВДЕ-енергетика відповідає двома.

До кінця 2020 р. встановлена потужність генеруючих станцій на основі ВДЕ у світі склала 1347 ГВт (без участі ГЕС). Можливість ВДЕ генерації зросла на 176 ГВт (+ 7,4 %) у 2019 р. Сонячна енергетика продовжує розвиватися, збільшуючись на 98 ГВт (+ 20 %), за якою слідує вітроенергетика з 59 ГВт (+ 10 %). Потужність гідроенергетики збільшилася на 12 ГВт (+ 1 %), а біоенергетики – на 6 ГВт (+ 5 %). Геотермальна

енергетика зростає менше 700 МВт. Сонячна та вітрова енергія продовжують домінувати у розширенні потужностей, на які припадає 90 % усіх нових введень [103].

Урядова підтримка відіграла важливу роль у підвищенні частки ВДЕ у виробництві електроенергії. У 2021 р. у 143 країнах застосовується політика регулювання щодо ВДЕ в електроенергетиці (наприклад, пільгові тарифи або квоти на мережеві послуги) у порівнянні з 75 країнами у 2010 р. У ряді країн стратегічне бачення, інвестування в дослідження та розробки, а також промислова стратегія дозволяють скоротити глобальні витрати на технології ВДЕ-енергетики та залучення фінансування приватного сектору. Базуючись на успіху країн-новаторів, технології ВДЕ енергетики поряд з ефективними комплексними урядовими заходами та бізнес-моделями розповсюджуються глобально.

Відповідно до прогнозу міжнародного енергетичного агентства WEO-2019 та Дорожньої карти глобальної трансформації енергетики до 2050 р. (Roadmap to 2050), задоволення світових потреб у енергії, які зростають, фундаментально буде відрізнятися від останніх 25 р.: на лідируючі позиції виходить природний газ, стрімко розвивається ВДЕ енергетика, а також енергоефективність [206].

До 2050 р. частка ВДЕ енергії у генерації становитиме 85 %, порівняно з приблизно 25 % у 2017 р. Сонячна та вітрова потужності буде лідирувати, збільшуючись із 800 ГВт сьогодні до 13 000 ГВт до 2050 р. Крім того, отримання геотермальної енергії, біоенергії та гідроенергетики збільшиться на 800 ГВт за аналізований період. Щорічне збільшення встановлених потужностей ВДЕ енергії подвоюється і становить близько 400 ГВт на рік, 80 % від яких будуть технологіями змінного генерування, такі як сонячна та вітрова енергія. Децентралізоване виробництво ВДЕ зростає з 2 % від загального обсягу виробництва сьогодні до 21 % до 2050 р., тобто збільшиться в 10 разів [19].

Відповідно до сценарію дорожньої карти 2050, промисловість повинна збільшити долю ВДЕ в прямому використанні та паливі до 48 % до 2050 р. Якщо включити ще й ВДЕ електроенергію, частка збільшується приблизно до 60 %. Джерела біоенергії будуть мати найбільший вклад, в основному за рахунок відходів, що використовуються для прямого нагрівання та комбінованого виробництва тепла та енергії (ТЕЦ). У процентному відношенні, найбільший ріст буде за рахунок сонячного теплового тепла

для низькотемпературних процесів, а також теплових насосів для аналогічних низькотемпературних потреб у теплі. ВДЕ має забезпечити 41 % енергетичних потреб до 2050 р.

Висновки до розділу 1

Узагальнення теоретичних основ відновлювальної енергетики дозволило зробити такі найважливіші висновки.

1. Міжнародне енергетичне агентство в 2002 році визначило відновлювані джерела енергії, включаючи спалювання біомаси, гідроенергію, геотермальну, сонячну, вітрову та морську енергію. Ці джерела використовуються для виробництва електричної та теплової енергії. Тверда біомаса, муніципальні та промислові відходи є частиною біомасного сегмента, а гідроенергія використовує потенціальну та кінетичну енергію води. Геотермальна енергія отримується земною теплою, а сонячна енергія використовує сонячне випромінювання. Енергія вітру отримується з кінетичної енергії вітру, а морська енергія використовує механічну енергію припливів, хвиль та океану. МЕА визнає ці джерела як ключовий компонент енергетичної трансформації.

2. В Україні не відносять до відновлюваних джерел вторинні енергетичні ресурси, вважаючи, що відновлювані джерела – це лише ті, які постійно відновлюються у природі, і використання яких має значно менший шкідливий вплив на навколишнє середовище, ніж викопних енергоресурсів. Часто в науковій літературі терміни «відновлювані», «самовідновлювані», «поновлювані», «альтернативні», «нетрадиційні» джерела енергії розглядаються як тотожні поняття, але вважаємо, що таке трактування є неправильним.

3. Енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) перевищує сучасний рівень енергоспоживання. Сценарії розвитку людства передбачають освоєння ВДЕ для зменшення залежності від копалин і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. ВДЕ є екологічно чистими та доступними для всіх країн джерелами енергії. Однак, недоліки ВДЕ включають низьку щільність енергетичних потоків, їх мінливість у часі та високі витрати на обладнання. Технології ВДЕ все ж розвиваються, досягають комерційної зрілості і успішно конкурують на ринку енергетичних послуг, включаючи виробництво електричної та теплової енергії.

4. Глобальний енергетичний ринок – це система взаємопов’язаних міжнародних торгівельних відносин, що включає в себе виробництво, розподіл, продаж та споживання енергетичних ресурсів на всесвітньому рівні. Цей ринок охоплює декілька ключових сегментів, включаючи нафту, природний газ, вугілля, ядерну енергію, відновлювані джерела енергії і електроенергію.

Кожен з цих сегментів має свої особливості, що включають разом з технологічними рішеннями, також фактори, як-то політичні рішення, економічні умови, екологічні обмеження, соціальні норми та інше. Глобальний енергетичний ринок суттєво впливає на міжнародну політику, економіку та соціальне становище, а також на стан навколишнього середовища.

5. Дослідження відновлювальної енергетики є порівняно новим напрямом у системі економічного аналізу. Різні школи економічної думки пропонують свої концептуальні рамки для аналізу цього важливого сектора. Некласики, неокейнсіанці та неінституціоналісти мають різні підходи до ринку відновлюваної енергетики. Некласики вважають, що ринок має самостійно регулювати розподіл ресурсів, включаючи ВДЕ. Вони стверджують, що конкуренція та інновації забезпечують найефективніше використання ресурсів, включаючи перехід до ВДЕ. Неокейнсіанці вважають, що держава має активну роль у стимулюванні ВДЕ через інвестиції в наукові дослідження, розвиток технологій і створення сприятливих економічних умов для розвитку цієї галузі. Неінституціоналісти дивляться на ринок ВДЕ через призму соціальних, політичних і економічних структур, які формують цей ринок. Вони вважають, що успішний розвиток ВДЕ вимагає глибоких змін у соціальних і економічних інститутах, включаючи державну політику, корпоративні стратегії та споживачів.

6. Використання відновлювальних джерел енергії зростає в світовій економіці. Вони стають ключовим джерелом енергії для розвинених та країн, що розвиваються, завдяки своїй низькій собівартості та екологічній стійкості. Основні фактори, що впливають на трансформацію енергетичних систем, включають покращення енергоефективності, зниження вартості технологій ВДЕ та розвиток цифровізації. Використання ВДЕ сприяє забезпеченню надійних та стійких джерел енергії, а також зменшенню впливу на зміну клімату. Трансформація енергетичних

систем передбачає створення правової, економічної та технологічної основи, сприяючої розвитку ВДЕ і забезпеченню сталого розвитку.

В Європі та Південній Америці відбулося значне зростання частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Країни, де відбулося найбільше зростання, включають Ісландію, Данію, Венесуелу, Еквадор, Бразилію, Німеччину, Румунію, Перу, Великобританію та Колумбію. Деякі країни, як от Данія, Південна Африка, Білорусь, Бельгія та Угорщина, відзначили надзвичайно високе відносне зростання до 71717%. Однак, існують країни, де частка ВДЕ зменшилася, такі як Марокко, Тайвань та Швейцарія. Загалом, є 14 країн зі зменшенням частки ВДЕ, з яких 2 знаходяться в Європі, 7 в Азії, 3 в Африці, а також Мексика та Австралія.

Результати опубліковані в [277; 279; 271]

РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМУНІТАРНОГО РИНКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЄС

2.1. Уніфікація інституціональних структур як фактор сталого розвитку комунітарного ринку відновлювальної енергетики

Упродовж останніх років в ЄС спостерігається швидке зростання використання ВДЕ, обумовлене зниженням вартості їх використання та державною підтримкою. Завдяки розвитку відповідних технологій ВДЕ можуть використовуватися в різних секторах: в електроенергетиці, транспорті, а також в опаленні й охолодженні. В даний час найбільшу увагу привертає проникнення ВДЕ в електроенергетичний сектор завдяки наявності відносно більш зрілих технологій, таких як фотовольтаїка (ФВ) та використання берегового вітру.

У цілому ЄС розвиває альтернативну енергетику близько 30 років і постійно визначає все більш амбітні цілі у цьому напрямку. Зокрема, до 2030 р. третину енергії заплановано отримувати із ВДЕ. Для окремих міст процес розвивається навіть швидше: вже у найближче десятиліття вони планують стати вуглецево-нейтральними [208].

Такі характеристики ВДЕ як невичерпність та менша шкода навколишньому середовищу дали поштовх для змін в енергетичному секторі ЄС. З одного боку, в 1973 р. розгорнулася одна з найбільших нафтових криз в історії: арабські країни-експортери нафти відмовилися постачати її у країни, які підтримали Ізраїль у війні з Сирією і Єгиптом. Країни, що постраждали від цієї заборони, почали думати про диверсифікацію джерел енергії. А впевненість у атомній енергетиці знизилася через аварію на Чорнобильській АЕС 1986 р. З іншого боку, у 1980-х рр. розгорнулася суспільна дискусія щодо впливу на довкілля та змін клімату, і країни почали на неї реагувати. У 1992 р. була прийнята Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, а за п'ять років її доповнили Кіотським протоколом. Він став фактично першим міжнародним документом, у якому учасники зобов'язалися скоротити кількість викидів в атмосферу [61].

Цілі для країн-підписантів були різні та встановлювалися залежно від рівня їх економічного розвитку. ЄС зобов'язався до 2012 р. скоротити викиди парникових газів на 8 % у порівнянні з 1990 р. Фактичною наступницею цього документу стала Паризька угода 2015 р. Основна її мета – спільними зусиллями країн не дозволити зростання глобальної середньої температури більш ніж на 2°C від показників до початку промислової революції та спробувати втримати потепління в межах 1,5°C. За цією угодою ЄС повинен до 2030 р. скоротити викиди на 40 % від рівня 1990 р. [142]

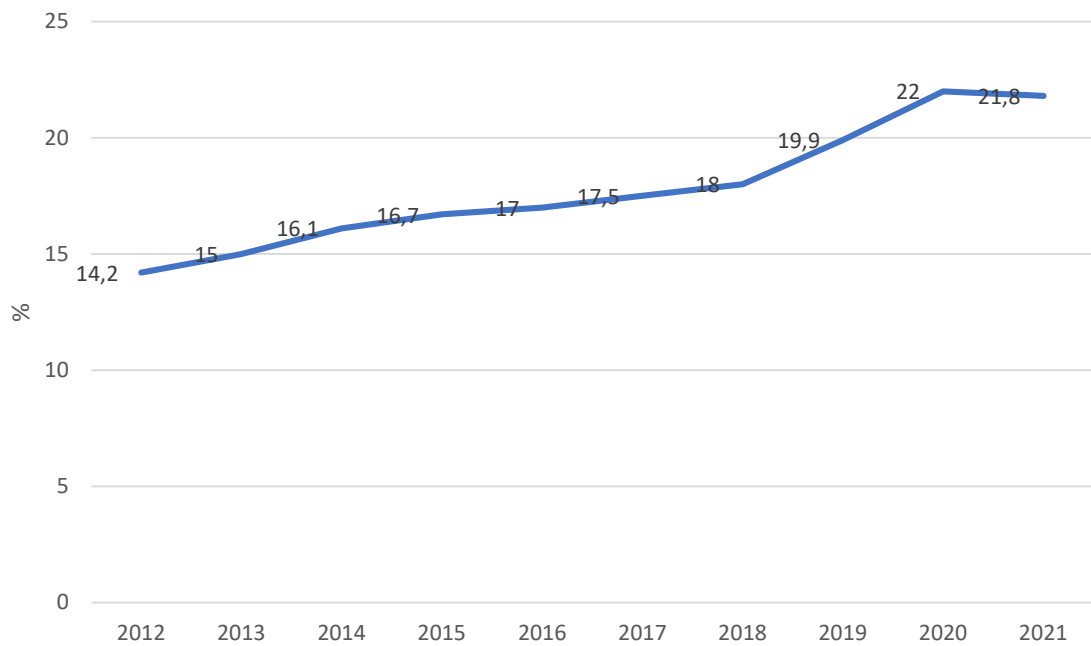


Рис. 2.1. Динаміка частки ВДЕ у кінцевому споживанні енергії в ЄС

Джерело: [68]

Крім міжнародних договорів ЄС має також низку внутрішніх документів, які визначають вектор розвитку енергетичної галузі у цілому та ВДЕ зокрема. Перша ціль щодо темпів розвитку ВДЕ була встановлена ще у 1997 р.: за нею частка енергії з ВДЕ мала зрости до 12 % на 2010 р. Перший «зелений» тариф з'явився навіть раніше: у Німеччині його запровадили у 1991 р. За кілька років подібну політику застосували Швейцарія, Італія, Данія, Іспанія, Швеція та ін. У 2009 р. в Європі перейшли від задекларованих планів до обов'язкових для виконання рішень. За Директивою 2009/28/ЄС до 2020 року 20 % енергії, яку споживають в ЄС, має надходити з відновлюваних джерел. Поки відсутня статистика для 2020 р, тому невідомо, чи досягли

у ЄС поставленої цілі, але у 2018 р. частка «зеленої» енергії зросла до 18 %. Для порівняння, у 2004 р. на ВДЕ припадало лише 8,5 % споживання енергії [138].

Кожна країна ЄС має не лише власні цілі в межах Директиви, але й окремі дорожні карти та стратегії переходу на ВДЕ. Вони залежать від рівня розвитку ВДЕ у країні: найвищі зобов'язання взяла Швеція – 49 % до 2020 р., в той час як Мальта, наприклад, лише 10 %. Швеція навіть перевищила цей прогноз і зараз понад 54 % енергії отримує з ВДЕ. Крім неї досягли цілей раніше 2020 року ще 11 країн: Греція, Данія, Естонія, Болгарія, Італія, Чехія, Хорватія, Латвія, Литва, Кіпр і Фінляндія [181].

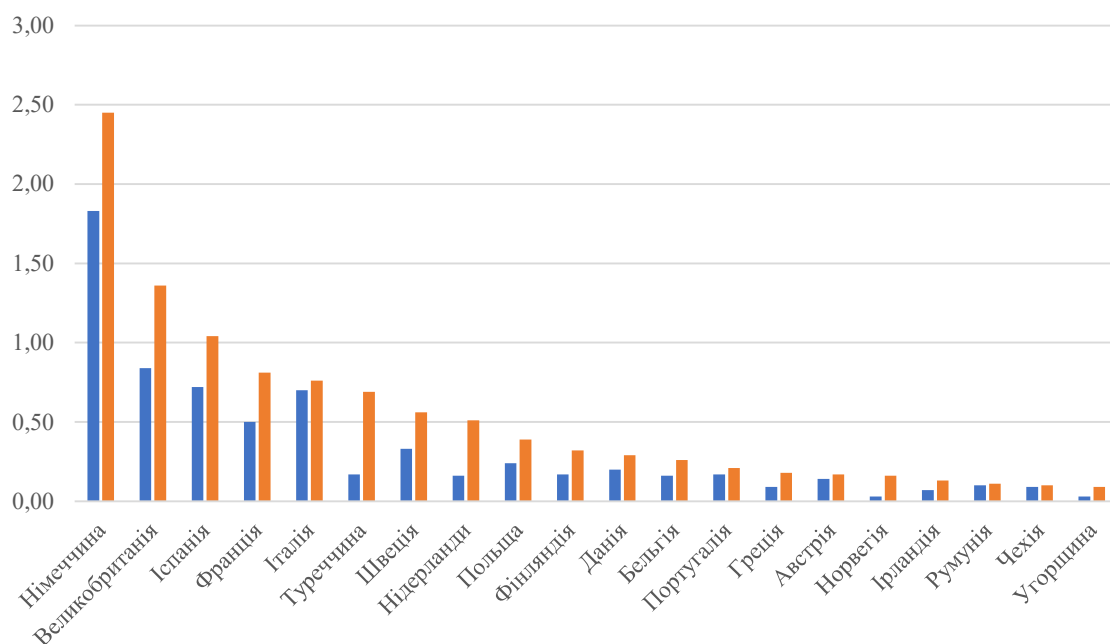


Рис. 2.2. Споживання ВДЕ в країнах ЄС в 2015 і 2022 рр., за країнами (в ексаджоулях)

Джерело: [68]

У 2018 р. у ЄС переглянуто Директиву та встановлено нові цілі: до 2030 р. забезпечити не менше 32 % енергії з ВДЕ. До енергії в контексті Директив відносять як електроенергію, так і опалення й транспортне паливо. Якщо ж дивитися лише на виробництво електроенергії, показники багатьох країн будуть значно вищими: для Норвегії та Ісландії, наприклад, це вже майже 100 % [152].

Як згадувалося вище, в даний час електроенергія становить лише п'яту частину кінцевого споживання енергії в ЄС. Транспортний сектор, а також сектор опалення та

охолодження являють собою відносно більшу частину кінцевого споживання енергії – близько 30 % і 40 % відповідно. Таким чином, останні сектори не можна ігнорувати, якщо передбачати досягнення значної декарбонізації енергетичної системи. Незважаючи на це, зусилля зі збільшення використання ВДЕ в цих секторах поки мали обмежені результати.

Звертаючи увагу на дані британського аналітичного центру Ember та німецького інституту Agora Energiewende, варто відзначити, що у 2020 р. частка ВДЕ у генерації електрики в Європі вперше в історії перевищила частку викопного палива – 39 % проти 37 %. [30]

Нині розвиток інституційного підґрунтя спільного енергетичного ринку, зокрема в частині ВДЕ, пов'язаний із реалізацією таких проєктів, як Європейський енергетичний союз та «Зелена угода».

У лютому 2015 р. ЄК затвердила концепцію Європейського енергетичного союзу. Його мета – полегшити перехід до низьковуглецевої, безпечної і конкурентоспроможної економіки. Концепція включає керівні принципи створення внутрішнього ринку стандартів енергоефективності, відновлюваних джерел енергії та мобільності електрики, а також оцінює варіанти колективних закупівель газу під час кризи. Енергетичний союз в кінцевому підсумку спрямований на гармонізацію регулювання у всьому ЄС, що є складним завданням, оскільки енергетична політика в даний час істотно відрізняється між країнами. Лідер серед країн ЄС щодо використання ВДЕ – ФРН – в процесі розвитку цієї рамкової програми була зосереджена на можливих загрозах для її системи підтримки розвитку ВДЕ і на потенційному втручанні в контракти приватних постачальників енергії на закупівлю газу [158].

З моменту запуску цього союзу ЄК опублікувала 5 звітів про пакети заходів та стан досягнення поставлених цілей. Це сприяє забезпеченню досягнення стратегії енергетичного союзу.

Енергетичний союз включає в себе п'ять тісно взаємопов'язаних рівнів:

1. Безпека, солідарність і довіра – диверсифікація джерел енергії в Європі і забезпечення енергетичної безпеки за допомогою солідарності і співпраці між країнами ЄС;

2. Повністю інтегрований внутрішній енергетичний ринок – забезпечення вільного потоку енергії через ЄС за допомогою відповідної інфраструктури та без технічних або нормативних бар'єрів;
3. Енергоефективність – підвищення енергоефективності дозволить знизити залежність від імпорту енергоносіїв, скоротити викиди, створити робочі місця і стимулювати зростання;
4. Кліматичні заходи, декарбонізація економіки – ЄС прихильний до якнайшвидшої ратифікації Паризького угоди і збереженню свого лідерства в галузі ВДЕ;
5. Дослідження, інновації та конкурентоспроможність – підтримка проривів в області низьковуглецевих і чистих енергетичних технологій шляхом пріоритетного розвитку досліджень і інновацій для стимулювання енергетичного переходу і підвищення конкурентоспроможності [196].

Помітно, що усі ці рівні включають певні аспекти розвитку ВДЕ в країнах ЄС. Головною метою проекту є створення єдиного ринку енергії задля підвищення енергетичної безпеки та зниження цін.

Як відомо, єдиний ринок товарів, послуг і робочої сили в Євросоюзі створено і діє. Проте у сфері енергетики продовжує існувати розрізненість: кожна з країн-членів ЄС проводить в цій сфері свою власну політику. Більш того, ці відмінності у роки, що передували створенню енергетичного союзу, навіть посилилися, оскільки Німеччина, наприклад, активно розвивала ВДЕ і згорнула атомну енергетику, а Франція продовжувала робити ставку на АЕС.

Проте головною проблемою для ЄС була національна відокремленість енергетичних мереж, як ліній електропередачі, так і газопроводів. Крім того, уряди або компанії кожної країни, імпортуючи енергоносії, самостійно домовляються з продавцями, і це послаблює їх переговорні позиції. Якби держави ЄС виступали спільно, це дозволило б знизити закупівельні ціни і підвищити ефективність енергопостачання. ЄС щорічно втрачає до 40 млрд євро на тому, що не володіє інтегрованими між собою ринками.

На початок 2015 р. для 12 членів ЄС характерним був слабкий рівень зв'язку зі

своїми сусідами в енергетичній сфері. Поряд з острівними державами – Великобританією, Ірландією, Мальтою і Кіпром – це також країни Балтії, Іспанія і Португалія [13].

У сфері електроенергетики ЄК прагнула довести частку транскордонного обміну електрикою до 10 % від обсягів її виробництва. Таке завдання виглядало не дуже амбітним, проте в поточних умовах означало би значний прогрес.

Можливість оперативно передавати надлишки електрики з одного національного ринку на інший особливо важлива в умовах розвитку відновлюваної енергетики. Ставилося завдання зі створення умов, за яких сонячна енергія могла б надходити з півдня на північ, а вітряна, навпаки, з півночі на південь.

Як було відзначено, енергетична інтеграція часто була в аутсайдерах усього комплексу інтеграційних процесів всередині ЄС. Позиції держав-членів, котрі намагалися відстояти своє право самостійно приймати рішення в щодо енергетичної політики, перш за все, в її зовнішньому вимірі, були настільки сильні, що довгий час наднаціональним органам ЄС не вдавалося отримати доступ до цього напрямку. До 2009 р. питання повноважень в області енергетики не фігурувало в жодному документі первинного права ЄС, за винятком документів Європейського співтовариства вугілля і сталі. Вперше торкнутися питання енергетики вдалося лише в Лісабонському договорі. Однак всі ключові складові енергополітики залишилися у виключній компетенції країн-членів. 2015 р. був складним для Євросоюзу: спочатку була міграційна криза, а пізніше і фінансова, апогеєм якої стала загроза банкрутства Греції і, як наслідок, можливий вихід країни із зони євро. Низка криз викликала нову хвилю євроскептицизму та гострої критики на адресу інститутів ЄС щодо їх нездатності проводити єдину політику і домовлятися з країнами-членами.

Можливість продемонструвати колишню єдність об'єднання та здатність домагатися нових успіхів на шляху інтеграції прийшла з несподіваної для таких цілей сфери – енергетики. В якості базису у ЄС були спільні цілі і завдання з декарбонізації економіки та підвищення енергетичної безпеки. У 2014-2015 рр. у прихильників посилення позицій ЄК з питань проведення загальної енергетичної політики з'явилося вікно можливостей, пов'язане з черговим етапом конфронтації з Росією в 2014 р.

Єврокомісія, виступаючи в ролі зразкового політичного підприємця наднаціонального рівня, об'єднавши прихильників, проблематику та створений на той час інструментарій, перейшла на новий рівень європейської енергетичної інтеграції, запустивши проект «Енергетичний союз ЄС». Його підтримало багато різних сторін: прихильники послаблення залежності від російських поставок, політичні сили, які бачили в цьому можливість продемонструвати успіхи ЄС в інтеграційних процесах, особливо в такій непростій сфері, як енергетика [59].

Створений в 2015 р. Енергетичний союз ЄС став одним з десяти головних загальнополітичних напрямків діяльності нового керівництва Європейської комісії до 2020 р. і найважливішим напрямком для Євросоюзу в галузі енергетики. Активна робота велася по кожному з п'яти пріоритетних напрямків діяльності Енергетичного союзу.

Питання підвищення енергетичної ефективності, розвитку відновлюваних джерел енергії, об'єднання енергосистем давно були включені до порядку денного Єврокомісії. Запуск Енергетичного союзу ЄС не вніс істотних змін в політику за цими напрямками, але при цьому дозволив безпосередньо пов'язати реформу внутрішнього енергетичного ринку із забезпеченням енергетичної безпеки і стабільності.

У листопаді 2016 р. ЄК опублікувала наймасштабніший на той момент пакет законодавчих заходів в галузі енергетики [202]. В ініціативу «Чиста енергія для всіх європейців» увійшло вісім законодавчих пропозицій, що стосуються всіх напрямків роботи Енергетичного союзу ЄС. Незважаючи на те, що процес прийняття законодавчих ініціатив був непростим, перш за все у зв'язку з дебатами з питань кількісних цілей і обов'язковості їх досягнення для держав-членів, вже в травні 2019 р. було схвалено заключні частини законодавчого пакету.

ЄС отримав більш амбітні цілі в галузі енергоефективності та ВДЕ. Нові цілі 2030 р. повинні будуть привести до підвищення енергоефективності на 32,5 %, підвищення частки відновлюваних джерел енергії на 32 %, поліпшення системи інтерконекторів електронергії до 15 %. Цілі не є обов'язковими на рівні національних держав, але підлягають контролю з боку ЄК. Обґрунтованість прийняття більш амбітних цілей підкріплюється статистичними даними Єврокомісії, згідно з якими в період з 2014 по 2018 р. 22 держави-члени ЄС збільшили частку ВДЕ в обсязі кінцевого споживання

енергії, при цьому енергоспоживання за тринадцять років (станом на 2018 р.) знизилося у 18 країн, що входять в ЄС [219].

Нові правила спрощують для ЄС виробництво, торгівлю і зберігання виробленої електроенергії, сприяють інтеграції ВДЕ в електричні мережі і спрощують прикордонне співробітництво в галузі електроенергетики. Окремий пакет заходів стосується підвищення енергоефективності в будівлях.

У рамках проведення кампанії з підтримки запропонованих заходів, одними з ключових тез були підвищення енергетичної безпеки європейців за рахунок диверсифікації джерел енергії і можливість ЄС бути одним суб'єктом. Наприклад, за підрахунками «зелених» представників Європарламенту підвищення енергоефективності на один відсоток веде до зниження імпорту енергоресурсів на чотири відсотки. Європейський комісар з питань клімату та енергетики М. Каньєте в своїй промові, вітаючи прийняття законопроекту з енергоефективності, зазначив, що, прийнявши нові цілі з енергоефективності, ЄС поклала кінець епосі глобальної залежності від імпорту енергоресурсів в якості найбільшого імпортера в світі [4].

З прийняттям ініціативи «Чиста енергія для всіх європейців» європейський енергетичний ринок став ще більш спільним, істотно посилилася взаємозалежність країн і стала більш явною необхідність координувати і змінювати свою енергетичну політику відповідно до загальнокомунітарних завдань. Значущим показником, що характеризує посилення енергетичної взаємозалежності країн, що входять в ЄС, є рівень з'єднання їх енергомереж. З 2014 по 2019 рр. згідно з даними Європейської комісії, 16 країн-членів ЄС збільшили цей показник, при цьому в такій же кількості країн він склав більше 15 %, що означає наявність технічної можливості постачати в сусідні держави до 15 % від загальної частки електроенергії, виробленої всередині країни. Зростання деталізованості та об'ємності єдиної внутрішньої енергетичної політики ЄК посилює позиції ЄС у сфері зовнішніх енергетичних відносин.

Незважаючи на необов'язковість нових цілей в галузі енергоефективності та ВДЕ на рівні держав-членів, вони є обов'язковими на рівні ЄС, а значить дають додатковий привід Єврокомісії для початку діалог з національними урядами щодо цього.

Незважаючи на успіхи в діяльності Енергетичного союзу ЄС, в умовах

відсутності у ЄК юридичних повноважень на проведення загальної енергетичної політики і чіткої системи управління цим союзом енергетичній комунітаризації прогнозували невдачу. Відсутність системи управління було найбільшою перепорою в загальному плані з побудови Енергетичного союзу ЄС [36]. Був потрібен механізм, за допомогою якого ЄК отримувала б можливість координувати і здійснювати моніторинг досягнення країнами-членами цілей з підвищення енергоефективності, лібералізації енергетичних ринків, декарбонізації економіки, зменшення викидів CO².

Прийнятий у грудні 2018 р. регламент «Управління Енергетичним союзом і діями з клімату» об'єднав питання управління енергетичної та кліматичної повістками в єдиний взаємозалежний механізм. Однак, незважаючи на свою назву, документ більше присвячений питанням складання національних енергетичних та кліматичних планів, включаючи детальний опис їх структури, змісту та системи звітності щодо їх виконання, ніж системі управління Енергетичним союзом [60].

Основним досягненням документа стало створення системи моніторингу на рівні ЄК реалізації цілей в енергетичній галузі країн-членів. В якості першого кроку було зафіксоване зобов'язання країн-членів затвердити до кінця 2019 р. національні плани з енергетики та клімату на період до 2030 р. При цьому у Єврокомісії були повноваження щодо попереднього розгляду планів, оцінці прогресу їх реалізації, а також видачу рекомендацій з коригування. Завдяки своїй функції, Європейська комісія створює інструменти для моніторингу, координації та надання допомоги країнам у досягненні спільних цілей, одночасно отримуючи більше повноважень для себе.

Але і у цьому напрямку зусилля Єврокомісії з нарощування наднаціональних повноважень, зіткнулися з труднощами. Процес узгодження національних планів виявився непростим. У червні 2019 р. Європейська комісія представила критичні результати оцінки проектів національних планів країн-членів ЄС. Велика частина з них вимагала доопрацювання і, використовуючи термінологію чиновників Європейської комісії, «підвищення рівня амбіцій» особливо в галузі енергоефективності та ВДЕ [52].

У лідерах виявилися старі країни-члени, а серед аутсайдерів – значна частина східноєвропейських держав. Єврокомісія розкритикувала проект національного плану Німеччини, назвавши його «незрозумілим» і зазначивши відсутність детальної

інформації для більшості напрямків[110]. Не всі країни вклалися в термін з надання затверджених планів.

Велика ймовірність того, що після появи першої звітності від країн-членів, Європейська комісія під приводом «недостатньо амбітного руху» в бік досягнення цілей Енергетичного союзу ЄС, може ініціювати черговий пакет законодавчих заходів, який буде посилювати регулювання, а головне, сприяти передачі додаткових функцій в області енергетичної політики на наднаціональний рівень.

Звісно, що описаний механізм передбачає різні політичні та юридичні колізії. Цілі в галузі енергоефективності та ВДЕ є обов'язковими лише на рівні ЄС в цілому, причому для кожної окремо взятої країни обов'язкових показників немає. ЄК може видавати на свій розсуд рекомендації, який саме рівень підвищення енергоефективності або використання поновлюваних джерел енергії повинна досягти кожна країна окремо. Очевидно, що такі рекомендації та коригування державами ЄС своїх енергетичних планів будуть впливати на енергетичний баланс країн. Як наслідок, Європейська комісія опосередковано втручається у напрямки, які, згідно зі статтею 194 Договору про функціонування Європейського союзу, є виключною компетенцією країн-членів [204].

Таким чином, у цілому Енергетичний союз ЄС впродовж перших п'яти років свого існування продемонстрував позитивні результати. Використовуючи його механізм, Європейській комісії впродовж 2015-2019 рр. вдалося істотно підвищити свою роль в енергетичній політиці ЄС. Єврокомісія зміцнила своє становище в питаннях укладення міжурядових угод з третіми країнами в енергетичній галузі, стала рецензентом довгострокових національних енергетичних планів розвитку країн-членів ЄС, створила систему управління Енергетичним союзом, домоглася підвищення загальноєвропейських цілей в галузі енергоефективності, відновлюваних джерел енергії та клімату. Крім того, ЄК позначила свої наміри брати участь в якості обов'язкового представника в переговорах з енергетичної тематики між державами ЄС та третіми країнами і поставила питання про необхідність перегляду принципу голосування з питань оподаткування, зафіксованого в Лісабонському договорі.

Іншою важливою складовою інституційної основи подальшого зростання ВДЕ є Європейська «Зелена угода».

«Зелена угода» - найбільша в історії ЄС корекція економічного курсу. Проект передбачає зміни в усіх галузях з прицілом на досягнення глобальної мети – формування в ЄС вуглецево-нейтрального простору через 30 років. Для цього з 2021 року до 40 % бюджету Спільної сільськогосподарської політики спрямовуватиметься на вирішення кліматичних завдань. Перший рубіж «Зеленої угоди» - 2030 р. До цього часу передбачається досягти як мінімум 40 % скорочення обсягу викидів парникових газів від рівня 1990 р. Проект також передбачає збільшення частки енергії з відновлюваних джерел до 32 % в загальній структурі енергоспоживання і приблизно такий же показник економії енергії.

Для цього ЄС доведеться перенаправити 1-2 % ВВП на розвиток зеленої економіки – йдеться про розгортання нової інфраструктури, держзакупівлі, науково-дослідній роботі, переоснащення промисловості та інші потреби [188].

За оцінками ЄК досягнення кліматичних завдань-2030 вимагає інвестицій у розмірі 260 млрд євро на рік. Пропонується виділяти по 45 млрд щорічно впродовж 2021-2027 рр., проте цього не достатньо. Велика частина інвестиційного навантаження ляже на плечі бізнесу і платників податків.

Деякі країни-члени почали розвивати ВДЕ, не чекаючи сигналу з Брюсселя. Серед лідерів – Португалія, де 300 днів на рік світить сонце і сильні вітри з Атлантики. Вона є ідеальним майданчиком для виробництва чистої енергії [82].

Майже через два роки після запуску Європейської зеленої угоди у грудні 2019 року, ситуація в ЄС суттєво змінилася через пандемію COVID-19. ВВП Європи скоротився на 6,1% у 2020 році. Це був найглибший економічний спад в історії Євросоюзу. Проте завдяки масовій вакцинації та безпрецедентним заходам бюджетної та монетарної підтримки європейської економіки вдалося уникнути ще гірших наслідків.

У 2021 році спостерігалось помірне відновлення економіки ЄС на рівні 5,3%, а у 2022 році очікується подальше зростання ВВП на 2,7%, за прогнозами МВФ. Тобто є висока ймовірність, що Європі вдасться повернутися до докризового рівня вже до кінця 2022 року.

Європейська «Зелена угода» може відіграти ключову роль не лише у

короткостроковому відновленні економіки регіону, але й подоланні довгострокових загроз зміни клімату та деградації довкілля. Адже пандемія чітко продемонструвала прямий зв'язок між екологічними проблемами та якістю життя і здоров'ям людей [221].

Очікується, що пакет заходів «Fit for 55», представлений Єврокомісією у липні 2021 року, стане важливим кроком у перегляді кліматичної політики ЄС та дозволить скоротити викиди парникових газів на 55% до 2030 року порівняно з рівнем 1990 року. Це проміжна мета на шляху до повної кліматичної нейтральності Європи до 2050 року. «Зелена угода» передбачає масштабний перегляд понад 50 європейських законів та політики за трьома ключовими напрямками.

Кардинальна декарбонізація енергетики та інших галузей економіки для досягнення нульового рівня викидів парникових газів. Адже на енергетику припадає понад 75% викидів в ЄС. Ключовим є різке збільшення частки відновлюваних джерел енергії.

Відокремлення економічного зростання від надмірного споживання природних ресурсів та погіршення стану довкілля. Це вимагатиме як технологічних інновацій, так і зміни способу життя та моделей споживання європейців.

Забезпечення справедливого та інклюзивного «зеленого» переходу для регіонів, секторів та соціальних груп, які зазнають негативного впливу декарбонізації. Для цього створено спеціальний Фонд справедливої трансформації обсягом 65-75 млрд євро на 2021-2027 роки [135].

На нашу думку, успішна реалізація «Зеленої угоди» вимагатиме кардинальних технологічних, економічних та соціальних змін. ЄС має уважно стежити за балансом екологічних, економічних та соціальних цілей на шляху до сталого відновлення та розвитку.

Зокрема, дуже важливо уникнути ситуації, за якої тягар «зеленого» переходу буде несправедливо розподілений, а його витрати - перекладені на найбільш вразливі верстви населення. Це може спричинити соціальне невдоволення та політичну нестабільність у ЄС.

Тому крім жорстких екологічних регуляцій, необхідним є активна структурна та промислова політика для створення «зелених» робочих місць у депресивних регіонах,

справедлива трансформація «коричневих» галузей, перепідготовка персоналу, соціальний захист тощо. Лише комплексний підхід, що поєднує економічні та соціальні інструменти, може забезпечити успіх «Зеленої угоди».

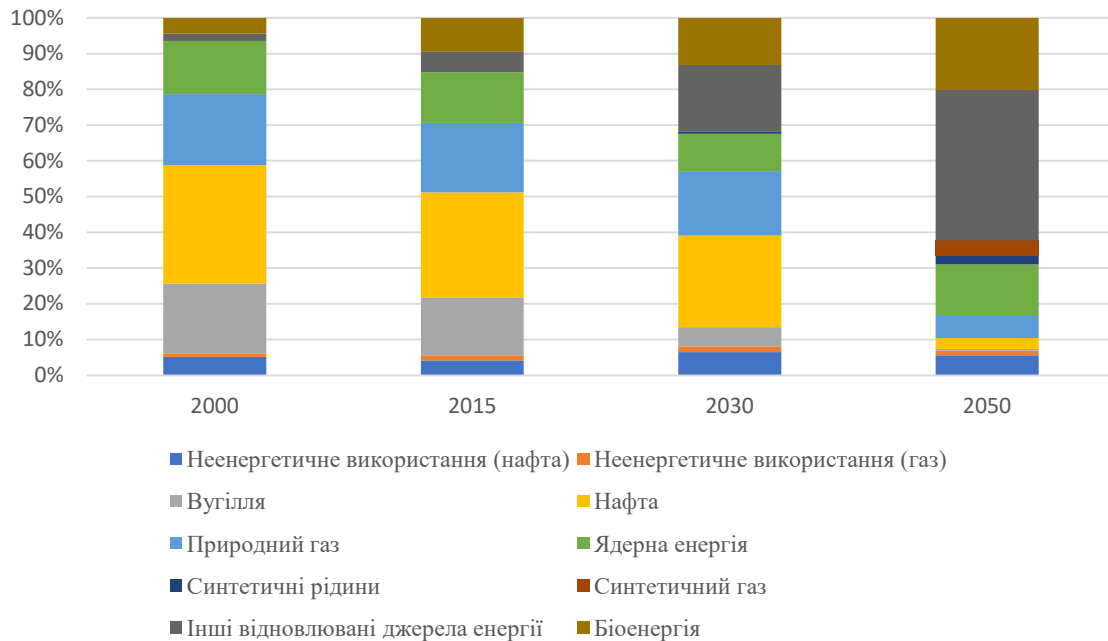


Рис. 2.3. Еволюція енергетичного балансу ЄС [6]

Для реалізації Європейської зеленої угоди Європейська Комісія оцінює необхідний обсяг інвестицій на рівні 1 трильйона євро. Половина цих коштів планується залучити з бюджету ЄС та системи торгівлі викидами (EU ETS). Іншу частину передбачається отримати з інвестиційного фонду ЄС під назвою InvestEU.

Кошти з цих джерел надаватимуть безпосередню підтримку відповідним екологічним проектам. Вони також створюватимуть сприятливі умови для стимулювання приватних інвестицій як в державному, так і в приватному секторі. Крім того, ці фонди допомагатимуть органам державної влади у структуруванні та впровадженні «зелених» інвестицій.

Для досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року Європейська Комісія нещодавно запропонувала нову стратегію сталого фінансування. Вона спрямована на те, щоб скерувати потоки приватного капіталу у види діяльності, які відповідають принципам сталого розвитку.

Також Комісія запропонувала розробити високоякісний добровільний стандарт - Європейський стандарт «зелених» облігацій. Його мета - заохочення масштабних

екологічних інвестицій за умови дотримання суворих вимог щодо стійкості та захисту інтересів інвесторів. ЄС планує задіяти як публічні, так і приватні джерела фінансування для забезпечення успішної реалізації амбітних цілей Європейської зеленої угоди.

На сьогодні Європейський Союз досяг значних успіхів на шляху до сталого розвитку та боротьби із зміною клімату. Ці кроки варті уваги та наслідування.

По-перше, прийняття Європейського закону про клімат - важливого документа, котрий юридично зобов'язує держави-члени скоротити викиди парникових газів на 55% до 2030 року. Це амбітна мета, проте абсолютно необхідна для запобігання кліматичній катастрофі. Європейський закон про клімат був прийнятий у 2021 році після тривалих переговорів. Він став реакцією на попередні невдачі в досягненні кліматичних цілей та масові протести на захист довкілля. Реалізація закону вимагатиме кардинальної трансформації енергетики, транспорту, сільського господарства. Проте це дозволить ЄС стати кліматично нейтральним до 2050 року.

По-друге, запуск масштабної програми оновлення будівель в ЄС. Планується до 2050 року відремонтувати 220 мільйонів будинків, підвищивши їх енергоефективність. Це дозволить заощадити кошти домогосподарств на опалення та охолодження, а також зменшити викиди CO₂. Програма була анонсована Єврокомісією у 2021 році як частина Європейського зеленого курсу. Вона передбачає щорічне оновлення близько 3% будівельного фонду ЄС. Для її реалізації знадобиться €275 млрд інвестицій. Очікується, що програма створить до 160 тисяч «зелених» робочих місць.

По-третє, ухвалення кодексу відповідальних практик у сфері харчування. 65 компаній домовилися робити здорові та екологічні продукти більш доступними та дешевими. Це чудовий приклад саморегулювання бізнесу задля суспільного блага. Кодекс був підписаний у 2022 році після консультацій з громадськістю. Він охоплює всі ланки ланцюга харчування від виробництва до роздрібної торгівлі. Компанії зобов'язалися скоротити харчові відходи, обмежити маркетинг нездорових продуктів, розширити асортимент органічних і рослинних продуктів тощо.

Окремо варто відзначити План дій ЄС «До нульового забруднення», спрямований на поліпшення якості повітря, води та ґрунтів. А також стратегію адаптації до змін клімату, котра має зменшити уразливість ЄС до екстремальних погодних явищ.

План дій був прийнятий у 2021 році і включає конкретні цілі зі зменшення забруднення до 2030 року. Для їх досягнення планується посилити екологічне законодавство ЄС, запровадити «зелені» держзакупівлі, стимулювати інновації у сфері очищення тощо. Стратегія адаптації була затверджена у 2021 році. Вона передбачає заходи з підготовки інфраструктури та економіки ЄС до екстремальних погодних умов, посух, повеней, спеки. Отже, ЄС робить важливі кроки до сталого майбутнього. Ці ініціативи варті підтримки та наслідування іншим країнам, включно з Україною.

Одним з ключових кроків стало прийняття в 2021 році пакету Fit for 55 - комплексу законодавчих ініціатив для реалізації цілі скоротити викиди парникових газів на 55% до 2030 року. Пакет передбачає реформування політики у сферах енергетики, транспорту, оподаткування, торгівлі квотами на викиди. Зокрема, планується радикально посилити вимоги до енергоефективності та розвитку відновлюваної енергетики. Ще один важливий інструмент - Фонд відновлення NextGenerationEU, кошти з якого мають спрямовуватися на «зелені» проекти. Це дасть поштовх для модернізації економіки та створення робочих місць у чистій енергетиці.

Перехід до нової моделі вимагатиме зміни не лише політики, але й культури та свідомості. Опитування свідчать, що 96% європейців готові змінити свої звички для скорочення вуглецевого сліду. Тут важлива роль лідерів думок та активістів, які формують нові суспільні норми. Хоча глобальна трансформація є комплексним завданням, ЄС має всі шанси стати першим кліматично нейтральним регіоном світу. Досвід євроінтеграції та солідарності дозволить подолати спільними зусиллями екологічні виклики сьогодення.

Таким чином в основі інституційних змін на шляху створення єдиного ринку ВДЕ в ЄС лежить дві стратегії: Європейська зелена угода, Енергетичний союз. В обох випадках ВДЕ є одним з напрямків їх реалізації. У документах, які лежать в основі згаданих проектів, закріплене часткове зобов'язання країн-членів ЄС збільшити частку ВДЕ у своїх енергобалансах.

2.2. Гармонізація фінансових інструментів при формуванні трендів у відновлювальній енергетиці

Політики та інструменти, спрямовані на стимулювання використання ВДЕ, досить різноманітні. Їх мета забезпечити зниження вартості технологій, що дозволяють отримувати цей вид енергії, і сприяти їх ширшому проникненню на ринок. Кожна з них має сильні сторони для виробників цього виду енергії і суспільства в цілому, а також демонструє слабкі сторони в залежності від того, як вони застосовуються в кожній країні.

Розробка відповідних механізмів сприяння освоєнню ВДЕ є першим етапом становлення ринку ВДЕ. Але навіть затвердженні стратегії та програми не гарантують притік інвестицій у сектор.

Високий інтерес ЄС до просування ВДЕ можна пояснити декількома чинниками. Один з них – досягнення більш екологічно сталої енергетичної системи, враховуючи, що ВДЕ сприяють скороченню викидів парникових газів і місцевих забруднюючих речовин і, як результат, пом'якшення наслідків зміни клімату та поліпшення якості повітря.

Крім того, збільшення частки ВДЕ в енергетичному балансі може також сприяти досягненню інших традиційних цілей енергетичної політики ЄС, таких як конкурентоспроможність цін на енергію і зниження залежності від імпорту викопного палива. Крім того, просування відновлюваної енергетики може створити нові можливості для працевлаштування на місцях, допомогти забезпечити лідерство виробників ЄС в області «зелених» технологій та сприяти загальному економічному зростанню.

Прихильність ЄС до ВДЕ була встановлена давно і підтверджується ст. 194 Договору про функціонування Європейського Союзу [39], де зазначено, що політика ЄС в галузі енергетики повинна сприяти розвитку нових і поновлюваних форм енергії в дусі солідарності між державами-членами. Однак в тій самій статті зазначено, що сприяння розвитку ВДЕ не повинно зашкодити праву держав-членів визначати умови експлуатації своїх енергетичних ресурсів, вибір між різними джерелами енергії та загальну структуру енергопостачання.

Після того, як у 1997 р. ЄК розпочала лібералізацію сектору електроенергії, реалізація конкурентного загальноєвропейського ринку електроенергії зіткнулася зі значними недоліками та затримками. Очікувалося, що ситуація покращиться від додаткових правил регулювання ринку електроенергії та газу, оновлених директив внутрішнього енергетичного ринку (2003, 2009), а також від додаткових директив щодо просування відновлювальної електроенергії (2001) та комбінованої теплової та електричної енергії (2004). [3]

Досягнення цілей, визначених ЄС у сфері розвитку ВДЕ, відбується завдяки системі ефективних механізмів та інструментів підтримки. Основним діючим законодавчим актом, який регламентує заходи з підтримки й стимулювання збільшення споживання енергії, виробленої на основі використання ВДЕ в енергоспоживанні ЄС, є Директива 2009/28/ЄС Європарламенту і Ради ЄС від 23 квітня 2009 р. «Про підтримку використання енергії з відновлюваних джерел та про зміну й подальшу скасування Директив № 2001/77/ЄС і № 2003/30/ЄС» [135]. Зокрема, Директива закріплює за собою право на: визначення цілей та термінів їх виконання для країн-учасниць; визначення основних напрямків розвитку ВДЕ; визначення механізмів підтримки та стимулювання для досягнення поставлених цілей; контроль за виконанням поставлених завдань.

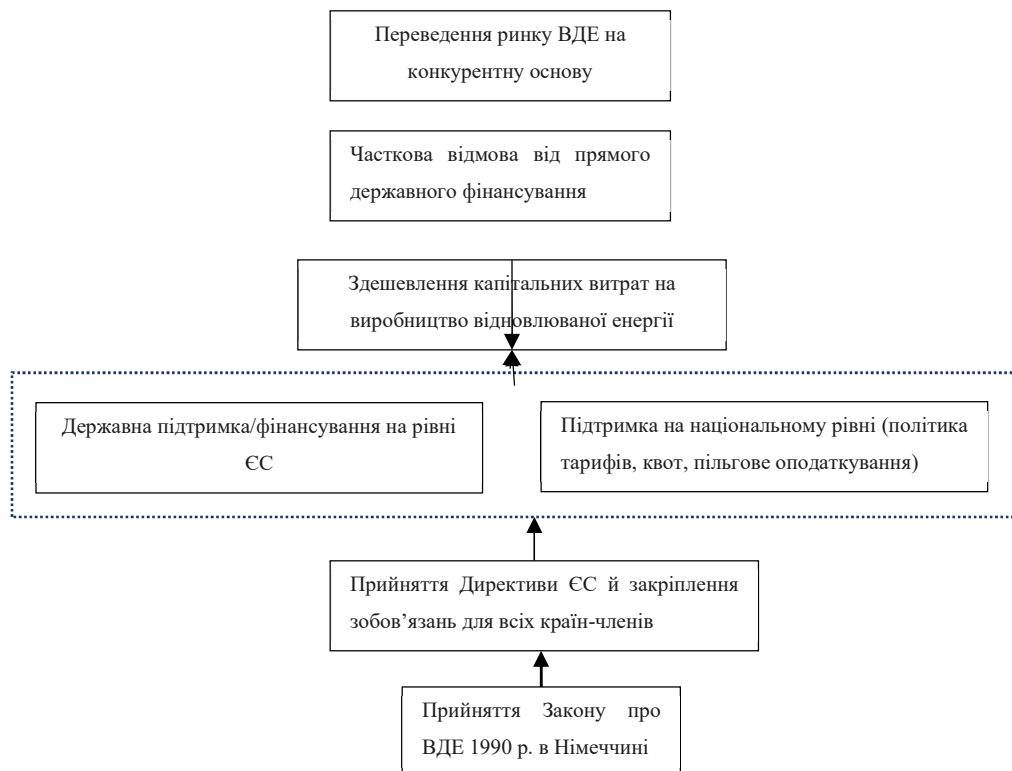


Рис. 2.4. Еволюція політики з підтримки ВДЕ в ЄС [11]

Усі визначені Директивою завдання сприяють досягненню позитивних результатів спільної енергетичної стратегії ЄС під назвою «Цілі 20-20-20» [10] за двома основними критеріями: кліматичним – зниження викидів CO₂ в атмосферу, й економічним – досягнення енергетичної незалежності Європи.

Політика технологічного та економічного розвитку ВДЕ в Європі в процесі вдосконалення зазнає постійних змін і доповнень.

Політику в сфері ВДЕ в розрізі секторів деталізують окремі нормативно-правові документи. Наприклад, в електроенергетиці ЄС застосовуються такі основні механізми підтримки:

1. Встановлення пільгової ціни купівлі електроенергії, виробленої з використанням ВДЕ: FiT (feed-in-tariff) або FiP (feed-in-premium). У першому випадку встановлюється фіксований тариф (як правило, для малих об'єктів генерації на ВДЕ), у другому випадку – пільговий тариф, що залежить від ринкових цін на електроенергію (як правило, для великих об'єктів генерації на ВДЕ). Пільгова ціна може встановлюватися двома способами: нормативно на певному рівні або на основі конкурсних процедур.

2. Торгівля зеленими сертифікатами, яка заснована на квотуванні споживання електроенергії, що виробляється з використанням ВДЕ.

FiT (feed-in tariff) і FiP (feed-in premium) є найпоширенішими механізмами зі стимулювання розвитку ВДЕ у ЄС. Визначення розміру тарифу є повністю компетенцією держави. Тариф встановлюється відповідно до особливостей різних технологій використання ВДЕ. Цей механізм реалізовується в такий спосіб: електроенергія, вироблена за допомогою ВДЕ, купується ринком або інфраструктурними організаціями в пріоритетному порядку і в повному обсязі. Ціна цієї енергії набагато вища середньої ринкової ціни електроенергії, виробленої традиційними джерелами. Тому додаткове фінансове навантаження розподіляється серед кінцевих споживачів шляхом введення додаткових податків і зборів. Так, наприклад, в Німеччині існує спеціальний розподільчий платіж для громадян (EEG-Umlage), який акумулюється на спеціальних рахунках (EEG-Konten) мережевих компаній [12].

Цей спосіб підтримки генеруючих потужностей на основі ВДЕ показав свою

ефективність, тому пільгові тарифи діють в різних країнах ЄС від 10 до 15 р. Висока ціна обладнання, наприклад, сонячних електростанцій, компенсувалася високою ціною закупівлі екологічно чистої енергії. До початку 2000-х рр. технології відновлюваної енергетики були значно вдосконалені, капітальні витрати на будівництво і введення в експлуатацію електростанцій на основі ВДЕ істотно знизилися, як наслідок, масштаби виробництва збільшилися. Це зумовило зміну політики підтримки з метою підвищення конкурентоспроможності та подальшого розвитку технологій на основі ВДЕ [154].

У 2014 р. Єврокомісією були сформульовані основні напрями політики державної підтримки енергетики і збереження навколишнього середовища до 2020 року. У документі особлива увага приділяється ринковим механізмам регулювання в області ВДЕ, серед яких виділяються аукціони і тендери. Відповідно до плану цього документу передбачалося повністю перейти на систему тендерів до 2017 р. [70].

Тендери – конкурентна форма відбору пропозицій на постачання електроенергії за заздалегідь оголошеними в документації умовами, в обумовлені терміни, на засадах змагальності, справедливості та ефективності. Контракт укладається з переможцем тендеру, який запропонував найкращі умови.

Розглядаються різні схеми і умови проведення тендерів для отримання конкурентних цін на електроенергію, що враховують вимоги, що пред'являються до учасників тендеру: сумарну потужність об'єктів за технологіями і термінів введення в експлуатацію; умови фінансування за видами технологій; кількість переможців в тендері; критерії визначення переможців тендеру. На всі ці питання відсутні однозначні відповіді, і в зв'язку з цим система тендерів є більш складним механізмом регулювання, в порівнянні з пільговими FIT і FIP тарифами. Вони можуть бути як відкритими, так і закритими і розігруються на рівних умовах для всіх виробників відновлюваної енергії в Єврозоні [35]. Інформація про тендери розміщується на сайті Європейської Комісії [95].

Даний документ також закріпив право за державами-членами ЄС самостійно розігрувати тендери за пріоритетними технологіями. Максимальна вартість заявки також встановлювалася державою.

Впродовж 2015-2016 рр. у різних країнах ЄС почали проводитися «пілотні» тендери. Наприклад, в 2015 р. Німеччина запустила програму розіграшу тендерів на

установку сонячних фотоелектричних електростанцій, з періодичністю проведення – три щорічних тендери. Перший тендер був оголошений в лютому 2015 р. Федеральним Агентством німецьких мереж. Його предметом стала установка сонячних фотоелектричних модулів (наземних) загальною потужністю 150 МВт з максимальною вартістю 11,29 євроцентів/кВт*год [16]. У рамках цієї ж програми вже в 2016 р. був розіграний четвертий за рахунком тендер на установку сонячних фотоелектричних модулів (наземних) загальною потужністю 128 МВт з середньою вартістю 7,41 євроцента/кВт*год [209].

Варто звернути увагу на переваги і недоліки тендерів у цій сфері. Позитивний ефект полягає в тому, що дана форма підтримки сприяє конкурентному ціноутворенню, а також поступово знижує вартість електроенергії для кінцевих споживачів. Це відбувається внаслідок скорочення різниці між ринковою вартістю і тарифом на зелену енергію.

Негативний ефект полягає в тому, що система тендерів в основному спрямована на підтримку великих проектів, в той час як невеликі установки поки не могли брати участь в конкурсних відборах. У вищезгаданому документі Європейської Комісії говориться про те, що дрібні виробники відновлюваної енергії (встановленою потужністю менше 6 МВт для вітроенергетичних і 1 МВт для сонячних і біоенергетичних установок) поки будуть виключені з конкурсних процедур. Відзначалося, що установки менше 3 МВт (для енергії вітру) та до 500 кВт (для інших поновлюваних джерел енергії) не мають економічної привабливості для участі в ринкових процедурах, тому за ними зберігається право застосовувати фіксовані пільгові тарифи (feed-in tariff) [139].

Загалом, провідні країни Європи не відмовляються повністю від FIT і FIP тарифів, але використовують для їх встановлення не директивні методи, а впроваджують конкурентні ринкові процедури – тендери, що дозволяє істотно знизити величину пільгового тарифу.

Система квотування і торгівля сертифікатами [166] є не менш ефективним інструментом підтримки ВДЕ. Зелений сертифікат – це документ, що підтверджує обсяг електроенергії, виробленої з використанням ВДЕ. Торговля сертифікатами – це істотний

дохід для операторів електростанцій, що працюють на ВДЕ. Класична схема використання зелених сертифікатів пов'язана з системами квотування, або схожими концепціями, коли учасники ринку приймають на себе офіційні зобов'язання в області виробництва, передачі або споживання енергії, що генерується на базі ВДЕ, для досягнення певних цільових показників. Сертифікати є доказом виконання зобов'язань. Учасники, які не виконали свої зобов'язання, сплачують штраф або купують сертифікати в обсязі, що покриває недовиконання.

Величина накладеного штрафу за один відсутній сертифікат, як правило, визначає найбільшу вартість сертифіката. Сертифікати випускаються для виробників електроенергії. Умови торгівлі узгоджуються на двосторонній основі або ж торгівля може підтримуватися через т.зв. регіональні економічні співтовариства. Сертифікати можуть стати предметом купівлі-продажу між декількома сторонами з передачею сертифікатів в електронній формі з однієї облікової бази даних в іншу. Може бути використана і документарна форма передачі.

У 2020-х рр. частка чистої енергії будь-якого виробника повинна становити не менше 5,1 % від загального обсягу виробництва. У планах на перспективу – це 12,1 % до 2025 року. Якщо виробник не виконує цих зобов'язань в термін, він повинен заплатити штраф у розмірі 100 євро за один відсутній сертифікат або 100 євро за 270 кг викинутого CO² (в той час як середня вартість сертифікатів на ринку від 81 до 92 євро, а мінімальна 65 євро). Таким чином, виробникам, які не можуть через певні причини виконати свої зобов'язання за квотами, вигідніше вчасно купити сертифікати, ніж виплачувати штраф [25].

Національні схеми підтримки ВДЕ зазнали суттєвих змін після прийняття у 2009 р. Директиви ЄС про ВДЕ [26]. Починаючи з 2014 р. країни-члени ЄС поступово адаптували свої схеми відповідно до загальних умов підтримки енергії з ВДЕ, встановлених ЄК у «Керівництві з державної допомоги в галузі охорони навколишнього середовища та енергетики» (Guidelines on State Aid for Environmental Protection and Energy, EEAG) [42]. В результаті в національні схеми підтримки були введені такі характеристики, як відповідальність з балансування виробників ВДЕ та рівень підтримки тендерів.

З прийняттям в листопаді 2018 р. переглянутої Директиви з ВДЕ [134] (RED II) і прийняттям в листопаді 2018 р. переглянутого Положення про ринок електроенергії, які є частиною законодавчого пакету «Чиста енергія для всіх європейців» (Clean Energy Package (CEP)), ключові принципи конкурентоспроможності, недискримінації та економічної ефективності, викладені в принципах ЕЕАГ, стали стандартними критеріями для схем підтримки ВДЕ у Європі з 2021 р.

Політики у сфері ВДЕ, включаючи підтримку відновлюваних джерел енергії, можуть впливати на споживачів різними способами, зокрема, через загальний вплив на електричну систему (наприклад розвиток мережі, інтеграція ринку і т.д.). У більшості випадків витрати на досягнення узгоджених цілей в галузі відновлюваної енергетики в кінцевому підсумку лягають на кінцевих споживачів, наприклад, якщо підтримка ВДЕ безпосередньо включається до рахунків за електроенергію. Тому в інтересах споживачів також домогтися впровадження ВДЕ найбільш економічно ефективним способом. У 2016 р. та 2017 р. плата за ВДЕ становила близько 13 % і 14 % відповідно від рахунків домогосподарств за електроенергію, в порівнянні з 11 % в 2014 р. В 2019 р. ці збори вже склали в середньому 14 % від рахунків споживачів, а в деяких країнах – 20 %.

Далі проаналізуємо схеми підтримки електроенергетики з ВДЕ за технологіями й типам інструментів (наприклад, пільгові тарифи (Feed-in tariffs, FiTs), пільгові премії (Feed-in premiums, FiPs) і зелені сертифікати (Green Certificates, GCs)).

У вересні 2020 року в країнах-членах CEER національним органам регулювання енергетики (NRA) було запропоновано заповнити анкету про національні схеми підтримки ВДЕ. Запитальник складався з короткого опису схеми підтримки (тип наданої підтримки, тип схеми фінансування, рівень ринкової інтеграції виробників ВДЕ і режим самоспоживання) і будь-яких нещодавніх або майбутніх змін з моменту останнього огляду. Далі NRA було запропоновано надати кількісні дані про кількість підтримуваних ВДЕ і відповідних витратах в розбивці по технологіям і видам підтримки. Країнам-членам також було запропоновано надати окремі відомості про нові установки, які отримують підтримку (встановлених в 2017 або 2018 році), хоча не всі країни змогли надати ці дані. Крім питань, що стосуються прямої фінансової підтримки, яка надається ВДЕ, країнам-членам задавалися питання про непряму підтримку,

самоспоживання, нето-вимірах і нормативних актах, пов'язаних з спільнотами, що використовують поновлювані джерела енергії [57].

В останні роки країни ЄС зосередилися на розробці стратегій до 2030 рр. і навіть далі, щоб продемонструвати чіткі сигнали для інвесторів. В RED II міститься вимога до держав-членів ЄС внести свій вклад в досягнення загальноєвропейської мети – не менше 32 % відновлюваної енергії в кінцевому енергоспоживанні до 2030 р. Для цього країни ЄС повинні були представити національні плани з енергетики та клімату (national energy and climate plans, NECPs) до кінця 2019 р.

У цьому підрозділі не будуть оцінюватися результати діяльності конкретних країн-членів ЄС, а лише проаналізується поточний стан справ. На липень 2021 р., коли готувався звіт CEER з 28 країн 22 визначили цільові показники для ВДЕ до 2030 р. як загальний цільовий показник, або як частку в кінцевому споживанні енергії, або як частку в секторі електроенергетики. Шість країн не вказали конкретних цілей у сфері ВДЕ, але дві з цих шести країн (Нідерланди та Великобританія) вказали мету зі скорочення викидів CO². Для країн, які прийняли рішення про частку ВДЕ до 2030 р., їх зобов'язання досягли середньої частки в 31 % в кінцевому споживанні енергії та середньої частки в 53 % у виробництві електроенергії на останній рік 2030 р. [24]

Після 2018 р. в Європі діяли в основному чотири типи схем підтримки ВДЕ: пільгові тарифи (FiTs); пільгові премії (FiPs); зелені сертифікати (GCs); інвестиційні гранти.

Для кожної схеми підтримки рівень підтримки (або зобов'язання за квотою у випадку зелених сертифікатів) може бути встановлений через адміністративні процедури або тендери.

Виробництво електроенергії з поновлюваних джерел, що отримувало підтримку, у 2018 і 2019 рр. показано нижче.

Незважаючи на те, що все більше установок досягають кінця терміну підтримки, а деякі нові установки будуються без підтримки, загальний обсяг відновлюваної електроенергії з підтримкою зріс з 603 ТВт-год у 2018 р. до 642 ТВт-год в 2019 р. (538 ТВт-год в 2016 р. і 603 ТВт-год у 2017 р.).

Таблиця 2.1

**Виробництво електроенергії з ВДЕ з отриманням фінансової допомоги,
2018 р.**

Країна	Біоенергетика	Геотермальна енергія	Гідроенергетика	Сонячна енергія	Наземні ВЕС	Морські ВЕС	Інші	Загалом [MWh]
Австрія	2597,387	235	1505,577	620391	5,060,573		52	9,784,214
Бельгія						3,391,000		3391-000
Хорватія	608,412		24,621	69,196	1345,467			2,047,696
Кіпр	36,000			126,755	220,611			383366
Чеська Республіка	4,209,650		912265	2307,743	600,856			8,030,514
Данія	6,732,718			491,199	8,190,000	4,618,000		20,031,917
Естонія	965256		19,253	12,974	490,474		55,336	1543,293
Франція	5,199,946		6,458,644	9,860,727	28,095,977		1,960,826	51,576,120
Німеччина	41,640,599	165226	4,799,106	40,784,324	88,684,398	19,179,478		195,253,131
Греція	297,970		718,450	3,793,200	63,000,257			11,109,877
Угорщина	1,785,742	6358	207,941	264,417	549,739			2314,196
Ірландія	1,289,559		3588		6,670,139			7,963,286
Італія	16,210,496	1533,176	9,736,449	20,234,211	15,567,029			63,281,360
Латвія	761,953		49,525	-	113,195			924573
Литва	411370		66,263	75,753	1117,744			1571,129
Люксембург	164,013		18,224	103270	241571			527578
Північна Македонія	54,050		202,962	22,788	97,338			377,138
Мальта				149326				149326
Нідерланди	6,831,934	1,016,624	940	1,032,262	3,979,457	2,900,000		15761,217
Норвегія			6,428,152	4322	1,959,998			8392,472
Португалія	1,456,472		1,040,291	501,699	12,160,013		1,915,177	17,073,652
Румунія	360,136		892,681	1,648,038	6,181,569			9582,424
Словаччина	1377,384		672,910	601329	5,849			2557,472
Словенія	243517		118338	249551	6,017			617423
Іспанія	4,867,133		2,972,220	12,131,692	36,213,945			56,184,989
Швеція	5235,178		1,473,514	473,152	15,630,225	540,030		23,352,099
Об'єднане Королівство	25,322,414		2272,054	7,084,660	28,175,513	26,237,558	9298	89,101,498
Всього	128,659,288	2,721,619	401593,968	102,642,979	267,657,954	56,866,066	3340,690	603582,562

Джерело: [104]

Помітно, що за 1 рік загальне виробництво енергії виросло на 4 млн мегават. Зростання стосується приблизно усіх країн. В останні роки використання інструментів фінансової підтримки компанії з ЄС реалізуються їх довгострокові стратегії. Найбільшу частку займають ФРН, Великобританія, Іспанія та Франція.

Таблиця 2.2

**Виробництво електроенергії з ВДЕ з отриманням фінансової допомоги,
2019 р.**

Країна	Біоенергетика	Геотермальна енергія	Гідроенергетика	Сонячна енергія	Наземні ВЕС	Морські ВЕС	Інші	Загалом [MWh]
Австрія	2157252	200	1333,587	707297	6207,711		191	10,406,237
Бельгія						4,773,000		4,773,000
Хорватія	768,411	64,830	24,198	72,016	1,402,331			2,331,786
Кіпр	39,276			124,471	238,136			401,083
Чеська Республіка	4,253,640		1,063,798	2,240,056	691,114			8,248,607
Данія	6,181,539			542,138	8,803,000	6,184,000		21,710,677
Естонія	975,737		21,616	54,097	565,441		51,274	1,068,165
Фінляндія								
Франція	5,254,226		5,831,586	11,172,818	33,510,948		1,696,800	57,466,377
Німеччина	41,206,371	187,112	5,489,334	41,354,197	99,137,955	24,378,792		211,753,762
Греція	366,750		688,310	3,961,920	7,278,320			12,295,300
Угорщина	1,622,311	9,238	204,913	888,400	578,633			3,303,496
Ірландія	481,024		3,492		8,265,067			8,749,583
Італія	16,019,596	15,70,734	8,011,267	20,639,496	16,925,580			63,166,672
Латвія	686,998		58,564		137,146			882,708
Литва	447,414		61,887	72,943	1,411,906			1,094,151
Люксембург	222,833		21,989	107,311	250,013			602,146
Північна Македонія	55,102		169,032	23,225	101,807			349,166
Мальта				175,583				175,583
Нідерланди								
Норвегія			6,901,116	9,346	3,486,431			10,396,893
Польща								
Португалія	1,657,013		868,302	531,854	13,310,517		1,777,200	18,144,886
Румунія	410,100		865,500	1,723,193	7,085,171			10,083,964
Словаччина	1,257,487		796,559	606,276	689			2,061,012
Словенія	217,919		110,436	261,393	6,133			595,081
Іспанія	4,903,585		2,235,202	13,303,948	38,971,117			59,413,852
Швеція	6,232,930		1,861,585	749,389	18,681,929	588,683		28,114,516
Об'єднане Королівство	28,176,959		2,571,091	7,798,720	31,672,767	31,957,916	15,261	102,192,714
Всього	123,594,473	1,032,114	39,193,365	107,120,086	298,719,863	67,882,391	3,540,725	641,083,017.4

Джерело: 104

У таблицях нижче представлено статистику встановлених потужностей, які отримували відповідну державну підтримку впродовж 2018-2019 рр. У цілому, потужності з підтримкою зросли з 306 ГВт до 313 ГВт в 2019 р.

Встановлені потужності з підтримкою, 2018 р.

Країна	Біоенергетика	Геотермальна енергія	Гідроенергетика	Сонячна енергія	Наземні ВЕС	Морські ВЕС	Інші	Загалом [MWh]
Австрія	403	1	374	798	2344		1	3321
Бельгія			•1			1.187		1487
Хорватія	102		6	52	556			716
Кіпр	10			116	158			283
Чеська Республіка	1381		340	2.092	312			4424
Данія	3.064		-1	1.000	3,788	1,696		9,548
Естонія	150		8	38	312			508
Фінляндія								-
Франція	1.034		1,940	8,661	14,447		587	26,669
Німеччина	8,413	42	1,477	45,182	52,306	6393		113313
Греція	83		240	2,645	2,860			5328
Угорщина	452	3	56	373	301			1485
Ірландія	377		2		3,087			3466
Італія	4415	535	4250	17,595	8,618			35,113
Латвія	129		28		65			222
Литва	125		128	83	533			869
Люксембург	26		8	129	117			280
Північна Македонія	7			17	37			133
Мальта				135				135
Нідерланди	2,673	288	1	1,478	1,739	729		6308
Норвегія			2,250	12	915			3477
Португалія	322		426	296	5,647		523	7,214
Румунія	124		341	1359	2,961			4,785
Словаччина	310		707	530	3			1551
Словенія	50		23	257	3			333
Іспанія	980		899	6,909	16,982			25,770
Швеція	2,127		358	504	6599	190		9,778
Об'єднане Королівство	5,476		941	10,842	12,782	8,062	17	38,122
Всього	31,931	869	14,877	101,101	137,474	18,257	1,128	305,536

Джерело: [104]

ФРН також є абсолютним лідером щодо нових встановлених потужностей з підтримкою. Лише вона за 2019 рік встановила більше мегават нових потужностей, ніж наступні за нею 5 країн. 90 % цих потужностей припадає на берегову вітроенергетику та сонячні електростанції. Великобританія та Італія знаходяться на 2 та 3 місці відповідно.

Встановлені потужності з підтримкою, 2019 р.

Країна	Біоенергетика	Геотермальна енергія	Гідроенергетика	Сонячна енергія	Наземні ВЕС	Морські ВЕС	Інші	Загалом [MWh]
Австрія	328	1	368	974	2548		1	4220
Бельгія						1556		1556
Хорватія	119	10	6	53	576			764
Кіпр	10			146	158			313
Чеська Республіка	1317		363	2,025	447			4,152
Данія	3,068			1,086	3,815	1,696		9565
Естонія	150		8	114	312			584
Фінляндія								•
Франція	1,102		1,999	9,836	15,444		245	28,626
Німеччина	8,748	47	1,489	49,063	52,307	7528		119282
Греція	88		241	2,793	3,607			6,729
Угорщина	425	3	54	926	236			1544
Ірландія	174		1		3326			3501
Італія	3,820	458	3,928	17,571	8,649			34,426
Латвія	125		28		65			218
Литва	120		128	103	1234			1585
Люксембург	45		8	137	123			314
Північна Македонія	8		80	17	37			141
Мальта				158				158
Норвегія			2,455	14	1556			4,025
Польща								•
Португалія	434		390	296	5,723		505	7347
Румунія	124		336	1358	2,961			4,779
Словаччина	295		704	531	1			1530
Словенія	47		23	258	3			331
Іспанія	971		815	6,881	17,091			25,758
Швеція	2236		440	816	8,078	190		11,760
Об'єднане Королівство	5505		944	11,045	13,578	9,038	18	4(1128
Всього	29,260	519	14,807	106,202	141,372	20,008	768	313,436

Джерело: [104]

Два основних підходи до фінансування схем підтримки ВДЕ не змінювалися впродовж останніх років. Тому більшість країн-членів до цього часу використовують або загальне оподаткування, або неподаткові збори, що оплачуються через розрахунки за електроенергію певних груп або усіх користувачів електроенергії. За даними опитування Ради Енергетичного регулювання у Європі більшість країн фінансують свої схеми підтримки ВДЕ за рахунок неподаткових зборів (21 з 28 країн). У країнах з неподатковими зборами існують різні механізми визначення розміру оплати. У дев'яти випадках розмір збору визначається урядом, ще у восьми – регулюючим органом. У

Німеччині та Угорщині збори встановлюють оператори передавальних систем (TSO). У Норвегії та Швеції збори встановлюються постачальниками електроенергії у формі ринкових цін на сертифікати.

Фінансування для покриття витрат на підтримку можуть також збиратися за рахунок загального оподаткування всіх громадян, як це відбувається в Данії, Люксембурзі, Мальті, Північній Македонії, Румунії та Словаччині. Також можливе фінансування підтримки ВДЕ безпосередньо через державний бюджет, як у Чеській Республіці. У Франції рішення про фінансування кожного року бере парламент через закон про фінанси.

У цілому 23 країни повідомили, що після 2017 р. жодних змін у способах фінансування підтримки ВДЕ не відбулося.

Таблиця 2.5

Способи фінансування схем підтримки ВДЕ

Країна	Зміни після 2017 року*	Загальний податок, який сплачують усі громадяни	Неподаткові збори, що сплачуються деякими або усіма споживачами за рахунок за електроенергію	Інший
Австрія	Немає	Немає	Так	
Хорватія	Так	Немає	Так	
Кіпр	Немає	Немає	Так	
Чеська Республіка	Немає	Немає	Так	Державний бюджет фінансує субсидії на покриття операційної підтримки електроенергії.
Данія	Немає	Немає	Так	
Естонія	Немає	Немає	Немає	З січня 2016 року підтримка відновлюваних джерел енергії підпадає під загальний державний бюджет через спеціальний фонд - фінансування якого щороку вирішується парламентом через Закон про фінанси (наразі внутрішні податки на викопне паливо).
Франція	Немає	Немає	Так	
Грузія	Немає	Немає	Так	
Німеччина	Так	Немає	Так	
Греція	Немає	Немає	Так	
Угорщина	Немає	Немає	Так	
Ірландія	Так	Немає	Так	

Італія	Немає	Немає	Так	
Латвія	Немає	Немає	Так	
Литва	Немає	Так	Так	
Люксембург	Немає	Так	Немає	
Мальта	Немає	Немає	Немає	Як неподаткові збори, так і податки, які деякі або всі клієнти сплачують за рахунок за електроенергію.
Нідерланди	Так	Так	Так	
Північ	Немає	Немає	Так	
Македонія	Немає	Немає	Так	
Норвегія	Немає	Немає	Так	
Польща	Немає	Так	Немає	
Португалія	Немає	Немає	Так	
Румунія	Немає	Немає	Немає	Кінцеві споживачі твердого, рідкого, газоподібного викопного палива або кінцеві споживачі централізованого теплопостачання також зобов'язані сплачувати додаткові неподаткові збори для фінансування схеми підтримки ВДЕ.
Словаччина	Немає	Немає	Так	Інший
Словенія	Немає	Немає	Так	
Іспанія	Немає	Немає	Так	

Джерело: узагальнено [93; 65; 194]

Іноді існують винятки (часткові або повні) для внесків на фінансування, наприклад, для енергоємних галузей промисловості (12 країн з 28), для електроенергії з самогенерацією від ВДЕ або звичайних електростанцій, що споживається на місці (10 з 28). У семи країнах втрати в мережах не враховуються. Інші можливості включають часткове або повне звільнення домогосподарств з низьким рівнем доходу (Австрія), промислових підприємств, які зобов'язані отримати дозвіл на викид парникових газів (Хорватія), домогосподарств і малих підприємств (Угорщина) або вразливих споживачів (Латвія). Ці виключення можуть збільшити фінансовий тягар для споживачів, які не мають винятків.

У деяких випадках, коли витрати на підтримку ВДЕ розподіляються через державний бюджет (наприклад Франція і Мальта), немає чіткої схеми звільнення від податків для різних категорій споживачів електроенергії [9].

Однак слід підкреслити, що звільнення від податків залежить від загальної системи фінансування. Якщо система фінансування заснована на спожитій електроенергії, взятої з громадської мережі, то сомоспоживання електроенергії, виробленої самостійно, не покривається системою фінансування в першу чергу. Якщо система фінансування заснована на спожитій електроенергії, незалежно від того, чи

використовується громадська мережа чи ні, то самоспоживання електроенергії власної генерації буде покриватися цією системою. Тому необхідно зробити виняток, якщо на це споживання не будуть накладатися збори за використання поновлюваних джерел енергії.

Останнім часом багато уваги приділяється питанню ціни витрат на підтримку ВДЕ. У Таблиця 2.6 порівнюються витрати на підтримку ВДЕ в різних країнах. Для цього загальні витрати на підтримку ВДЕ діляться на валове виробництво електроенергії. Мета полягає в тому, щоб показати масштаб підтримки відновлюваних джерел енергії в порівнянні із загальним розміром ринку електроенергії.

Таблиця 2.6

Країна	RES витрати на підтримку електроенергії 2018 [М€]	Валове виробництво електроенергії 2018 [TWh]	RES підтримка на одиницю валової електроенергії 2018 [€/MWh]
Австрія	671	69	9.77
Бельгія	350	75	4.66
Хорватія	153	14	11.23
Кіпр	67	5	13.34
Чеська Республіка	1.710	88	19.42
Данія	578	30	19.04
Естонія	83	12	6.71
Фінляндія		70	
Франція	4,413	582	7.58
Німеччина	23,691	643	36.84
Греція	1,197	53	22.47
Угорщина	133	32	4.16
Ірландія	87	31	2.79
Італія	11,147	290	38.48
Латвія	95	7	14.19
Литва	84	4	24.04
Люксембург	52	2	23.56
Північна Македонія	18	6	3.26
Мальта	17	2	8.58
Нідерланди	1,072	114	9.37
Норвегія	101	147	0.69
Польща		170	-
Португалія	827	60	13.66
Румунія	412	65	6.35
Словаччина	301	27	11.15
Словенія	101	16	6.19
Іспанія	5,751	274	20.95
Швеція	413	163	2.53
Об'єднане Королівство	6,556	331	19.82
Всього	60,080	3,382	19.12

Джерело: [145]

У цілому, країни з більш високим рівнем проникнення ВДЕ, як показано в таблиці 2.4, мають більш високий рівень підтримки електроенергії на одиницю виробленої

валової електроенергії. Витрати на підтримку електроенергії ВДЕ на одиницю валового виробництва електроенергії варіювалися від 0,69 € / МВт в Норвегії до 38,48 € / МВт в Італії, при цьому середньозважена підтримка склала 19,12 € / МВт у 2018 році.

СТВ ЄС була створена у 2005 р. і включає понад 11 000 установок по всій Європейській економічній зоні, які покривають близько 40 % викидів парникових газів (ПГ) в Європі. СТВ ЄС – це система «обмеження і торгівлі», що означає, що загальний обсяг викидів ПГ, які можуть бути здійснені компаніями, визначається верхнім лімітом. Відповідно до верхнього ліміту, що щорічно зменшується, компанії отримують або купують квоти на викиди, якими вони можуть торгувати за потреби [47].

З самого початку СТВ ЄС страждала від надлишку квот на викиди, що призвело до того, що ціна була занадто низькою, щоб стимулювати кліматичні зміни.

Основними причинами недостатнього цінового сигналу були неамбітні загальні цілі, економічна криза 2008 р. та приплив міжнародних кредитів. Після заходів з обмеження надлишкової пропозиції та узгодження більш високої кліматичної цілі ЄС до 2030 р. ціни досягли нових рекордних рівнів у 2021 р. Незважаючи на те, що СТВ ЄС почала подавати помітний ціновий сигнал, вона все ще перебуває під загрозою надлишкової пропозиції, а ціни досі не досягли рівнів, сумісного з Паризькою угодою [197].

Резерв стабільності ринку СТВ ЄС (*EU ETS Market Stability Reserve (MSR)*) поглинає надлишкові квоти з ринку і допомагає впоратися з минулим надлишком. Однак, на даний момент MSR не є придатним для того, щоб впоратися з раптовими шоками або майбутніми надлишками. Більше того, компанії, які повинні платити за забруднення, отримують прибутки від СТВ ЄС в результаті безкоштовного розподілу квот на викиди. У 2021 р. СТВ ЄС почав змінюватися в рамках Зеленого курсу ЄС.

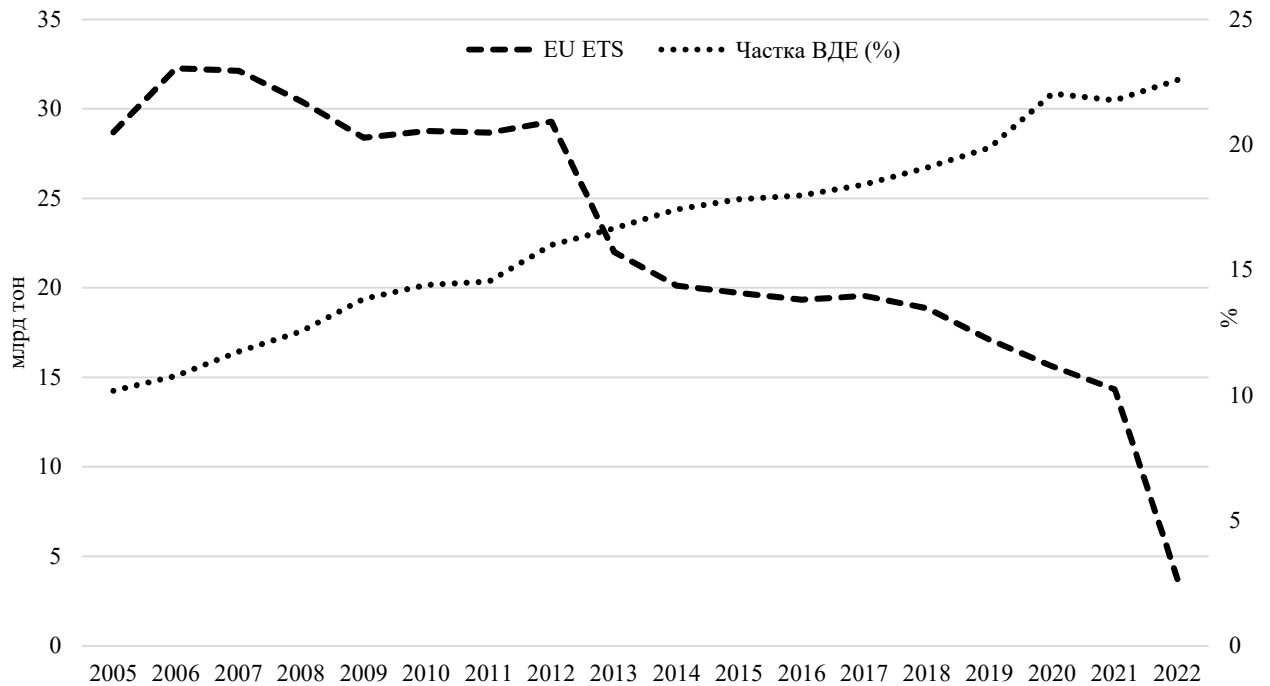


Рис. 2.5. Система торгівлі квотами на викиди Європейського Союзу (млрд т) та частка ВДЕ (%), 2005-2022 рр. [68]

Як видно з рис.1., упродовж перших років існування СТВ дозволи на викиди були відносно значними, що призвело до надлишку кредитів і низької ціни на вуглець. Це відображено в даних, де значення СТВ ЄС почалося з 28,7 млрд тон у 2005 р., досягло піку в 32,3 млрд тон у 2006 і 2007 рр., а потім стабільно знижувалося до 2013 р.

У 2013 р. СТВ була переглянута – як згадувалося вище, створено новий Резерв стабільності ринку (MSR) для вирішення проблеми надлишкової пропозиції квот і підвищення ціни на вуглець. В результаті розмір СТВ ЄС дещо зріс у 2014 р., але потім продовжував знижуватися до 2018 р. .

У 2018 р. СТВ ЄС стабілізувалася, а у 2019 році дещо зросла. Однак у 2020 та 2021 рр. обсяги значно знизилися, ймовірно, через пандемію COVID-19 та пов'язаний з нею економічний спад.

Можна припустити, і на це вказують дані, що об'єми СТВ ЄС ще більше знизяться у наступні роки. Це може бути пов'язано з триваючими економічними наслідками пандемії, агресією росії проти України або іншими чинниками – зміни в структурі енергоспоживання, економічні умови, технологічний прогрес, регуляторні зміни та зміна політичних пріоритетів, які поки що незрозумілі до кінця.

Останнє зниження вартості, яке ми спостерігаємо на рис. 1, свідчить про ймовірну

необхідність подальшого політичного втручання для підтримки переходу до низьковуглецевої економіки. Це може включати впровадження більш жорстких цілей зі скорочення викидів або створення стимулів для інвестицій у відновлювані джерела енергії.

З наведених на рис 2. даних видно, що Німеччина (DE) має найбільшу кількість викидів в межах СТВ ЄС, за нею йдуть Італія (IT), Польща (PL) та Велика Британія (GB). Ми пов'язуємо їх обсяг викидів з вищим рівнем промислової активності. З іншого боку, менші країни, такі як Люксембург (LU), Ісландія (IS) та Мальта (MT), мають відносно нижчі значення для СТВ ЄС. Це може свідчити про те, що ці країни мають меншу промислову активність, нижчі обсяги викидів, що призводить до менших потреб у квотах.

Варто відзначити, що окрім країн, нами було додано значення NER300 – 1,2 млрд тон. Звісно, його не можна порівняти з іншими країнами, оскільки це кількість квот, виділених на конкретну ініціативу для фінансування низьковуглецевих технологій, але програма напряду стосується нашої теми дослідження.

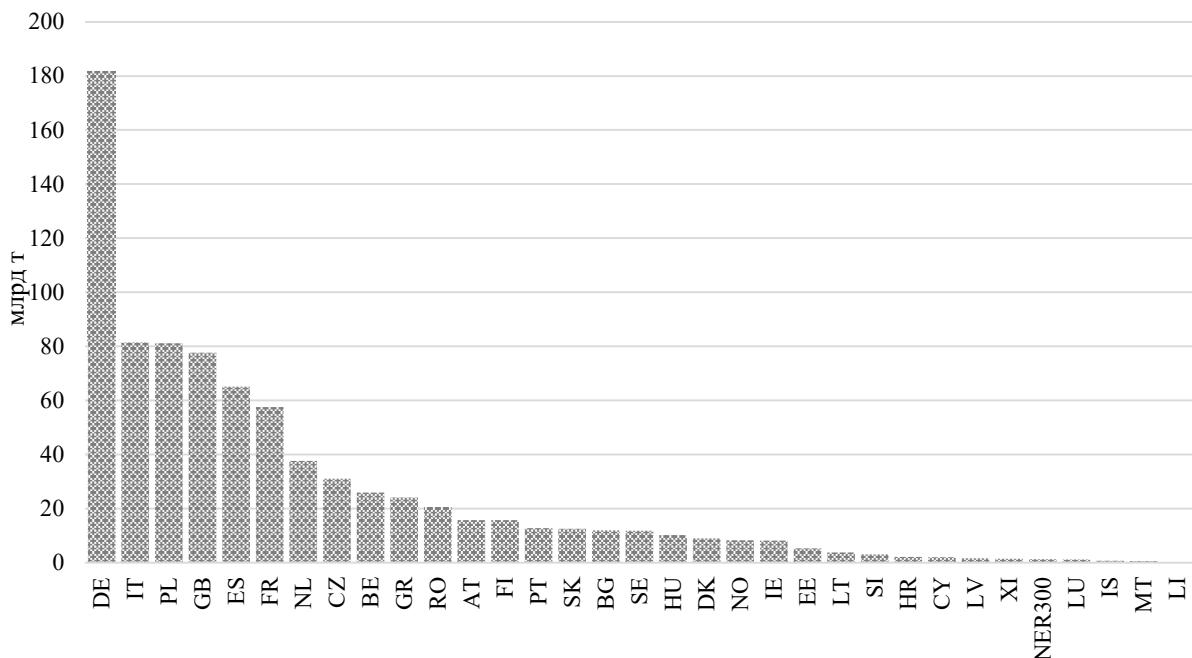


Рис. 2.6. СТВ ЄС у розрізі країн, 2005-2022 рр, млрд т CO₂ [68]

У цілому NER300 – це програма фінансування, створена Європейською Комісією для підтримки демонстрації інноваційних низьковуглецевих технологій. Назва «NER300» походить від 300 млн квоту Резерву для нових учасників (NER) Системи

торгівлі викидами (СТВ) ЄС, які були виділені на програму.

Програма діяла з 2012 по 2020 р. і стосувалася великомасштабних демонстраційних проектів з інноваційних технологій ВДЕ та уловлювання і зберігання вуглецю (УЗВ). Проекти повинні були продемонструвати, що вони можуть досягти значного скорочення викидів вуглекислого газу в економічно ефективний спосіб [184].

Програма NER300 розглядалася як важлива частина зусиль ЄС у боротьбі зі зміною клімату та переході до низьковуглецевої економіки. Вона також була покликана допомогти подолати так звану «долину смерті», з якою стикаються багато інноваційних технологій на етапі їх комерціалізації.

Дивлячись на дані рис 3, можна побачити, що Німеччина щороку отримує найбільші асигнування на СТВ, а Італія та Польща йдуть за нею з невеликим відривом. Однак усі шість країн демонструють тенденцію до зменшення обсягів виділених коштів на СТВ з часом, з особливо різким зниженням у 2019-2020 роках.

Цікаво також відзначити вплив пандемії COVID-19 на розподіл СТВ. У 2020 році в усіх країнах спостерігалось зменшення розподілу СТВ, що може бути пов'язано з економічним спадом, спричиненим пандемією.

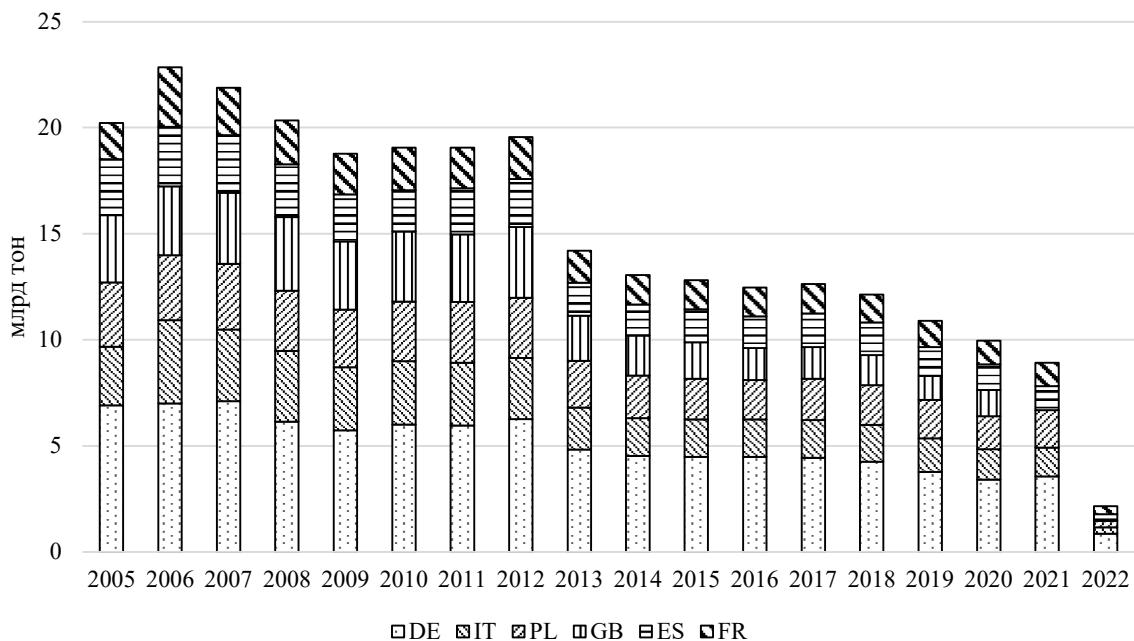


Рис. 2.7. Розподіл системи торгівлі квотами на викиди Європейського Союзу (СТВ) за країнами та роками для шести основних країн ЄС [69]

На рис. подано дані розподілу квот за основними секторами діяльності. Так,

сектор стаціонарних установок, який включає електростанції та інші великі промислові викиди, отримав найбільший обсяг квот – 389,89 млн. Сектор спалювання палива, який включає менші енергетичні установки, отримав другий за обсягом розподіл – 200,82 млн. одиниць СТВ.

Сектор промислових установок (за винятком спалювання) отримав 111,91 млн. квот СТВ. Цей сектор включає різні галузі промисловості, такі як виробництво харчових продуктів та напоїв, хімічна промисловість та металообробка. Сектор виробництва чавуну та сталі отримав 27,33 млн. квот, а сектор виробництва цементного клінкеру – 25,58 млн. Сектор нафтопереробки отримав 23,58 млн. одиниць квот СТВ.

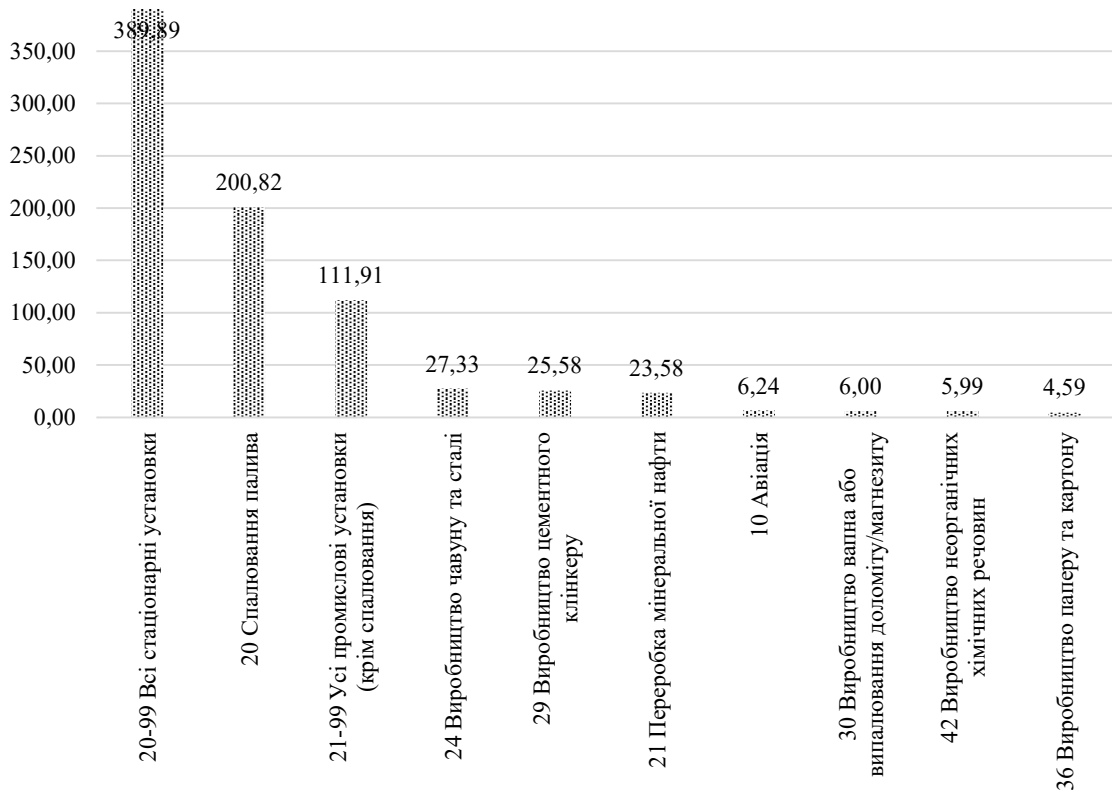


Рис. 2.8. Основні сектори діяльності та відповідні їм значення СТВ [69]

Авіаційний сектор отримав 6,24 млн. квот СТВ, тоді як виробництво вапна або прожарювання доломіту/магнезиту та виробництво неорганічних хімічних речовин отримали по 5,99 млн. квот СТВ. Нарешті, сектор виробництва паперу та картону отримав 4,59 млн. одиниць СТВ.

Ці дані показують розподіл квот СТВ між різними секторами. Розподіл квот СТВ базується на кількості викидів, вироблених кожним сектором. Дані свідчать про те, що енергетика та промисловість є найбільшими емітентами, а отже, отримують найбільшу

кількість квот СТВ.

Тепер перейдемо до аналізу взаємозв'язку між системою квот на викиди вуглецю та розвитком відновлювальної енергетики в ЄС. Очевидно, що дані рис. 1 демонструють зворотній зв'язок між СТВ ЄС та часткою відновлюваних джерел енергії в загальному енергетичному балансі. У перші роки існування СТВ ЄС, з 2005 по 2008 р. помітне незначне зростання частки ВДЕ з 10,2 % до 12,5 %. Однак, по мірі того, як СТВ ЄС ставала більш усталеною, а ціна на вуглецеві квоти почала знижуватися, частка ВДЕ також почала зменшуватися, досягнувши мінімуму в 15,6% у 2020 р. Це може бути пов'язане з тим, що СТВ ЄС встановлює ціну на вуглець, що робить викиди парникових газів дорожчими для компаній. Як наслідок, деякі компанії перейшли на відновлювані джерела енергії, щоб зменшити свої викиди та заощадити гроші. Однак, коли ціна на вуглець почала знижуватися, компаніям стало дешевше продовжувати використовувати викопне паливо замість того, щоб інвестувати у відновлювану енергетику.

Варто також зазначити, що пандемія COVID-19 могла вплинути на дані за 2020 та 2021 рр., оскільки призвела до зниження економічної активності та попиту на енергію, що могло вплинути на частку відновлюваної енергетики в загальному енергобалансі.

Для перевірки впливу СТВ ЄС на розвиток ринку відновлювальної енергетики ЄС використаємо регресійний аналіз. Частку ВДЕ у загальному балансі (RES_share) оберемо за залежну змінну. В якості незалежних змінних будуть показники обсягу дозволів на викиди (EUETS), а також ВВП ЄС (EU_GDP). Останній ми додаємо, як контрольну змінну, аби показати, що зменшення викидів не є наслідком зниження економічної активності в ЄС.

Перед оцінкою коефіцієнтів регресійного рівняння забезпечено дотримання припущень методу найменших квадратів. Зокрема виявлено, що між залежною змінною та EU_GDP існує нелінійний зв'язок. Було оцінено декілька моделей, в результаті обрано коефіцієнти з найкращими показниками відповідності (див. табл.)

Отримана регресійна модель має високий індекс детермінації – 0,944, що означає, що 94,4% варіації залежної змінної (RES_share) пояснюється незалежними змінними (EUETS, sq_EU_GDP та EU_GDP), включеними в модель. Скоригований R^2 становить 0,931, що свідчить про те, що модель не є надмірно підігнаною і що незалежні змінні є

добрими предикторами залежної змінної.

Таблиця 2.7

МНК, на базі спостережень 2005-2021 (T = 17)
Залежна змінна: RES_share

	<i>Коефіцієнт</i>	<i>Ст. Похибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>p-значення</i>	
const	-35,0513	22,5593	-1,554	0,1442	
EUETS	-0,507577	0,0426606	-11,90	<0,0001	***
sq EU GDP	-0,262095	0,107957	-2,428	0,0305	**
EU GDP	8,18534	3,12813	2,617	0,0213	**

Середнє зал. змін.	16,18500	Ст. Відх. зал. змін.	3,620715
Сума кв. залишків	11,73546	С.П. регресії	0,950120
R-квадрат	0,944051	Скориг. R-квадрат	0,931140
F(3, 13)	73,11834	P-значення (F)	2,15e-08
Лог. Правдоподібн.	-20,97187	Крит. Акайке	49,94373
Крит. Шварца	53,27659	Крит. Хеннана-Куїнна	50,27502
параметр rho	0,027835	Стат. Дурбіна-Уотсона	1,865140

Результати показують, що EUETS та sq EU GDP мають значущий негативний зв'язок з RES_share. Зокрема, для кожного збільшення EUETS на одну одиницю, частка ВДЕ зменшується на 0,51% при незмінності інших змінних. Аналогічно, для кожного збільшення квадрату ВВП ЄС на одну одиницю, частка ВДЕ зменшується на 0,26% за умови, що інші змінні залишаються незмінними.

З іншого боку, EU GDP має значний позитивний зв'язок з RES_share. Зокрема, для кожного збільшення ВВП ЄС на одну одиницю, частка ВДЕ зростає на 8,19% за умови, що інші змінні залишаються незмінними.

Постійний член регресійного рівняння є від'ємним і незначущим, що свідчить про відсутність суттєвого впливу інших чинників, не включених в модель, на частку ВДЕ.

F-тест показує, що модель в цілому є статистично значущою (p-значення < 0,001), що означає, що принаймні одна з незалежних змінних має значний вплив на залежну змінну. Статистика Дарбіна-Уотсона становить 1,865, що свідчить про відсутність значної автокореляції в залишках, а це є гарною ознакою того, що помилки є незалежними і в моделі не пропущено жодної важливої змінної.

Отже, тенденція до зростання обсягів СТВ ЄС підкреслює виклики, пов'язані з балансуванням між економічним зростанням та екологічною стійкістю. СТВ ЄС є

важливим механізмом для скорочення викидів парникових газів, але вона може потребувати подальшого коригування для забезпечення її довгострокової ефективності. Регресійний аналіз взаємозв'язку торгівлі викидами та розвитку ВДЕ виявив обернений вплив СТВ та ВДЕ, в той час як ВВП має позитивний вплив. У цілому, варто зазначити, що, виявлений зв'язок між СТВ ЄС та розвитком ВДЕ може існувати в короткостроковій перспективі, а довгостроковий вплив є невизначеним і залежатиме від низки чинників, включаючи ціну на вуглець, технологічний прогрес та державну політику щодо підтримки розвитку ВДЕ.

2.3. Інвестиційна складова в розвитку ринку відновлювальної енергетики

У цілому можна констатувати факт, що ринок ВДЕ досягнув зрілого рівня розвитку. Він зацікавив індивідуальних та колективних інвесторів (споживачів з потребою доступу до дешевої надійної та екологічно чистої енергії), а також найбільших стратегічних інвесторів, які здатні бачити усі переваги здійснення довгострокових інвестицій в цей сектор енергетики, що стійко розвивається. Нині інвестиції у ВДЕ перевищують інвестиції у традиційні технології виробництва електроенергії й тепла.

Європейські інвестори першими почали використовувати можливості в цьому секторі. Впродовж 2011-2016 рр. сектор ВДЕ забезпечив близько 0,5 млн нових робочих місць у Європі, а його щорічний оборот становив близько 140 млрд євро [182]. Така практика у ЄС стала прикладом ефективного поєднання економічного зростання, збільшення кількості робочих місць з боротьбою проти зміни клімату. Це перетворило ЄС на основного гравця на міжнародному ринку ВДЕ і пріоритетним регіоном для успішних екологічно чистих інвестицій.

На сьогоднішній день інвестиції в активи ВДЕ активно здійснюються інституційними інвесторами в якості розумного компонента інвестиційного портфелю, що поєднує низький ризик і привабливу прибутковість. Для більш зрілих європейських ринків характерною є значна активність вторинних продажів. На нашу думку, попри проблеми, очікувані зміни в принципах регулювання та нормативно-правової бази, відновлювальна енергетика буде розвиватися у стабільний інвестиційний ринок впродовж наступного десятиліття.

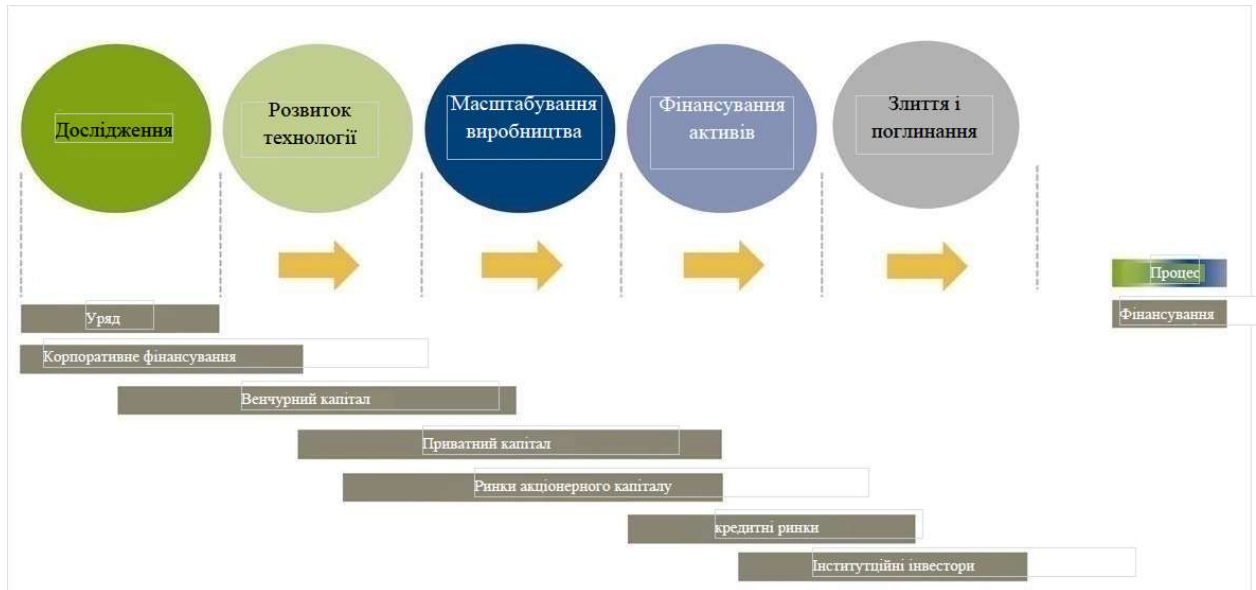


Рис. 2.1. Стадії фінансування проектів у ВДЕ

Джерело: [43]

Аналіз звітів міжнародних організацій, дослідницьких центрів та державних інституцій ЄС дозволив розробити модель «безперервності фінансування» у сфері ВДЕ (див. Рис. 2.1), яка зробила можливим зростання цього виду енергетики в усьому світі впродовж останніх років. Різні типи інвесторів підтримували такі технології, як вітрова, сонячна та біоенергетика, на різних етапах їх розвитку.

У лівій частині рисунку – ранні стадії процесу. Нові технології повинні бути вивчені і досліджені в лабораторії і на виробництві. Ця робота може виконуватися відділами досліджень і розробок великих компаній, підприємцями-початківцями або державними установами, і її необхідно фінансувати. Частина грошей буде надходити з державних дослідних програм і грантів, а частина фінансуватиметься компаніями.

Тому державні й корпоративні НДДКР є першими двома елементами, зазначеними на рисунку, які показують загальний обсяг інвестицій в поновлювані джерела енергії.

Правіше можна виділити стадію розробки технології, яка може включати в себе цілий ряд різних джерел фінансування. Корпоративні НДДКР, як і раніше будуть брати участь в тестуванні і перевірці нових продуктів, але венчурні інвестори вкладатимуть капітал, підтримуючи молоді компанії з перспективною технологією.

Рухаючись далі по горизонталі, швидше за все, з'являться приватні інвестори, які підтримують зростаючі компанії. Приватний акціонерний капітал зазвичай вкладає більші суми, ніж венчурні фонди, і буде прагнути до кристалізації прибутку шляхом продажу акцій, коли компанія буде продаватися на фондовому ринку або буде поглинена. Публічні ринки акцій приносять гроші від звичайних інституційних і приватних інвесторів в акції компаній відновлюваної енергетики, дозволяючи останнім комерціалізувати свої технології і нарощувати виробничі потужності.

Як приватні інвестори, так і інституційні часто залучаються на етапі впровадження технологій в різні установки відновлюваної енергетики. Як правило, для вітряної електростанції або сонячного парку близько 20-40 % коштів на будівництво і експлуатацію надходить від цих типів пайових інвесторів або від самого розробника проекту, а решта, більша частка надходить від кредиторів – зазвичай банків, але іноді і від інвесторів в облігації.

У правій частині нашого рисунка знаходиться стадія фінансування, яка пов'язана з переходом грошей і активів з рук в руки, а не з наданням нових грошей. Такі проекти, як вітряні електростанції, часто рефінансуються після початку їх експлуатації, щоб власники могли скористатися перевагами більш дешевого боргу. Або ж вони можуть бути придбані новими власниками зі стратегічних міркувань або тому, що ці нові власники хочуть інвестувати в активи на стадії експлуатації, але не піддаватися більш високим ризикам, які виникають при розробці і будівництві проекту.

На рисунку нижче показано, що у 2019 р. загальний обсяг всіх описаних вище видів нових інвестицій склав 301,7 млрд дол. США, що на 2% більше, ніж в у 2018 р. Цей глобальний сукупний показник став третім за величиною за всю історію спостережень, поступаючись лише показникам 2015 р. (317,3 млрд доларів) та 2017 р. (331,4 млрд доларів). Він також дещо перевищив середній показник за останнє десятиліття - \$ 284 млрд.

На графіку видно, що з 2015 року спостерігається бічна тенденція в загальному обсязі інвестицій у відновлювану енергетику. В значній мірі це пояснюється тим, що капітальні витрати на вітрову і сонячну енергетику швидко знижуються, в результаті чого на ті ж доларові витрати можна додати більше мегават нових потужностей. Це

стримує тенденцію до фінансування нових проектів і розгортання невеликих розподілених сонячних потужностей.

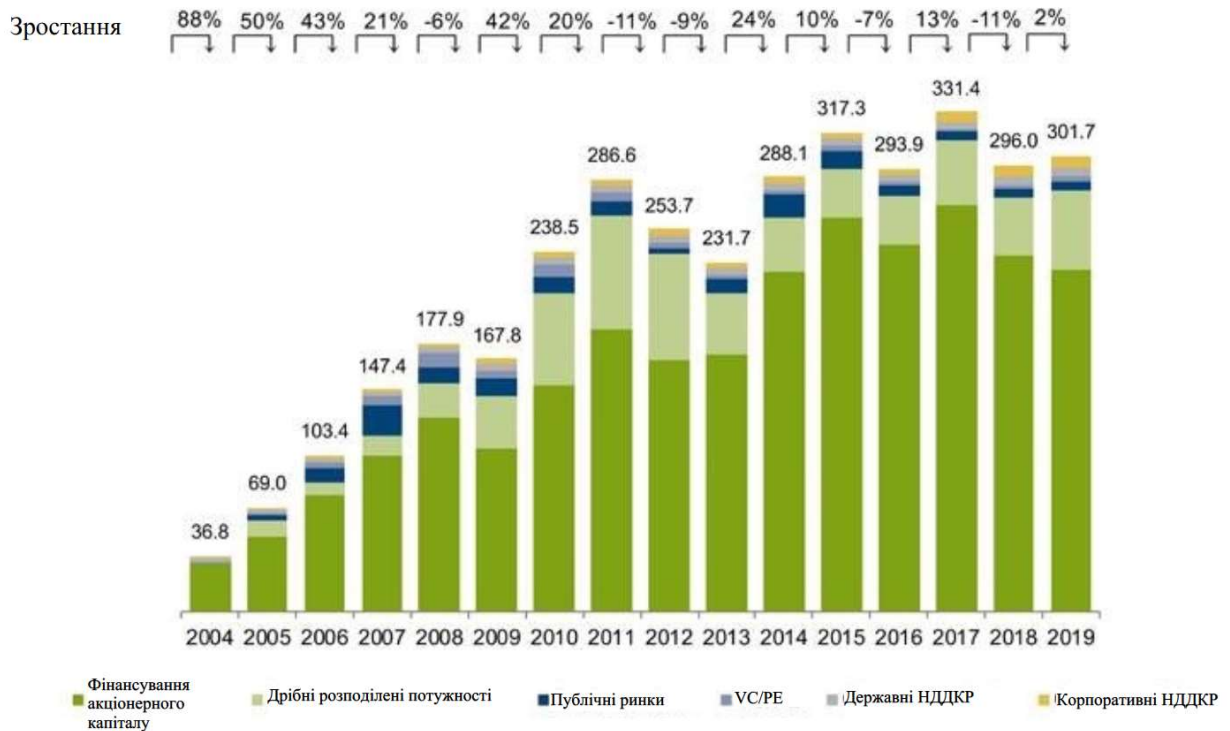


Рис. 2.2. Глобальні нові інвестиції у ВДЕ, 2004-2019, млрд дол.

Джерело: [19]

днак це не єдина причина відсутності чіткої тенденції. Фінансування на інших етапах фінансування також змінювалося. Наприклад, інвестиції в державні ринки в 2019 р. зросли на 11 %, до 6,6 млрд дол., але це не пік за десятиліття (понад 10 млрд дол. на рік), що спостерігався під час буму «yieldco¹» в США в 2014-2015 рр.

Венчурні інвестиції та приватний капітал були ще більш безглуздими: в 2019 р. вони зросли на 22 %, до 3 млрд дол., але залишилися нижчими за середній показник за десятиліття – 3,4 млрд дол. на рік. Обладнання вітро- і сонячних електростанцій стало значною мірою стандартизованим, а також перетворилося на товар, що залишає молодим компаніям набагато менше можливостей для здійснення технологічних проривів. Інші сектори, в яких 10-12 років тому спостерігався великий інтерес з боку венчурних / приватних інвесторів, такі як біопаливо і морська енергетика, не отримали такого зростання, як очікувалося.

¹ Yieldcos - це компанії, створені для управління компаніями ВДЕ на операційній стадії і для повернення більшої частини грошових коштів інвесторам.

Корпоративні витрати на НДДКР у 2019 р. знизилися на 1% до \$ 7,7 млрд, завершивши період стійкого зростання, що спостерігався з 2015 р., в той час як державні витрати на НДДКР зросли на 4 %, встановивши новий рекорд – \$ 5,7 млрд.

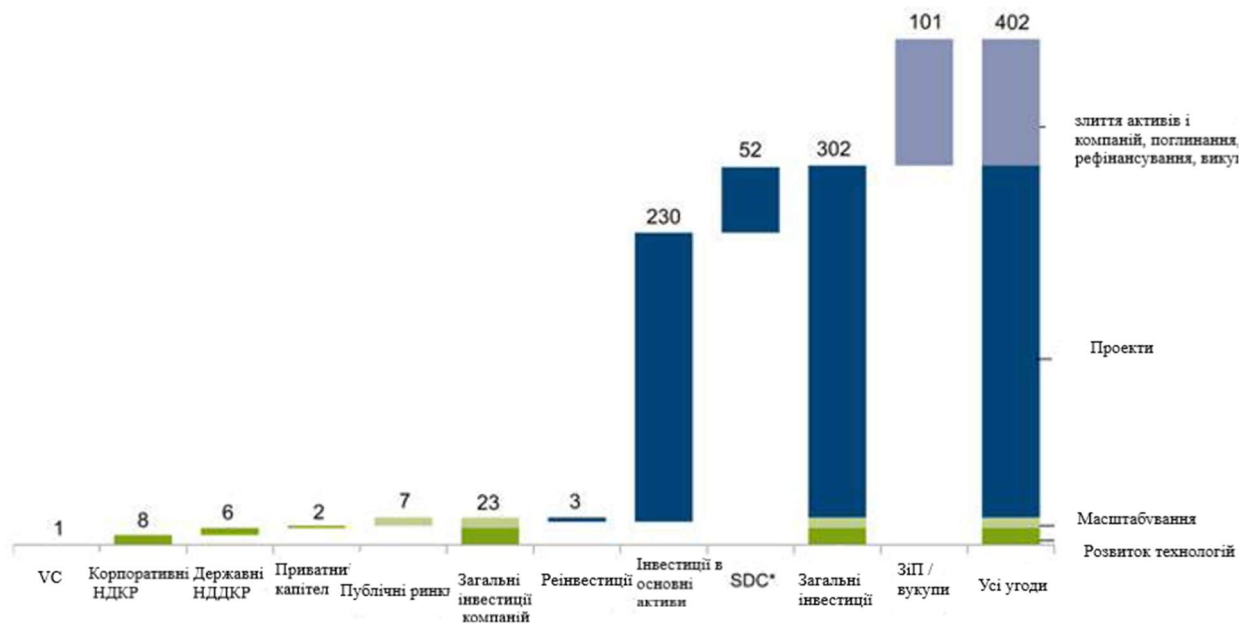


Рис. 2.3. Глобальні угоди у ВДЕ, 2019 р. млрд дол.

Джерело: [19]

На Рис. 2.6 показаний відносний масштаб у 2019 р. різних елементів виявленої моделі фінансування. Ліворуч – венчурне фінансування у розмірі \$ 1,2 млрд, державні і корпоративні НДДКР – \$ 5,7 млрд і \$ 7,7 млрд відповідно, а інвестиції в державні ринки – \$ 6,6 млрд. Таким чином, загальний обсяг інвестицій в компанії на ранніх стадіях склав \$ 23 млрд.

Правіше на рисунку знаходиться невелике коректування у розмірі \$ 3,4 млрд. для реінвестованого капіталу. Це гроші, залучені на публічних ринках або від приватного капіталу, які потім йдуть на будівництво нових потужностей ВДЕ. Наступні складові – два найбільших агрегати – фінансування активів у розмірі 230,1 млрд дол. і малі розподілені потужності (сонячні системи) у розмірі 52,1 млрд дол. Таким чином, загальний обсяг нових інвестицій у ВДЕ у 2019 р. склали 301,7 млрд дол.

Крайній правий стовпець демонструє діяльність з концентрації капіталу у секторі (купівля активів, рефінансування, а також поглинання і викупи компаній). У 2019 р. ця сума склала 100,7 млрд дол. Якщо додати цю суму до суми нових інвестицій, то загальна вартість всіх фінансових операцій у секторі складе 402,4 млрд дол.

Таблиця нижче вміщує усі проаналізовані елементи. У нижній половині таблиці показаний загальний обсяг інвестицій у ВДЕ у розрізі секторів та груп країн.

Поділ за секторами показує домінування вітрової та сонячної енергії з 2008 р, коли почав закінчуватися бум ринку біопалива в США і Бразилії. У 2019 р. на вітрову і сонячну енергетику припадало 283,7 млрд дол. США від загального обсягу інвестицій, в той час як на інші сектори припадало лише 18,1 млрд дол. США.

Географічний розподіл показує, що в перші роки ЄС лідирував у загальному обсязі інвестицій у відновлювану енергетику, але в 2013 році його обігнав Китай, а в 2019 році вперше відстав від Китаю та США. Часовий ряд також показує поступову появу Близького Сходу й Африки як важливих інвесторів у відновлювану енергетику.

У середній частині таблиці представлений часовий ряд операцій зі ЗіП. Корпоративні злиття і поглинання характеризувалися різнонаправленою динамікою, що залежало від часу укладення великих угод, а також від загального рівня довіри до сектору. Придбання активів та рефінансування активів перебували на підйомі з 32 млрд дол. в 2010 р. до 123,8 млрд дол. у 2018 р., а потім знизилися до 83,8 млрд дол.

Якщо взяти до розгляду 2010-2019 рр. у цілому, то загальний обсяг інвестицій у відновлювану енергетику (включаючи інвестиції на ранніх стадіях, корпоративні інвестиції, а також фінансування потужностей) склав \$ 2,8 трлн, а вартість угод з ЗіП – майже \$ 1 трлн.

У 2019 р. витрати на НДДКР в галузі ВДЕ зросли на 1 % і склали \$ 13,4 млрд. Лєвова частка витрат припала на сонячну енергію – \$ 6,7 млрд, трохи більше половини від загального обсягу. На другому місці йде вітрова енергетика – \$ 2,7 млрд, одна десята частина, як показано на рисунку нижче. Біопаливо посіло третє місце з 1,8 млрд. доларів, або трохи більше 13%. Найбільше зростання спостерігалось в малій гідроенергетиці – на 29 % до 742 млн дол..

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2018-19 зростання %	2004-19 CAGR
1 Загальні інвестиції																		
1.1 Нові інвестиції	36.8	69.0		1474		167.8	238.5	286.6			288.1	317.3	293.9	331.4	296.0		2%	15%
1.2 Усього трансакцій	45.2	95.2		204.3		229.3	295.8	361.6			376.9	425.4	427.8	477.7	437.4		-8%	16%
2 Нові інвестиції за ланцюгом вартості																		
2.1 Розвиток технологій																		
2.1.1 Венчурний капітал	0.4	0.6	1.2	2.1	3.3	1.6	26	26	24	08	1.0	1.4	0.8	0.8	0.2	12	508%	9%
2.1.2 Урядові R&D	1.9	2.0	2.2	2.7	2.8	5.4	4.9	4.8	4.7	5.2	4.5	4.4	5.1	5.1	5.5	5.7	4%	8%
2.1.3 Корпоративні R&D	1.9	1.9	2.2	2.3	3.3	3.3	3.8	4.3	4.1	4.0	4.3	4.1	4.3	9.9	7.9	7.7	•1*	10%
2.2. Масштабування																		
2.2.1 Приватний капітал	0.3	1.0	2.9	3.5	6.7	3.0	5.3	2.4	1.6	1.3	1.7	1.8	1.7	0.7	2.2	1.8	-22%	12%
2.2.2 Публічний капітал	0.3	«	»	1.97	10.5	<17	.06	»	3.8	9.3	.4.9	12.0	6.2	5.9	9.0	9.9		24%
2.3. Проекти																		
2.3.1 Фінансування активів	32.1	50.0	7.92	10.63	13.35	11.18	15.22	18.96	17.01	17.15	22.84	26.77	24.75	27.26	24.20	23.01	-5%	14%
З них реінвестований капітал	-0.1	-0.2	-2.2	-3.1	4.4		-1.8	-2.1	-2.9	•1.2	-3.5	-6.7	1.1	-2.9	-5.8	-3.4	-41%	26%
2.3.3 Малі розподілені потужності	8.0	10.1	9.0	13.9	22.2	34.7	60.9	75.1	6.99	40.2	3.67	32.6	32.5	4.25	3.82	5.21	37%	13%
3. Злиття і поглинання																		
3.1 Випуск компаній	0.8	3.7	KB		KB	KB	1.9	2.9	3.0	-	4.1	3.6	KSB	10.6	1.30	3.2	•76%	10%
3.2 Вихід інвесторів	0.4	2.3	2.6	3.9	0.9	2.4	4.8	0.2	0.4	1.7	1.6	1.5	6.4	2.8	0.1		-100%	-100%
3.3 Корпоративні ЗІП	2.2	7.6	10.3	19.8	16.5	22.4	18.7	29.6	9.3	16.2	11.2	18.4	29.5	13.3	14.6	13.7	-6%	13%
3.4 Поглинання проєктів та рефінансування	5.1	12.5	18.7	2.99	35.8	34.9	32.0	4.23	53.0	48.7	71.9	8.46	9.48	11.9.6	123.8	83.8	-32%	21%
4 Нові інвестиції за сектором																		
4.1 Вітер	18.4	26.3	35.4	58.8	73.9	72.5	97.8	83.3	78.3	83.3	111.1	119.7	123.5	133.4	132.7	142.7	8%	15%
4.2 Сонце	10.7	15.3	21.6	37.5	60.5	63.6	102.0	160.1	144.0	120.4	147.8	176.6	145.9	180.8	143.5	141.0	-2%	19%
4.3 Біопаливо	3.9	9.8	26.3	26.4	17.6	9.4	10.1	10.5	7.7	5.1	5.5	3.6	2.1	3.3	3.3	3.0	-10%	-2%
4.4 Біомаса	7.9	9.3	12.0	15.9	16.4	13.4	17.3	20.9	15.4	14.6	13.1	10.4	15.2	7.4	11.5	11.2	-2%	2%
4.5 Малі ГЕС	2.8	7.5	6.8	6.5	7.6	6.0	8.2	7.7	6.3	5.7	7.4	4.2	4.3	4.0	2.3	2.5	6%	•1%
4.6 Геотермальні джерела	1.1	0.8	1.3	1.7	1.7	2.5	2.8	3.8	1.7	2.4	2.9	2.5	2.7	2.4	2.5	1.2	-50%	1%
4.7 Морська енергія	0.0	0.1	0.1	0.7	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	•8%	12%
5 Нові інвестиції за географією																		
5.1 США	6.0		28.5	30.5	34.7	23.0	34.6	50.3	40.7	36.1	38.4	46.9	44.4	48.6		59.0	25%	16%
5.2 Бразилія	0.7	2.4	4.1	9.9	11.1	6.9	7.2	10.2	7.8	3.9		6.4	5.7	6.2	3.8	6.8	78%	16%
5.3 AMER (за викл. США, Бразилія)	1.7	3.7	3.5	4.8	5.6	5.0	12.0	9.8	10.4	12.5	15.2	11.5	6.5	13.2	10.7	12.8	20%	14%
5.4 ЄС	23.3	31.6	40.7	64.5	79.1	76.5	112.2	131.7	91.1	57.7	68.7	61.1	71.5	49.1	60.8	58.4	-4%	6%
5.5 Близький Схід та Африка	0.6	0.8	1.2	1.8	2.2	1.5	4.0	3.1	9.9	7.2	8.4	11.6		10.7	16.5	15.4	-7%	24%
5.6 Китай	3.0	8.5	10.5	17.2	25.8	36.7	42.4	45.7	56.6	63.4	88.7	121.1	105.6	148.4	95.9	90.1	-6%	25%
5.7 Індія	2.7	3.0	4.8	6.1	5.3	4.3	7.7	12.4	6.7	5.0	7.4	8.0	12.5	13.7	11.6	11.2	-4%	10%

Джерело: [19]

Інвестиції в НДДКР в області сонячної енергетики у 2019 р. продовжували зростати – на 1% - навіть незважаючи на те, що жорстка конкуренція вивела з бізнесу одну п'яту частину виробників.

Технологія виробництва сонячних елементів продовжує вдосконалюватися – збільшується кількість шин – срібних ліній, які акумулюють струм – на кожному сонячному елементі. Це підвищує вихід енергії за рахунок зниження електричного опору і затінення основного елемента, а також зменшує кількість необхідної срібної пасти, оскільки кожна шина тонша. Кілька років тому стандартним числом шин було чотири, нині їх встановлюють дев'ять.

Ще однією нещодавньою розробкою став біфаціальний сонячний елемент, який збирає пряме сонячне світло зверху і вторинне світло знизу. На піщаному ґрунті це може збільшити вихід енергії на 9%. Тому деякі великі американські розробники очікують, що це знизить граничну вартість сонячної енергії на 5%. У 2019 р. лише 4-5% поставлених модулів були двосторонніми, але BNEF очікує, що у наступні роки їх частка зросте до 15-21%, а в найближчі кілька років вони стануть галузевим стандартом.

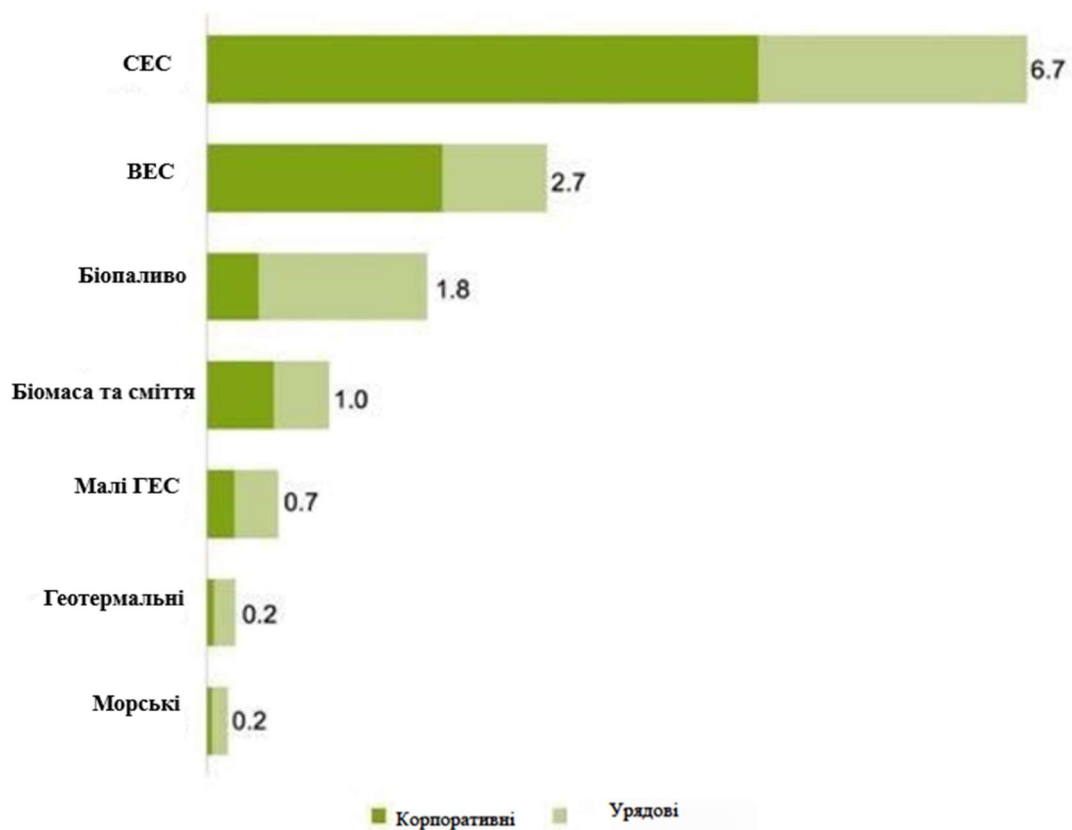


Рис. 2.4. Інвестиції в НДДКР у сфері ВДЕ [219]

У вітроенергетиці велика частина досліджень і розробок пов'язана з розмірами. Протягом багатьох років в галузі говорили про створення турбіни потужністю 10 МВт, і нарешті в 2018 ро. компанія MHI Vestas модернізувала свою установку потужністю 164-9,5 МВт для досягнення цієї потужності. Пізніше у 2019 р. General Electric оприлюднила плани зі створення нової величезної морської турбіни Haliade-X потужністю 12 МВт. Компанія стверджує, що ця машина не тільки на 20 % потужніша, але і має коефіцієнт потужності на п'ять пунктів вище галузевого стандарту[36]. GE проводить випробування турбіни на суші в Роттердамі і поставить турбіни Haliade-X для вітропарку Dogger Bank Wind Farm біля узбережжя Йоркшира. Розробники, SSE Renewables і норвезька компанія Equinor, очікують, що вітропарк потужністю 3,6 ГВт почне генерувати енергію в 2023 р.[204].

BNEF очікує, що збільшення розмірів турбін призведе до цілої низки супутніх знижень витрат, в результаті чого загальні капітальні витрати на морську вітроенергетику знизяться на 16 % до \$ 2,4 млн. за мегават до 2030 р., незважаючи на те, що майбутні проекти будуть будуватися далі від берега і на більшій глибині [91].

Одним із варіантів будівництва на великих глибинах є будівництво плаваючих турбін, які прив'язані до поверхні моря кабелями, а не спираються на жорстку конструкцію. Це знижує витрати декількома способами: потрібно менше сталі; турбіни можна буксирувати на місце, а не встановлювати за допомогою дорогих спеціалізованих суден; їх можна виробляти однаковими, а не проектувати для кожної окремої ділянки.

За останнє десятиліття випробування плаваючих турбін перейшли від окремих машин до демонстраційних проектів з декількома турбінами, а витрати знизилися на 86 %. BNEF стверджує, що технологія неухильно наближається до комерційної життєздатності, і очікує, що вартість знизиться ще на 56 % до 2030 р., коли цей проект буде лише на 9 % дорожче, ніж проект з донними турбінами.

В області морської енергетики тривають дослідження і розробки зі створення хвильових енергетичних установок, здатних витримати суворі умови морського середовища. Відбір потужності є предметом особливої уваги в рамках програми, яку курує Wave Energy Scotland.

Венчурний капітал і прями інвестиції у відновлювану енергетику зросли на 22 %

до \$ 3 млрд. Це найвищий рівень з 2015 р., але менше третини від піку 2008 р. Венчурні інвестиції на ранніх і пізніх стадіях значно зросли, а прямий капітал скоротився на 22 % до \$ 1,8 млрд, що становить лише чверть від піку 2008 р. [55]

Основні технології ВДЕ і компанії, які їх виробляють, в даний час є зрілими, тому потреба в таких формах фінансування на ранніх стадіях менше, ніж десять років тому.

Два інших чинники також сприяли зниженню траєкторії фінансування відновлювальних джерел енергії з боку венчурних / приватних інвесторів в порівнянні з попередніми періодами. По-перше, більша частина досліджень в основних секторах вітрової та сонячної енергетики, а також біомаси та переробки відходів в енергію в даний час проводиться у великих компаніях, а не в малих підприємствах.

Інша причина полягає в тому, що раніше фонди ранньої стадії мали чіткі неоднозначні результати своїх інвестицій в «зелену» енергетику, і багато хто з їхніх компаній-інвесторів зазнавали труднощів в умовах жорсткої конкуренції, зокрема, у виробництві сонячної енергії. Деякі з цих інвесторів тепер переключилися на інші низьковуглецеві галузі, такі як електротранспорт і зберігання енергії. У 2019 р. в сфері електромобілів було укладено дві угоди VC / PE на суму понад 1 млрд доларів, а в сфері акумуляторів – одна.

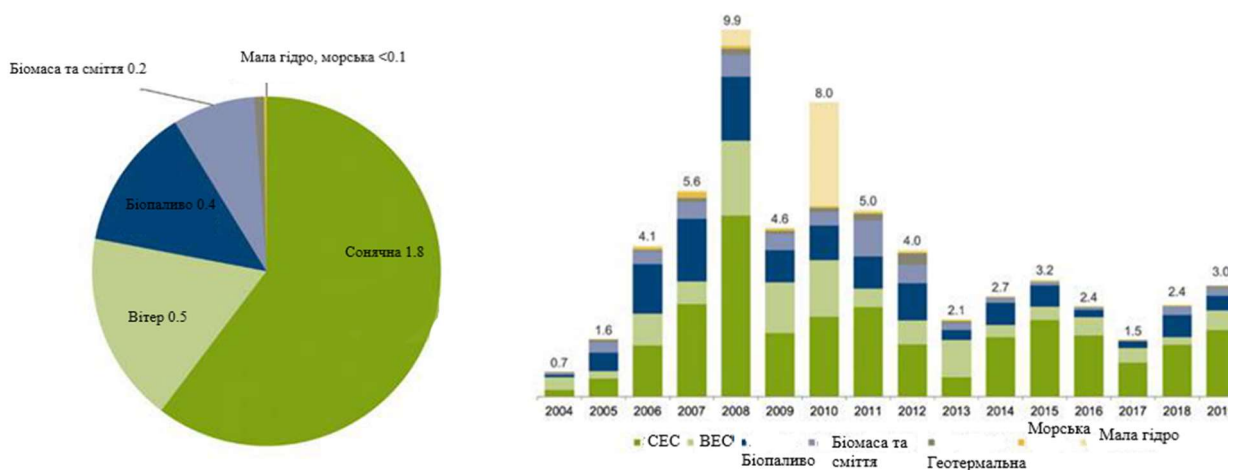


Рис. 2.5. VC/PE інвестиції у розрізі етапів та секторів, 2019, млрд. дол. [12].

Проте, в 2019 р. у деяких секторах відновлюваної енергетики спостерігалось значне зростання в порівнянні з попереднім роком.

Обсяг венчурних / приватних інвестицій в сонячну енергетику виріс на 29 % до 1,8 млрд дол., а у вітрову – на 157 % до 529 млн дол., причому новий капітал часто

дістається розробникам проектів, а не виробникам або піонерам технологій. У крихітному морському секторі, де розвиток технологій знаходиться на ранній стадії, інвестиції VC / PE виросли в чотири рази до \$ 6 млн на основі всього двох невеликих угод за участю шотландських і французьких розробників приливних турбін.

На публічних ринках інвестиції в компанії відновлюваної енергетики виросли на 11 % до \$ 6,6 млрд, що становить лише третину від максимуму, досягнутого у 2007 р. Публічні ринки спокійніші, тому що в основних секторах – сонячної та вітрової енергії – нині домінують глобальні компанії, що добре зарекомендували себе, яким менше потрібно залучати інвесторів.

Обсяг коштів, залучених у ході IPO, підскочив на 47 % до \$ 2 млрд, але це лише шоста частина від максимуму 2007 р. Інвестиції у вторинні і PIPE розміщення зросли на 4 % до \$ 2,9 млрд, а інвестиції в конвертовані цінні папери впали на 6 % до \$ 1,7 млрд. [135]

Традиційно найбільше інвестицій на публічному ринку було вкладено в сонячну енергетику – на 19 % до 3,6 млрд дол., а на другому місці - у вітроенергетику – на 63 % до 2,4 млрд дол., Інвестиції в біопаливо виросли більш ніж в три рази і склали 306 млн дол.

Інвестиції у виробничі потужності в країнах ЄС в 2019 р. трохи відстали від інвестицій в США, знизившись на 7 % до 54,6 млрд дол. США, що на кілька млрд дол. нижче середнього показника по регіону за п'ять років. У таблиці нижче показано розподіл цих інвестицій у 2019 р. Помітно контраст в розрізі вдів ВДЕ: інвестиції в вітроенергетику знизилися на 24 % до 26,4 млрд дол., а в сонячну енергетику зросли на 25 % - до 24,6 млрд дол.

Таблиця 2.8

Інвестиції у потужності ВДЕ в ЄС за секторами, 2019 р.

	2019	% ріст до 2018
біопаливо	0.0	-100%
Біомаса та відходи	3.1	12%
Геотермальна енергія	0.5	-40%
Морська	0.0	(0 у 2018)
малі гідроелектростанції	0.0	(0 у 2018)
Сонячна енергія	24.6	25%

(З них фотоелектричні)	24.6	25%
(Сонячна теплова енергія)	0.0	-100%
вітрова	26.4	-24%
(З них офшорний)	7.5	-38%
(наземна)	18.9	-17%
Всього	54.6	-7%

Джерело: [19]

У морській та наземній вітровій енергетиці інвестиції скоротилися: у першому випадку на 38 % - до 7,5 млрд доларів, а в другому - на 17 % до 18,9 млрд доларів. Причини були абсолютно різними: в сфері морських установок просто було менше операцій, що припали на 2019 рік, через терміни проведення аукціонних раундів. А зниження інвестицій в наземну вітрову енергетику пояснюється менш сприятливими умовами політики або планування на ключових ринках, таких як Німеччина і Скандинавські країни.

Сонячна енергетика в Європі залучила в 2019 році більше інвестицій, ніж в будь-який рік з 2012 р., який був кінцем буму в Німеччині й Італії, викликаного щедрими державними пільговими тарифами. У 2019 р. сектор виграв від поширення низьковитратних проєктів в Іспанії та інших країнах, спираючись на тарифи, встановлені на аукціонах або через угоди про купівлю електроенергії в приватному секторі [177].

Біомаса та відходи в енергетиці стали значущим сектором для Європи в 2019 р.: інвестиції зросли на 12 % до \$ 3,1 млрд, що є найвищим показником з 2016 р. Лідуючу позицію зайняла енергетика з відходів, причому у Великобританії були реалізовані проєкти вартістю в сотні мільйонів доларів кожен.

Рисунок нижче ілюструє той факт, що в 2019 р. інвестиції у виробничі потужності в Європі були значним чином розподілені між країнами. Так було не завжди – у деякі попередні роки лише на декілька ринків (наприклад, на Німеччину і Великобританію в 2016 р.) припадала більша частина виділених в Європі коштів.

У 2019 р. не менше 12 країн залучили інвестиції в розмірі понад 1 млрд дол. США. І ще одна країна (Норвегія) – трохи менше цієї суми.

У 2019 р. Іспанія інвестувала в поновлювані джерела енергії більше, ніж будь-яка інша європейська країна, що сталося вперше. Хоча вона була близька до цього в 2007 і

2008 рр., коли попередній бум відкинув її відразу після тодішнього регіонального лідера, Німеччини. Загальний обсяг інвестицій Іспанії в 2019 р., що склав \$ 8,4 млрд., на 25 % більше, ніж в попередньому році, і є найвищим для країни з 2011 р.

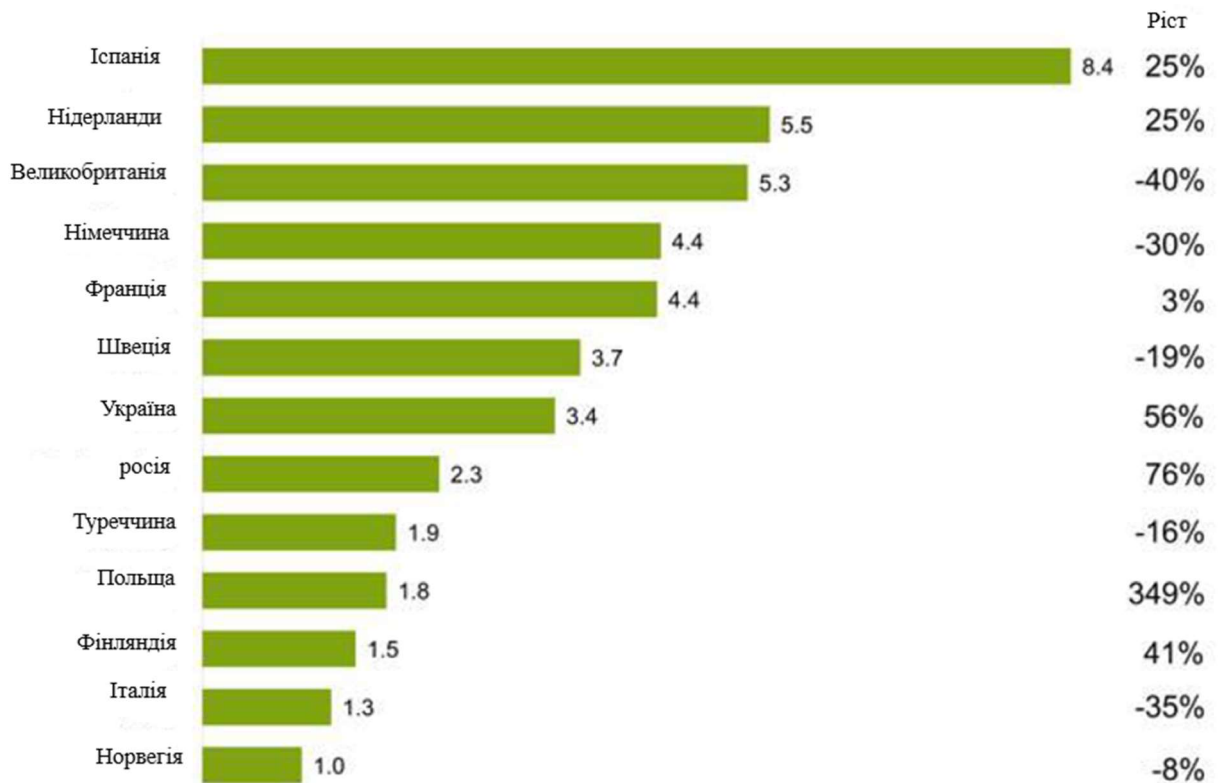


Рис. 2.6. Інвестиції у ВДЕ в розрізі країн, 2019 р[102].

Відмінною рисою останнього зростання іспанських інвестицій у відновлювану енергетику є те, що будівництво потужностей ведеться з набагато нижчими капітальними витратами на мегават, ніж десятиліття до того. Більшість угод з фінансування в 2019 р. були пов'язані з сонячною енергетикою, інвестиції в яку зросли на 75 % до 6 млрд дол., в той час як обсяг операцій з вітроенергетики впав на 20 % до 2,4 млрд дол.

Найдешевші фотоелектричні проекти в Іспанії в останні роки реалізуються за ціною набагато нижче 1 млн доларів за мегават. Наприклад, портфель проектів Cobra Zero-E має потужність 900 МВт, але досяг фінансового закриття з кошторисною вартістю 658 млн доларів. Цей портфель охоплює 18 електростанцій в Теруель і Сьюдад-Реалі, потужності яких виграли фіксовані тарифи на аукціоні з поновлюваних джерел енергії в 2017 р.

Найбільший в Європі проект з виробництва фотоелектроенергії – станція Nunez

de Balboa потужністю 500 МВт компанії Iberdrola в Бадахос – був профінансований в 2019 р. і завершено в кінці року, а його вартість в євро склала близько 330 млн доларів США. Позикові кошти надійшли від Європейського інвестиційного банку та Instituto de Credito Oficial, державного фінансового агентства Іспанії [100].

Нідерланди і Великобританія посіли друге і третє місця за розміром інвестицій в 2019 р., відповідно залучаючи \$ 5,5 млрд, що на 25 % більше, ніж в 2018 р., і \$ 5,3 млрд, що на 40 % менше. Обидва показники включають в себе офшорні вітрові установки: в Нідерландах – проект Fryslan потужністю 383 МВт, який фінансується на суму 925 млн доларів США, а в Великобританії - проект Neart na Gaoithe потужністю 432 МВт біля узбережжя Шотландії вартістю 3,4 млрд дол. США.

Однак в обох країнах спостерігалася активність і в інших секторах. Нідерланди інвестували 3,1 млрд доларів у велику та дрібну сонячну енергетику, оскільки інвестори скористалися аукціонною програмою SDE +². У Великобританії в 2019 р. було профінансовано три заводи з переробки відходів в енергію на загальну суму 1,4 млрд дол., причому основні доходи надходили від «плати за ворота» з прийому сміття, який в іншому випадку міг би обкладатися податками на землю.

У 2019 р інвестиції у ВДЕ в Німеччині скоротилися на 30 %, до 4,4 млрд дол. Інвестиції в сонячну енергетику, в першу чергу в малу, вирости на 15 % - до \$ 3,4 млрд, але інвестиції у вітрову енергетику склали лише \$ 1 млрд, що на 68 % менше, ніж в 2018 р. Це найменший показник, ніж в будь-який інший рік за період з 2004 р. У 2013-2017 рр. щорічні інвестиції в вітроенергетику в Німеччині становили в середньому \$ 12 млрд. Частково причиною низького показника в 2019 р. стала відсутність великого фінансування офшорної вітроенергетики, що вкрай незвично для одного з найбільших в світі офшорних ринків. Швидше за все, це тимчасовий підйом, оскільки Німеччина восени 2019 року заявила, що хоче збільшити свій цільовий показник в офшорній вітровій енергетиці до 2030 року до 20 ГВт з нинішніх 15 ГВт [96].

Однак різке уповільнення активності в області наземної вітроенергетики, швидше за все, буде більш тривалим. На п'яти поспіль вітряних аукціонах не вистачило заявок,

² SDE + означає "Стимулювання сталого виробництва енергії" і є субсидією на виробництво відновлюваної енергії в Нідерландах.

при цьому багато переможців аукціонів хотіли лише додати дві-три турбіни до існуючих вітряних парків. Сприятливими факторами є нестача вільних майданчиків, судові розгляди і тривалі терміни реалізації проектів.

У Франції, навпаки, вітроенергетика склала левову частку (3,5 млрд доларів) від загального обсягу інвестицій в 2019 р. Значною мірою це сталося завдяки фінансуванню проекту Сен-Назер потужністю 480 МВт – першого проекту в рамках французької програми морської вітроенергетики, яка досягла цієї стадії. Кошторисна вартість проекту становить 2,5 млрд дол. США, при цьому консорціум банків надасть 2,1 млрд доларів США в якості позикових коштів, а акціонерний капітал буде отримано від власників EDF і Enbridge.

Швеція продовжує отримувати значні інвестиції в берегову вітроенергетику, підкріплені корпоративними угодами про закупівлю електроенергії. Прийнята в країні схема «зеленого сертифікату» слугує додатковим стимулом для деяких проектів. Найбільшим кроком 2019 р. став початок будівництва другої фази вітропарку Eperon Markbygden потужністю 844 МВт і інвестиційною вартістю \$ 1,1 млрд. Очікується, що з часом проект приверне більше інвесторів та покупця електроенергії [176].

Як бачимо з нашого аналізу технологічна зрілість впливає на собівартість запуску нового проекту, вартість ціни одного Кв. З метою кількісної оцінки впливу зрілості технології та нових інвестицій з її використанням використаємо економетричний аналіз.

2.4.Оцінка ефективності інструментів стимулювання розвитку ринку відновлювальної енергетики ЄС

Вище нами було проаналізовано інституційний механізм та фінансові інструменти спільного ринку електроенергії ЄС. Російська агресія актуалізувала необхідність швидшого переходу на зелену енергетику. Позитивний досвід країн ЄС, як одного з лідерів декарбонізації енергетики, буде корисним для інших країн, в першу чергу для України в процесі євроінтеграції. Для виявлення найбільш ефективних політик та інструментів стимулювання розвитку ВДЕ в різних країнах ЄС проведемо економетричну оцінку їх ефективності.

Варто зазначити, що у дослідженнях ефективності стимулювання ВДЕ

переважно використовували методи аналізу панельних даних. Аналогічно, ми застосували модель панельних даних для дослідження зв'язку між політиками стимулювання та впровадженням ВДЕ. Наш аналіз базується на наборі даних за період з 2000 по 2021 рік, що охоплює 25 країн ЄС, включаючи Австрію, Бельгію, Болгарію, Хорватію, Чехію, Данію, Естонію, Фінляндію, Францію, Німеччину, Грецію, Угорщину, Ірландію, Італію, Латвію, Литву, Люксембург, Нідерланди, Польщу, Португалію, Румунію, Словаччину, Словенію, Іспанію, Швецію та Чехію. Мальта та Кіпр не були включені через недостатню кількість даних.

Нами було обрано модель з фіксованими ефектами, оскільки об'єктами оцінки є економіки, кожна з яких володіє своїми індивідуальними особливостями. Також ця модель враховує неспостережувані чинники, які відрізняються для різних моментів часу.

Поряд з панельними фіксованими ефектами, було також оцінено динамічну модель панельних даних. Ці моделі включають лаг залежної змінної як одну з пояснювальних змінних, у нашому випадку це означає, що встановлена потужність попередніх періодів може позитивно впливати на поточну потужність ВДЕ. Використання цього підходу здатне забезпечити ефективніші оцінки параметрів у порівнянні з традиційною статичною оцінкою з фіксованим ефектом, пропонуючи декілька переваг: усунення окремих неспостережуваних ефектів країни; вирішення проблеми ендогенності незалежних змінних шляхом використання їх лагових значень як інструментальних змінних; управління колінеарністю між змінними; можливість перевірки значної кореляції між поточними та попередніми встановленими потужностями ВДЕ.

Зібрані дані змінних були логарифмовані для усунення асиметричності їх розподілу.

Модель панельних даних з одним лагом виглядає наступним чином:

$$REC_{yit} = \beta_0 + \sum_{j=1}^j \beta_j P_{jyt-1} + \sum_{k=1}^k \delta_k K_{kit-1} + d_i + d_t + \varepsilon_{yit} \quad (2.1)$$

де REC_{yit} – це обсяг електроенергії, згенерований з ВДЕ, у позначає джерело ВДЕ

(біо, сонячна, вітрова та загальна кількість ВДЕ), i – країну, а t - рік. Як незалежні змінні ми включаємо різні інструменти стимулювання, а також контрольні змінні. Ці інструменти представлені вектором P_{yit-1} , який є вектором пояснювальних змінних. Політика стимулювання не може негайно збільшити виробництво електроенергії – цей процес може зайняти до 1-2 років. Причиною затримки є те, що інвестиційний процес, наприклад, встановлення вітрогенераторів чи сонячних панелей, а також процедура отримання дозволів може зайняти тривалий час. Тому ми використовуємо один лаг для відповідної змінної політики стимулювання та інших контрольних змінних у поточному дослідженні. j представляє тип інструменту стимулювання, такого як «зелені» тарифи, гранти та субсидії, кредити, податки, сертифікати на викиди, що продаються. Коефіцієнти контрольних змінних показані δ_k , де K – вектор, що включає різні контрольні змінні, такі як логарифм чистого імпорту енергоносіїв на душу населення, логарифм ВВП на душу населення, логарифм викидів CO2 на душу населення, логарифм чистого споживання електроенергії на душу населення та логарифм виробництва електроенергії з викопних джерел та атомної енергетики. Ми також включили в модель фіктивну змінну країни (d_i) та фіктивну змінну часу (d_t). ε_{yit} – це похибки.

У процесі оцінювання динамічних панельних даних використовуються лаги залежних змінних як пояснювальні змінні. У такий спосіб лагові значення залежних змінних стають інструментами для контролю ендогенності. Таким чином, ми використовуємо узагальнені методи моментів (GMM) для отримання ефективних та узгоджених результатів за наявності різних видів ендогенності (наприклад, ендогенності лагової залежної змінної та інших потенційно ендогенних пояснювальних змінних). Крім того, ми уникаємо небажаної втрати даних. Цей метод вирішує проблему гетероскедастичності та дозволяє отримати ефективні та неупереджені результати..:

$$REC_{yit} = REC_{yit-1} + \sum_{k=1}^k \delta_k K_{kit-1} + u_{yit} \quad (2.2)$$

Рівняння моделі є модифікованою версією динамічних панельних даних GMM Ареллано-Бовера/Бланделла-Бонда і допомагає нам зрозуміти, як економічні змінні та

змінні, пов'язані з енергетичною безпекою та навколишнім середовищем (наприклад, ВВП, викиди CO₂, енергоспоживання та ядерна енергетика), впливають на встановлену потужність ВДЕ в країнах ЄС. Модель охоплює тест AR(1) та AR(2) для оцінки послідовної кореляції члена помилки. Якщо країна має залежність від імпорту енергоносіїв, ми очікуємо підтвердження того, що її інвестиції у відновлювані джерела енергії зрости. Ми очікуємо, що використання ВДЕ та їх потужності зростатимуть, коли зростатиме рівень доходу, оскільки вищий рівень доходу означає більше потенційних джерел для інвестицій у ВДЕ. Переважна більшість літературних джерел вказує на те, що екологічні проблеми сприяють широкому використанню ВДЕ, тому ми очікуємо, що більші викиди CO₂ означають більшу потужність ВДЕ. Нарешті, зі збільшенням виробництва електроенергії з викопних джерел та атомної енергетики ми очікуємо зменшення частки ВДЕ.

Вимірювання залежної змінної в загальній економетричній моделі залежить від загальної встановленої потужності ВДЕ у конкретній країні та році у підсекторі, такому як вітроенергетика, сонячна енергетика та біомаса. Попри те, що можна використати інші індикатори, такі як виробництво електроенергії з ВДЕ, додану потужність або відсоток ВДЕ в загальному енергопостачанні, ми вважаємо, що потужність є кращим показником для оцінки розвитку ВДЕ.

Інструменти політики у сфері ВДЕ є важливими пояснювальними змінними, які включають прямі інвестиції, «зелені» тарифи/премії, гранти та субсидії, кредити, податки та податкові пільги, торгівлю квотами на викиди парникових газів та сертифікатами, що вимірюються на рівні країни за рік. Дані про ці змінні отримані з бази даних MEA/IRENA [99]. Інструменти політики представлені фіктивними (бінарними) змінними, які приймають значення 1, якщо країна прийняла відповідний інструмент політики (наприклад, «зелені» тарифи, податки), і нуль – в іншому випадку.

Таблиця 2.9

Відібрані змінні

Змінні		N	Середнє	Відхню	Мін	Макс	Джерело
<u>Залежні змінні (Y)</u>							
REW_BIO	Встановлена потужність біоенергетики (ГВт-год)	603	1008,7	1461	0	9648	IEA/IRENA

REW_SOLAR	Встановлена потужність сонячної енергетики (ГВт-год)	603	1854,3	5451,1	0	45181	IEA/IRENA
REW_WIND	Встановлена потужність вітроенергетики (ГВт-год)	603	3696	7000,8	0	58843	IEA/IRENA
REW_TOTAL	Загальна встановлена потужність ВДЕ (за винятком гідроенергетики) (ГВт-год)	603	6612,8	13186	0	113711	IEA/IRENA
Незалежні змінні (X)							
Інструменти стимулювання							
D invest	Прямі інвестиції				0	1	IEA/IRENA
FIT	Зелені тарифи/премії				0	1	IEA/IRENA
GRANT	Гранти та субсидії				0	1	IEA/IRENA
LOAN	Кредити				0	1	IEA/IRENA
TAX	Податки та податкові пільги				0	1	IEA/IRENA
CERT	Торгівля квотами на викиди парникових газів та сертифікатами на викиди парникових газів				0	1	IEA/IRENA
POL	Підтримка політики				0	1	IEA/IRENA
REG	Нормативні вимоги				0	1	IEA/IRENA
R&D	Дослідження, розробка та розгортання				0	1	IEA/IRENA
MET	Вимірювання нетто				0	1	IEA/IRENA
Контрольні змінні							
NETIMP	Чистий імпорт енергоносіїв на душу населення (н.е.)	496	2.0	1.7	-1.9	10.1	IEA
ВВП	ВВП на душу населення (у мільярдах доларів США, постійний 2010 рік)	513	31643.5	21616.2	3984.8	111968.4	СВІТОВИЙ БАНК
NETCON	Чисте споживання електроенергії на душу населення (МВт-год)	513	6.0	3.2	1.5	16.6	IEA
CO2	CO ₂ на душу населення (метричні тонни)	513	7.5	3.5	2.8	24.7	IEA
FOS	Виробництво електроенергії з викопних джерел (нафта, газ та вугілля) (% від загального виробництва)	513	55.1	26.9	1.1	150.8	IEA
NUC	Виробництво електроенергії на АЕС (% від	512	19.5	23.3	0	84.1	IEA

	загального виробництва)						
--	----------------------------	--	--	--	--	--	--

У цьому дослідженні перевага надається фіктивним змінним, а не «накопиченій кількості політик та заходів у сфері ВДЕ», оскільки наявність більшої кількості політик не обов'язково означає, що країни застосовують ефективну та успішну політику у сфері ВДЕ.

Детальна інформація про інструменти політики у сфері ВДЕ може допомогти краще зрозуміти їх взаємодію з розвитком ВДЕ. Один з інструментів – гранти та субсидії – надають пряму допомогу у фінансуванні техніко-економічних обґрунтувань, науково-дослідницької діяльності, встановлення та експлуатації систем, а також діяльності з розвитку бізнесу. Гранти зазвичай надаються місцевими органами влади, громадськими організаціями або неприбутковими організаціями, а субсидії - пряма допомога, зниження податків та інша спеціальна допомога, яку уряди надають підприємствам для зниження операційних витрат у довгостроковій перспективі.

Гранти можуть поєднуватися зі змішаною політикою та субсидованими кредитами для підтримки розширення використання ВДЕ та енергоефективності. Субсидування сприяє заохоченню дорогих інвестицій для бізнесу та зниженню початкових капітальних витрат у ВДЕ. Капітальні субсидії можуть бути використані для створення рівних умов конкуренції з традиційними енергетичними технологіями.

Звільнення від оподаткування та податкові кредити є ефективними інструментами податкової політики для стимулювання інвестицій у ВДЕ в енергетичному секторі. Звільнення від оподаткування застосовується для збільшення інвестицій у ВДЕ шляхом зменшення фіскального навантаження на інвесторів. Податкові кредити на придбання та встановлення обладнання для ВДЕ сприяють проникненню ВДЕ на ринок та зменшенню загального боргового навантаження.

Податковий кредит – це грошова сума, яку платники податків можуть вирахувати з податків, які вони зобов'язані сплатити державі. Це дозволяє зменшити витрати на інвестиції у ВДЕ та зробити їх більш привабливими для інвесторів. Наприклад, податок на викиди вуглецю збільшує витрати на спалювання викопного палива, тому податковий кредит на придбання та встановлення обладнання для ВДЕ може зменшити

ці витрати та стимулювати інвестиції в цей сектор.

Застосування подібних інструментів податкової політики може допомогти збільшити інвестиції у ВДЕ та сприяти їх проникненню на ринок енергетики.

«Зелений» тариф/премія та гарантія фіксованої ціни є ефективними інструментами політики для стимулювання розвитку ВДЕ. «Зелений» тариф/премія встановлює плату за одиницю продукції для виробників ВДЕ з довгостроковими контрактами на певний період часу, що дозволяє забезпечити стабільний дохід для інвесторів. Гарантія фіксованої ціни (Feed-in Tariff) забезпечує виробникам електроенергії з ВДЕ гарантовану купівлю електроенергії за фіксованою ціною за кВт-год.

«Зелені» тарифи є одним з найбільш поширених механізмів підтримки ВДЕ в світі. Вони надають гарантію надбавки до ціни на електроенергію, отриману з відновлюваних джерел, що забезпечує збільшення привабливості інвестицій в цей сектор.

Однією з найбільших перешкод для інвестицій у ВДЕ є високі початкові капітальні витрати на проекти ВДЕ у світі. Фінансова допомога у вигляді низьковідсоткових, довгострокових кредитів та кредитних гарантій відіграє важливу роль у розвитку ВДЕ за рахунок зменшення вартості капіталу та ефективного зниження середньої вартості енергії на одиницю продукції та інвестиційного ризику.

Вуглецеве ціноутворення – це механізм, який дозволяє перекласти шкоду, спричинену викидами вуглецю, на тих, хто несе за це відповідальність, і на тих, хто може її зменшити. Існують дві основні системи ціноутворення на вуглець: системи торгівлі квотами на викиди (СТВ) та вуглецеві податки. У системі торгівлі квотами на викиди встановлюється ліміт (або верхня межа) на загальний обсяг викидів парникових газів, що дозволяє підприємствам з низьким рівнем викидів продавати свої надлишкові квоти фірмам, які викидають більші обсяги. Застосування СТВ встановлює ринкову ціну на викиди парникових газів, створюючи сприятливий ринок квот на викиди. Вуглецевий податок встановлює ціну безпосередньо на вуглець шляхом встановлення податкової ставки на викиди ПГ та/або на вміст вуглецю у викопному паливі.

Тендерний метод (аукціон) – це механізм закупівель, при якому постачання або потужність ВДЕ запитуються на конкурентних засадах у постачальників, які пропонують пропозиції за найнижчою ціною, яку вони хотіли б прийняти. Пропозиції можуть оцінюватися як за ціновими, так і за неціновими факторами. У рамках тендерної програми регуляторний орган оголошує, що він хоче встановити конкретну потужність певної технології або набору технологій. Розробники проектів, які беруть участь в аукціонах, зазвичай подають заявку з ціною за одиницю електроенергії, за якою вони можуть реалізувати проект.

Регуляторна політика спрямована на створення умов, що сприяють переходу на ефективні ВДЕ, шляхом прийняття обов'язкових законів та встановлення цільових показників. Для заохочення інвестицій у ВДЕ урядам необхідно зосередитися не лише на основних кліматичних політиках, але й на більш широких інвестиційних умовах. Політика технологічної підтримки з боку уряду є важливою для залучення інвестицій у ВДЕ. Прямі інвестиції пов'язані з розвитком інфраструктури, наприклад, інтеграцією електромереж у ВДЕ, що здійснюється урядом для мінімізації проблем з передачею та коливаннями. Розширення фокусу особливо важливе в контексті ЄС та країн ОЕСР, а також поточних реформ програм стимулювання ВДЕ в країнах з економі

Стандарт портфеля відновлюваних джерел енергії (СПВДЕ) зазвичай застосовується разом з «зеленими» тарифами, проте їх механізми відрізняються. Механізм «зеленого» тарифу базується на ціні, яка встановлюється урядом та може включати фіксовану ціну та надбавку до неї. За механізмом СТВ стимул до використання ВДЕ базується на кількості, оскільки він накладає зобов'язання на компанії з виробництва та передачі електроенергії забезпечувати визначену частину електроенергії з джерел ВДЕ. Для кожної мегават-години ВДЕ, виробленої для виконання обов'язкових квот, виробникам виділяється сертифікат. Стимулювання розвитку ВДЕ за допомогою механізму СТВ базується на конкуренції між різними технологіями ВДЕ на приватному ринку.

Чистий облік – це механізм виставлення рахунків за електроенергію, який дозволяє споживачам з електрогенераторами використовувати надлишкову електроенергію, яку вони виробляють. Цей вид стимулів часто застосовується для

розвитку малих сонячних фотоелектричних систем на дахах та малих вітрових турбін.

Перед інтерпретацією отриманих результатів, необхідно переконатися у відсутності неспостережуваних ефектів країни та часу, гетероскедастичності, послідовної кореляції та перехресної залежності. На основі результатів тестів, наведених у Таблиця 2.10, ми бачимо необхідність врахування ефектів країни та часу в моделях з різними залежними змінними. Вона містить результати тестів однорідності та перевірки моделі Хаусмана для різних типів відновлювальних джерел енергії (ВДЕ): сонячна, біомаса та вітроенергія, а також для загального показника відновлювальних джерел енергії. У першому стовпці наведені значення F-статистики для тесту однорідності, який використовується для перевірки, чи мають різні групи однакову дисперсію. Чим більше значення F-статистики, тим менше ймовірність того, що різні групи мають однакову дисперсію.

У другому стовпці наведені значення LR-статистики для тесту Хаусмана, який використовується для порівняння двох моделей: фіксовані ефекти та випадкові ефекти. Чим більше значення LR-статистики, тим більше доказів на користь моделі з випадковими ефектами.

У третьому стовпці наведені значення LM-статистики для тесту однорідності на рівні часу, що порівнює дисперсію помилок між різними часовими періодами. Чим більше значення LM-статистики, тим менше ймовірність того, що різні періоди мають однакову дисперсію.

У четвертому стовпці наведені результати тесту Хаусмана для оцінювання ефектів на рівні часу. Якщо значення тесту Хаусмана є значимим, то модель з випадковими ефектами є більш ефективною.

Таким чином, ми дійшли висновку, що оцінювання всіх моделей за допомогою МНК дасть зміщені результати.

Таблиця 2.10

Ефекти за часовими одиницями та тест Хаусмана

	F	LR	LM	Hausman
Сонячна енергетика	22.4	247.60	402.28	515.87***
Біоенергетика	31.06	364.47	1154.00	39.57***
Вітроенергетика	36.92	401.16	1108.03	7.00

Відновлювальна енергетика загалом	35.87	397.35	1102.32	54.67***
-----------------------------------	-------	--------	---------	----------

***, **, та *, відповідно, позначають рівні значущості 1%, 5% та 10%.

Крім того, слід зазначити, що оскільки ми маємо короткі панельні дані (мікропанель, $N > T$), немає необхідності проводити тест на одиничний корінь та коінтеграцію. Однак ми застосували тест Хаусмана, щоб визначити, чи доцільно використовувати модель з фіксованим ефектом (FE) чи модель з випадковим ефектом для оцінювання цих моделей. Результати тесту свідчать на користь використання FE для моделей сонячної, біологічної та загальної ВДЕ, тоді як для моделі вітру пропонується використовувати модель з випадковим ефектом.

Після визначення типу моделі та оцінювача ми тестуємо на гетероскедастичність, автокореляцію та перехресну залежність. Перехресна залежність перевіряється за допомогою CD-тесту Песарана, тесту Фрідмана та тесту Фріса. Для перевірки автокореляції ми використовуємо критерій найкращого локального інваріанту (LBI) Балтагі та Ву, а також критерії Дарбіна-Уотсона, Бхаргави, Франціні та Нарендранатана. Нарешті, застосовуючи модифікований тест Вальда, ми перевірили, чи існує проблема гетероскедастичності для моделі з фіксованим ефектом.

Ми виявили наявність гетероскедастичності, автокореляції та перехресної залежності для всіх моделей, як показано в Таблиця 2.11. Ми використали непараметричну коваріаційну оцінку Дрісколла-Крея для виправлення цих проблем.

Таблиця 2.11

Тести на гетероскедастичність, автокореляцію та перехресну залежність

	Біоенергетика	Сонячна енергетика	Вітроенергетика	Відновлювальна енергетика загалом
модифікований тест Вальда	5105***	3060***	25469***	14125***
CD-тест Песарана	6.90***	10.68***	10.81***	12.24***
тест Фрідмана	61.81**	21.00	89.29***	48.18***
тест Фріса	9.50***	8.04***	11.00***	6.87***
Бхаргави, Франціні та Нарендранатана DW	0.84	0.51	0.78	0.82
Балтагі та Ву LBI	1.54	0.66	0.91	1.33

***, **, та *, відповідно, позначають рівні значущості 1%, 5% та 10%.

Згідно з результатами (див. Таблиця 2.12), «зелений» тариф (FIT), має позитивний

вплив на встановлену потужність біоенергетики та сонячної енергетики, проте не сприяє зростанню загальної встановленої потужності ВДЕ. Цікаво, що, розглядаючи встановлену потужність вітроенергетики, ми також знаходимо від'ємний та значущий коефіцієнт «зеленого» тарифу для вітроенергетики. Крім того, ми бачимо значний позитивний вплив грантів (GRANT) на вітрову та загальну потужність ВДЕ. Кредитування (LOAN) демонструє позитивний коефіцієнт, який, однак, є значущим лише для вітроенергетики. Згідно з результатами, хоча CERT має позитивний коефіцієнт для біоенергетики та загальних потужностей ВДЕ, він не має стимулюючого впливу на сонячну та вітрову енергетику. Ми також виявили значущий і негативний зв'язок між REG та загальним обсягом ВДЕ і біоенергетикою. Як і очікувалось, ми виявили, що податки (TAX) та НДДКР (R&D) позитивно впливають на потужність ВДЕ, окрім вітрової енергетики. POL позитивно впливають на загальну потужність ВДЕ, але негативно на потужність сонячної енергетики.

Несподівано ми спостерігаємо від'ємний та значущий коефіцієнт для регуляторних інструментів у стимулюванні розвитку ВДЕ.

Відповідно до отриманих результатів, MET та DIR виявилися неефективними для стимулювання нарощування потужностей ВДЕ. Наші результати показують, що, серед іншого, R&D, CERT, GRANT, TAX, та POL є дуже важливими стимулюючими механізмами для розвитку загального обсягу ВДЕ. Цей стимулюючий ефект відображається високим рівнем статистичної значущості на 1% та 5% рівні та позитивними коефіцієнтами. Однак, ці стимули мають неоднозначні результати для різних типів ВДЕ.

Таблиця 2.12

Змінні	Біоенергетика	Сонячна енергетика	Вітроенергетика	Відновлювальна енергетика загалом
DIR	-0.81 (-1.39)	-0.1 (-1.42)	0.06 (0.3)	-0.09 (-1.34)
FIT	0.57* (1.85)	0.13** (2.91)	-0.43* (-1.98)	0.02 (0.37)
GRANT	0 (0.01)	-0.03 (-0.28)	0.96** (2.52)	0.23** (2.95)
LOAN	-0.31 (-0.53)	0.11 (1.6)	1.05** (2.81)	-0.01 (-0.08)
TAX	1.81* (2.01)	0.43*** (3.53)	-0.21 (-0.66)	0.41** (2.7)
CERT	1.62 (1.05)	0.59* (1.82)	0.64 (0.88)	0.33** (2.58)
POL	-0.88* (-1.9)	-0.15 (-1.31)	1.69* (1.87)	0.22** (2.27)
REG	0.13 (0.4)	-0.23* (-1.77)	-0.09 (-0.43)	-0.42*** (-4.25)
R&D	0.69** (2.14)	0.21** (3.05)	-0.48** (-2.12)	0.32*** (5)

MET	-0.55 (-1.01)	-0.12 (-1.58)	0.92 (1.06)	0 (0.02)
NETIMP	-1.76*** (-3.42)	-0.07 (-0.32)	0.36 (0.71)	-0.32* (-1.99)
GDPP	-5.58 (-1.29)	-1.18*** (-3.67)	7.35** (2.7)	-0.43 (-1.1)
NETCON	2.16 (0.34)	-0.49 (-0.79)	-5.07 (-0.64)	0.35 (0.5)
CO2	4.32** (2.49)	-0.03 (-0.1)	-4.3** (-2.35)	0.29 (0.62)
FOS	-0.69 (-1.46)	0.2 (1.54)	0.83 (1.54)	0.1 (0.8)
NUC	-0.11 (-1.23)	0.09* (1.8)	0.36** (2.61)	0.05 (1.57)
R ²	0.8958	0.8025	0.7946	0.9125
F	129.91	127.37	78.3	1729.09

***, ** та * позначають відповідно 1%, 5% та 10% рівень значущості. t-значення наведені в таблицях. Оцінки включають як фіктивні змінні країни, так і фіктивні змінні часу

Наступним кроком аналізу є з'ясування, які контрольні змінні збільшують частку відновлюваних джерел енергії. Результати в Таблиці 3 показують, що NET-IMP є значущим для сонячної та загальної ВДЕ, але, всупереч очікуванням, його знак є від'ємним. NUC має позитивний зв'язок із загальною вітровою та біоенергією. В той час як GDPP позитивно впливає на вітрову потужність, він негативно впливає на біоенергетичну потужність. Викиди CO₂ мають позитивний коефіцієнт для сонячної енергетики, але негативний для вітрової енергетики. Наші результати показують, що інші змінні, такі як NETCON, FOS та NUC, виявляються малозначущими.

Рівняння 3.2 оцінене з допомогою МНК. Таблиця 2.13 містить результати оцінки GMM і представляє відповідну статистику тестів. Тест Саргана показує, що обмеження, створені внаслідок використання інструментів, є обґрунтованими, а отже, надмірної детермінації не існує. Тест на автокореляцію в диференційованій похибці AR(1) є значущим і відкидає нульову гіпотезу, що відповідає стандартним очікуванням для GMM моделі і свідчить про те, що автокореляції не існує.

Таблиця 2.13

Авторегресивна модель (Arellano-Bover/Blundell-Bond GMM оцінки)

Змінні	Сонячна енергетика	Біоенергетика	Вітроенергетика	Відновлювальна енергетика загалом
RECt-1	0.96*** (30.14)	0.26*** (7.46)	0.88*** (14.84)	0.79*** (16.47)
NETIMP	0.13 (1.01)	-0.37*** (-7.92)	0.04 (0.39)	-0.01 (-0.27)
GDPP	-0.06 (-0.81)	0.19*** (8.01)	0.16** (2.22)	0.14*** (4.29)
NETCON	0.53 (0.83)	2.86*** (12.63)	-0.44 (-0.62)	0.41 (1.24)
CO2	-0.55 (-0.93)	-2.35*** (-12.6)	0.09 (0.13)	-0.62** (-2.03)
FOS	0.39* (1.73)	0.52*** (7.52)	-0.04 (-0.19)	0.18 (1.63)
NUC	0.01 (1.13)	0.04*** (9.69)	0.01 (0.48)	0.02*** (3.46)
AR (1)	-6.94***	-1.33	-9.51***	-1.63
AR (2)	-1.19	0.2	1.04	-0.31
Sargan	33.89***	64.97***	21.77**	107.70***

***, ** та * відповідно, позначають рівні значущості 1%, 5% та 10%.

Результати нашого дослідження показують, що залежна змінна REC_{t-1} з лагом має позитивний вплив і є статистично значущою на рівні 1%, що вказує на те, що високі значення REC_{t-1} мають місце постійно з минулого в майбутнє для всіх видів встановленої потужності ВДЕ. В той час як GDP та NUC стимулюють ВДЕ, CO_2 зменшує загальну потужність ВДЕ. Цікаво, що CO_2 демонструє від'ємний і значущий коефіцієнт, вказуючи на те, що збільшення викидів не є важливим фактором для розгортання ВДЕ. Цей результат показує, що країни віддають перевагу дешевим викопним видам палива перед ВДЕ у використанні енергії та/або пом'якшенні наслідків викидів парникових газів не були належним чином інтегровані в політику ЄС у сфері ВДЕ. Економічне зростання генерує збільшення виробництва, що призводить до більшого споживання енергії. Як і очікувалося, наші результати показують, що ВВП позитивно впливає на розвиток ВДЕ: вищий рівень ВВП відповідає більшій кількості встановлених потужностей ВДЕ.

Таким чином, результати нашого дослідження демонструють різнонаправлений вплив інструментів та політик стимулювання ВДЕ на різні види ВДЕ в країнах ЄС. Зокрема, політики щодо TAX, GRANTS, та R&D виявилися найефективнішими інструментами для розвитку ВДЕ в аналізованих країнах. Це означає, що серед інших, фіскальні та фінансові інструменти, як правило, є більш ефективними, ніж інші види стимулів в енергетичному секторі. Це можна пояснити тим, що такі стимули знижують вартість встановлення та експлуатації електростанцій. Крім того, ринкові стимули, такі як сертифікати та структура політики підтримки, також мають позитивний вплив на потужність ВДЕ-електростанцій. Наші результати показують, що політика у сфері ВДЕ сприяла збільшенню потужностей ВДЕ; однак, чистий облік, прямі інвестиції та кредити не мають бажаного впливу на збільшення ВДЕ. Оскільки ефекти від інвестицій в інфраструктуру будуть помітні в довгостроковій перспективі, їх вплив РДН не мав сенсу. Як і кредити та чистий облік, «зелений» тариф не показав значного впливу на загальний обсяг ВДЕ, за винятком біоенергії та сонячної енергії. Обсяг витрат і важливість політики можуть бути недостатньо високими для стимулювання розвитку ВДЕ. Крім того, регулювання та прямі інвестиції створюють стримуючий вплив на потенціал ВДЕ. Можна зробити висновок, що регулювання не забезпечує надійного та

довгострокового сигналу для інвесторів у ВДЕ. Наші результати підкреслюють важливість інструментів стимулювання ВДЕ, які знизять вартість інвестицій в ВДЕ з точки зору успішності механізмів ВДЕ.

Оцінки динамічної панелі даних показують, що потужність ВДЕ у попередньому періоді має позитивний і значний стимулюючий вплив на поточну потужність ВДЕ. Більше того, результати наших оцінок підкреслюють, що споживання викопних енергоносіїв, ядерна енергія та ВВП є важливими факторами розвитку ВДЕ, в той час як чистий імпорт (енергетична безпека) та викиди CO₂ не є такими факторами. Наші результати показують, що лобі викопного палива не є дуже ефективним, а занепокоєння щодо ядерної енергетики є досить сильним в проаналізованих країнах. Цікаво, що збільшення викидів парникових газів не може створити сильний стимул для інвестицій у ВДЕ в аналізованих країнах. Той факт, що технології ВДЕ мають відносно високу вартість і не можуть конкурувати з традиційними енергетичними технологіями без будь-якої політики підтримки, можливо, вплинув на отриманий результат.

Таким чином, результати нашого дослідження демонструють різнонаправлений вплив інструментів та політик стимулювання ВДЕ на різні види ВДЕ в країнах ЄС. Зокрема, політики щодо TAX, GRANTS, та R&D виявилися найефективнішими інструментами для розвитку ВДЕ в аналізованих країнах. Це означає, що серед інших, фіскальні та фінансові інструменти, як правило, є більш ефективними, ніж інші види стимулів в енергетичному секторі. Це можна пояснити тим, що такі стимули знижують вартість встановлення та експлуатації електростанцій. Крім того, ринкові стимули, такі як сертифікати та структура політики підтримки, також мають позитивний вплив на потужність ВДЕ-електростанцій. Наші результати показують, що політика у сфері ВДЕ сприяла збільшенню потужностей ВДЕ; однак, чистий облік, прямі інвестиції та кредити не мають бажаного впливу на збільшення ВДЕ. Оскільки ефекти від інвестицій в інфраструктуру будуть помітні в довгостроковій перспективі, їх вплив РДН не мав сенсу. Як і кредити та чистий облік, «зелений» тариф не показав значного впливу на загальний обсяг ВДЕ, за винятком біоенергії та сонячної енергії. Обсяг витрат і важливість політики можуть бути недостатньо високими для стимулювання розвитку ВДЕ. Крім того, регулювання та прямі інвестиції створюють стримуючий вплив на

потенціал ВДЕ. Можна зробити висновок, що регулювання не забезпечує надійного та довгострокового сигналу для інвесторів у ВДЕ. Наші результати підкреслюють важливість інструментів стимулювання ВДЕ, які знизять вартість інвестицій в ВДЕ з точки зору успішності механізмів ВДЕ.

Оцінки динамічної панелі даних показують, що потужність ВДЕ у попередньому періоді має позитивний і значний стимулюючий вплив на поточну потужність ВДЕ. Більше того, результати наших оцінок підкреслюють, що споживання викопних енергоносіїв, ядерна енергія та ВВП є важливими факторами розвитку ВДЕ, в той час як чистий імпорт (енергетична безпека) та викиди CO₂ не є такими факторами. Наші результати показують, що лобі викопного палива не є дуже ефективним, а занепокоєння щодо ядерної енергетики є досить сильним в проаналізованих країнах. Цікаво, що збільшення викидів парникових газів не може створити сильний стимул для інвестицій у ВДЕ в аналізованих країнах. Той факт, що технології ВДЕ мають відносно високу вартість і не можуть конкурувати з традиційними енергетичними технологіями без будь-якої політики підтримки, можливо, вплинув на отриманий результат.

Висновки до розділу 2

Дослідження комунітарного ринку ВДЕ ЄС дозволило зробити низку висновків та узагальнень.

1. В ЄС спостерігається швидке зростання використання ВДЕ, обумовлене зниженням вартості генерації та державною підтримкою. Завдяки розвитку відповідних технологій ВДЕ можуть використовуватися в різних секторах: в електроенергетиці, транспорті, а також в опаленні й охолодженні. В даний час найбільшу увагу привертає проникнення ВДЕ в електроенергетичний сектор завдяки наявності відносно більш зрілих технологій, таких як фотовольтаїка (ФВ) та використання берегового вітру.

2. У сфері енергетики продовжує існувати розрізненість: кожна з країн-членів ЄС проводить в цій сфері свою власну політику. Ці відмінності у роки, що передували створенню енергетичного союзу, навіть посилилися, оскільки Німеччина, наприклад, активно розвивала ВДЕ і згорнула атомну енергетику, а Франція

продовжувала робити ставку на АЕС. Головною проблемою для ЄС була національна відокремленість енергетичних мереж, як ліній електропередачі, так і газопроводів. Крім того, уряди або компанії кожної країни, імпортуючи енергоносії, самостійно домовляються з продавцями, і це послаблює їх переговорні позиції. Спільність ЄС дозволяє знизити закупівельні ціни і підвищити ефективність енергопостачання. ЄС щорічно втрачала до 40 млрд євро на тому, що не володіє інтегрованими між собою ринками.

3. Європейська «Зелена угода» є важливою складовою інституційної основи подальшого зростання ВДЕ в ЄС. Проект передбачає зміни в усіх галузях з прицілом на досягнення глобальної мети – формування в ЄС вуглецево-нейтрального простору через 30 років. Для цього з 2021 року до 40 % бюджету Спільної сільськогосподарської політики спрямовується вирішення кліматичних завдань. Перший рубіж «Зеленої угоди» - 2030 р. До цього часу передбачається досягти як мінімум 40 % скорочення обсягу викидів парникових газів від рівня 1990 р. Проект також передбачає збільшення частки енергії з відновлюваних джерел до 32 % в загальній структурі енергоспоживання і приблизно такий же показник економії енергії. Для цього ЄС доведеться перенаправити 1-2 % ВВП на розвиток зеленої економіки – йдеться про розгортання нової інфраструктури, держзакупівлі, науково-дослідній роботі, переоснащення промисловості та інші потреби.

4. Гармонізація фінансових інструментів є важливим аспектом розвитку та формування трендів у відновлювальній енергетиці ЄС. Вона спрямована на забезпечення єдиної стратегії і спільного підходу до стимулювання відновлюваної енергетики в Європі. Одним з ключових інструментів у цьому контексті є «зелені» облігації. Європейський Інвестиційний Банк (ЕІВ), який є одним з головних позичальників для проектів ВДЕ в ЄС, видав велику кількість таких облігацій. Це сприяло залученню значних інвестицій в проекти ВДЕ в різних країнах ЄС. Ще одним важливим інструментом є державні гарантії і пільги, які надаються країнами-членами ЄС для сприяння розвитку ВДЕ. Ці інструменти, що гармонізовані на рівні ЄС, сприяють створенню сприятливого клімату для інвестицій в цей сектор. Інструменти ЄС, такі як Європейський фонд для стратегічних інвестицій (EFSD), також сприяють

розвитку ВДЕ. EFSI, особливо, забезпечує значні інвестиції в цю сферу, надаючи гарантії та кредити для проектів у сфері відновлюваної енергетики. Ці координовані та гармонізовані фінансові інструменти сприяють формуванню трендів у відновлювальній енергетиці ЄС, стимулюючи розвиток і впровадження нових технологій та проектів.

5. Існує різнонаправлений вплив стимулюючих інструментів ВДЕ на різні види енергетики в країнах ЄС. Фіскальні та фінансові інструменти, зокрема TAX, GRANTS, та R&D, є найефективнішими для розвитку ВДЕ, знижуючи вартість встановлення та експлуатації електростанцій. Ринкові стимули та політика підтримки також сприяють збільшенню потужності ВДЕ-електростанцій. Проте, прямі інвестиції, кредити та «зелені» тарифи не показали бажаного ефекту, крім впливу на біоенергетику та сонячну енергетику. Регулювання створює стримуючий вплив на ВДЕ, не надаючи надійного сигналу для інвесторів. Споживання викопних енергоносіїв, ядерна енергія та ВВП виявилися важливими факторами для ВДЕ, але енергетична безпека та викиди CO₂ - не такими.

Основні положення та результати цього розділу опубліковані автором у роботах [163; 272; 161; 165; 276; 273; 278; 270; 280; 274; 162]

РОЗДІЛ 3. ІНТЕГРАЦІЯ УКРАЇНИ У РЕГІОНАЛЬНИЙ І СВІТОВИЙ РИНОК ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

3.1. Реформування та реструктуризація українського ринку відновлювальної енергетики

Упродовж останнього десятиліття Україна досягла значних успіхів у розвитку ВДЕ, що стало результатом сприятливої державної політики, наявності відповідних природних ресурсів та залучення іноземних інвестицій. Станом на початок 2022 р. (останні доступні дані) встановлена потужність об'єктів «зеленої» енергетики в Україні сягнула 9,5 ГВт, а загальний обсяг інвестицій у цю галузь оцінюється на рівні \$12 млрд [56]. З огляду на зростаючий у світі попит на екологічно чисту енергію та зростання амбітності кліматичних цілей України, сектор ВДЕ мав усі шанси і надалі стрімко розвиватися, якби не повномасштабне вторгнення Росії, що радикально змінило ситуацію. За оцінками експертів, внаслідок війни під загрозою опинилася майже половина потужностей «зеленої» генерації в Україні [56]. Водночас війна лише підкреслила стратегічне значення ВДЕ для енергетичної безпеки та відродження країни. Тому саме зараз питання перспектив розвитку цього сектору залишається надзвичайно актуальним.

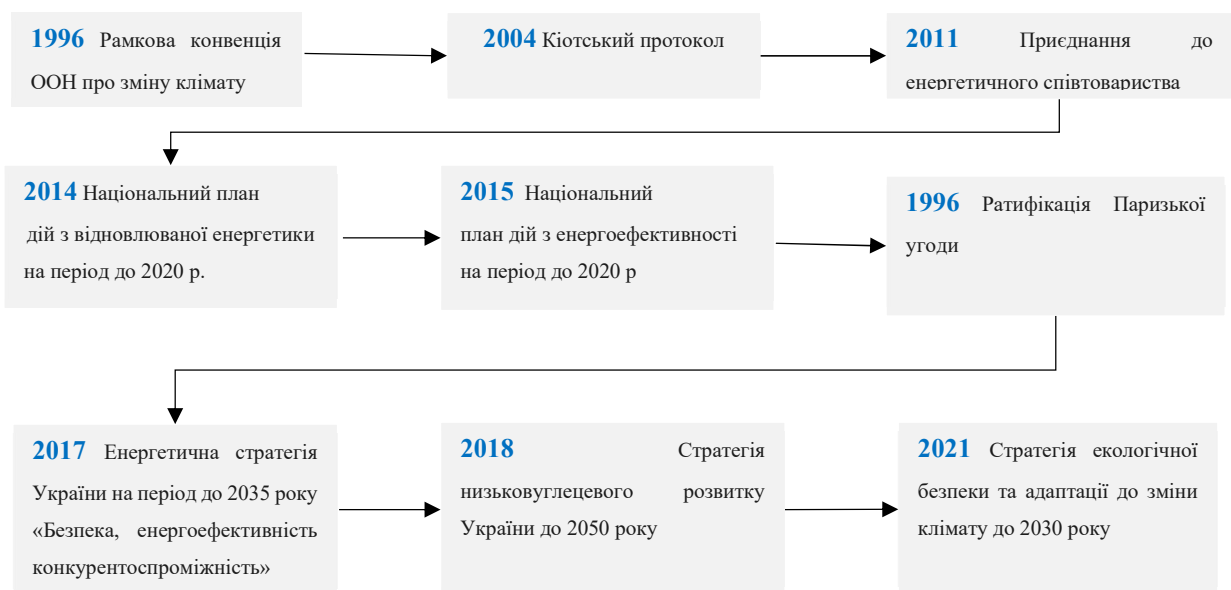


Рис. 3.1. Хронологія кліматичних та енергетичних документів, прийнятих Україною

Джерело: побудовано на основі [228]

Розвиток ВДЕ в Україні цілеспрямовано стимулювався на державному рівні протягом останнього десятиліття. Ключовим кроком стало приєднання у 2011 р. до Енергетичного Співтовариства, що зобов'язало Україну гармонізувати національне законодавство з нормами ЄС у сфері енергетики та клімату. Це передусім означає збільшення частки ВДЕ, підвищення енергоефективності та скорочення викидів парникових газів. У 2016 р. Україна стала однією з перших країн, що ратифікували Паризьку кліматичну угоду та взяли на себе амбітні зобов'язання щодо декарбонізації. Енергетична стратегія України передбачає досягнення 25 % частки енергії з ВДЕ у первинному постачанні до 2035 р. Відповідно до Національного плану дій з відновлюваної енергетики, у 2020 році частка ВДЕ у валовому кінцевому енергоспоживанні мала становити 11%, і Україна фактично виконала це завдання. За новою Національною економічною стратегією, до 2030 року частка «зеленої» енергії у структурі енергосистеми має зрости до 25%. Під час кліматичного саміту COP26 у 2021 р. Україна підтвердила намір до 2060 р. стати кліматично нейтральною державою, що потребуватиме прискореного розвитку ВДЕ [264].

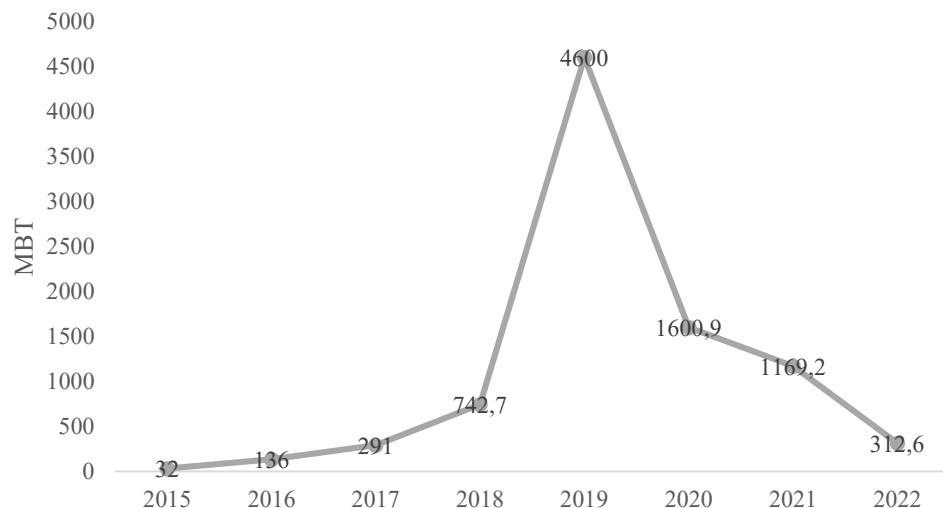


Рис. 3.2. Динаміка встановлення потужностей ВЕС [264]

Незважаючи на певні коливання політичного курсу, пріоритетність «зеленої» енергетики послідовно підтверджувалась на вищому державному рівні. Головним механізмом стимулювання інвестицій у ВДЕ став «зелений» тариф – підвищений тариф

для закупівлі електроенергії, виробленої на об'єктах відновлюваної генерації. Діюча версія «зеленого» тарифу гарантує високу окупність проектів ВДЕ до 2030 р. Саме завдяки цьому механізму вдалося залучити мільярдні інвестиції у «зелену» енергетику.

Завдяки реалізації сприятливої державної політики, Україна досягла вражаючого прогресу у розвитку ВДЕ. Якщо у 2011 році частка ВДЕ становила лише 1%, то у 2020 вона досягла майже 5%, а за потужністю вітрової та сонячної генерації Україна увійшла до першої десятки в Європі.

Станом на 2021 рік загальна встановлена потужність об'єктів ВДЕ в Україні становила майже 9 ГВт. Близько 80% цієї потужності припадало на сонячну енергетику (7,2 ГВт) - це дахові та промислові сонячні електростанції. Друге місце посідає вітрова енергетика (1,5 ГВт), а також присутні невеликі потужності на біомасі та біогазі. Щороку встановлена потужність ВДЕ зростала на 1,5-2 ГВт, тож за прогнозами аналітиків, до 2030 року вона може сягнути 27 ГВт за умови збереження поточних темпів розвитку.

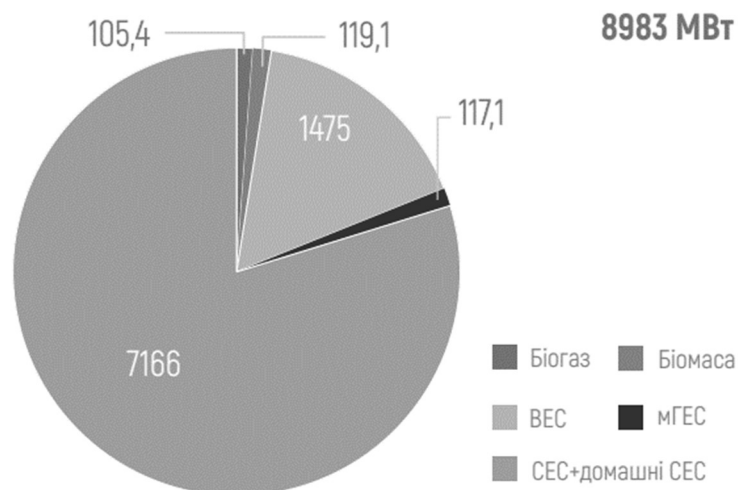


Рис. 3.1. Загальна встановлена потужність ВДЕ, 2021 р.

Джерело: [228]

При цьому потенціал ВДЕ в Україні є набагато вищим. За оцінками експертів, технічно досяжний потенціал вітрової енергетики становить понад 30 ГВт, сонячної - понад 70 ГВт, а наявний потенціал біоенергетики оцінюється в 30 млн тон умовного палива. Реалізація хоча б частини цього потенціалу дозволила б не лише забезпечити енергетичні потреби України, але й стати чистим експортером енергії.

Для розвитку ВДЕ Україна має сприятливі передумови, такі як вигідне географічне розташування, наявність територіальних ресурсів, розвинена

інфраструктура передачі та розподілу електроенергії. Зокрема, південні регіони України характеризуються високою сонячною інсоляцією, а північні та приморські - достатнім вітровим потенціалом. Крім того, Україна має потужний аграрний сектор, здатний забезпечити сировинну базу для виробництва біопалива. Наявність людських ресурсів та промислово-технологічного потенціалу також сприяє розгортанню виробництва у сфері ВДЕ.

Повномасштабна збройна агресія Росії, розпочата 24 лютого 2022 року, радикально змінила ситуацію та умови розвитку відновлюваної енергетики в Україні. За оцінками Української асоціації відновлюваної енергетики, внаслідок активних бойових дій та тимчасової окупації частини території під загрозою опинилося щонайменше 40% встановлених потужностей об'єктів «зеленої» генерації. Ідеться про понад 90% потужностей ВЕС, 35-37% сонячних електростанцій, майже половину об'єктів на біомасі. Найбільш постраждали Харківська, Донецька, Луганська, Запорізька області.

Частина об'єктів ВДЕ зазнала прямих пошкоджень від обстрілів та бойових дій. Ще більша кількість опинилась на тимчасово окупованих територіях, де контроль та технічне обслуговування ускладнені або неможливі. Поодинокі випадки незаконного «націоналізації» об'єктів ВДЕ окупантами також зафіксовані. Низка станцій працює в складних умовах відсутності зв'язку, можливості вивезення запасних частин, персоналу тощо. Зниження виробітку та вимушені простой завдають значних збитків інвесторам.

Крім прямого збитку, війна пригальмувала розвиток галузі ВДЕ в цілому. Через високі ризики більшість нових проектів заморожено. Фінансування інвестицій ускладнилося через нестабільну економічну ситуацію та відтік капіталу. Ланцюги постачання обладнання частково порушені. Загалом за попередніми оцінками втрати сектору ВДЕ внаслідок війни можуть сягати 5-6 млрд доларів. Відновлення темпів розвитку вимагатиме значних зусиль та заходів державної підтримки.

Водночас події 2022 року лише посилили усвідомлення критичної ролі відновлюваної енергетики для енергетичної безпеки та стійкості України. Заміщення імпортованих російських викопних палив «зеленою» енергією є одним із пріоритетів. Це також критична передумова для інтеграції до європейських енергомереж.

Декарбонізація енергетики набула особливого значення як засіб зменшення залежності від Росії та посилення енергетичної безпеки держави.

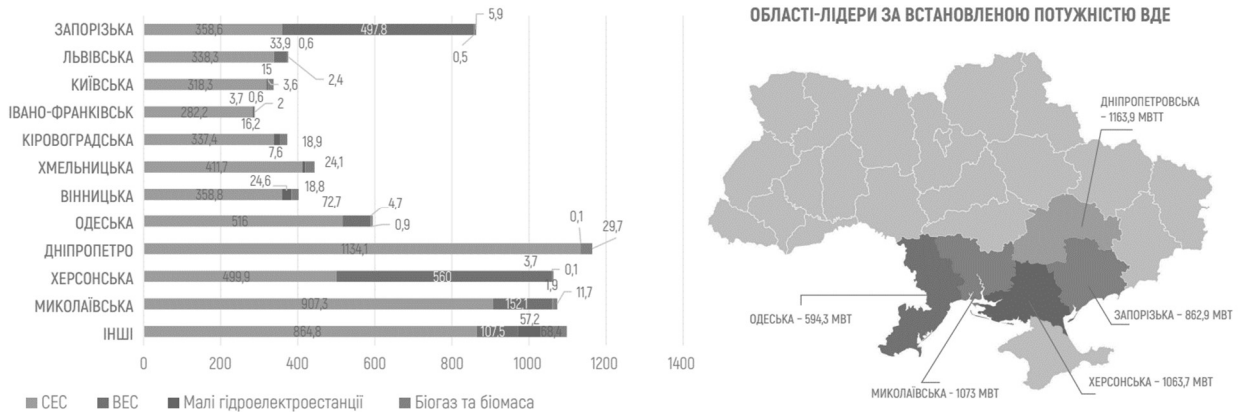


Рис.

3.2. Області-лідери за встановленою потужністю

Джерело: [228]

З-поміж усіх областей України найбільшу встановлену потужність об'єктів відновлюваної енергетики мають Дніпропетровська - 1163,9 Мегават, Миколаївська - 1073 Мегавати, Херсонська - 1063,7 Мегават, Запорізька - 862,9 Мегават та Одеська - 594,3 Мегавати.

Частка ВДЕ у 2021 р. у ОЕСУ становила 15,7 %, займаючи третє місце після ТЕС та АЕС, що свідчить про ефективність державної політики.

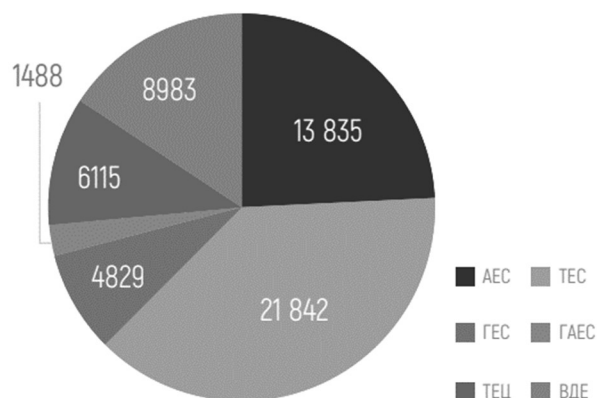


Рис. 3.3. Частка ВДЕ у ОЕСУ, 2021

Джерело: [228]

Для досягнення цих цілей в Україні мають діяти законодавчі механізми стимулювання нових проектів у сфері відновлюваних джерел енергії, а також

регуляторна база, яка забезпечуватиме втілення цих законів. Ми розглянемо їх детальніше після аналізу динаміки українського ринку відновлюваної енергетики.



Рис. 3.4. Розподіл потужностей ВДЕ за власниками

Джерело: [228]

Плани України стати частиною єдиного європейського енергетичного ринку та приєднатися до європейської мережі операторів передачі електроенергії ENTSO-E зумовлюють очікувані зміни в структурі енергетичного балансу країни на користь генерації з відновлюваних джерел. Інакше кажучи, на державному рівні в Україні поставлена мета отримати змогу експортувати власну електроенергію до ЄС. Зокрема, реалізація енергетичної стратегії України передбачає експортний потенціал до ENTSO-E в обсязі 4 ГВт після синхронізації енергоринків.

Галузь відновлюваної енергетики України швидко зростала протягом 2017-2021 років. Потужність станцій, що працюють за «зеленим» тарифом, збільшилася з 1242 МВт у 2014 році до 8185 МВт на початок 2021 року.

Водночас, надмірно швидке будівництво нових станцій, особливості впровадження нової моделі ринку електроенергії та рішення про перегляд «зеленого» тарифу спричинили технічні труднощі з приєднанням нових об'єктів до енергомереж, несвоєчасні розрахунки з компаніями за «зеленим» тарифом.

Негативним кроком стало ретроспективне зниження тарифів для сонячних і вітрових електростанцій, а також обмеження термінів введення в експлуатацію нових

проектів. Це призвело до зменшення обсягу інвестицій у сферу відновлюваних джерел енергії у 2020 році на 68%, що ставить під загрозу перехід України до сталого розвитку та виконання нею своїх міжнародних зобов'язань.

Як було показано у попередньому розділі, ринки відновлюваної енергетики інших країн рухаються від штучно створених систем підтримки, таких як «зелений» тариф, до механізмів, краще інтегрованих у загальні енергетичні ринки. Це ринки, де виробники відновлюваної енергії більше конкурують між собою чи з іншими видами енергії на спільних майданчиках.

Беручи до уваги необхідність упровадження нової моделі ринку в Україні, варто оцінити можливості для нових і діючих проектів у сфері відновлюваних джерел енергії щодо участі в ній та визначити бар'єри, які потрібно подолати для подальшого розвитку чистої енергетики в країні.

Для кращого розуміння тенденцій (змін, що відбуваються та перспектив) ринку ВДЕ України варто спочатку розглянути його місце та роль для ринку електричної енергії.

Дерегуляція енергоринку України відбувалася в декілька етапів. Спочатку функціонувала вертикально інтегрована державна енергетична монополія, яка об'єднувала виробництво, передачу та збут електроенергії. Ця монополія гальмувала розвиток галузі, оскільки не стимулювала інвестиції у модернізацію та підвищення ефективності.

Перші кроки до реформування було зроблено в 1996 році створенням Оптового ринку електроенергії України за моделлю «єдиного покупця». Це дозволило розділити функції виробництва та збуту електроенергії. Генеруючі компанії продавали електроенергію на оптовому ринку, а розподільчі компанії купували її для постачання споживачам.

Модель «єдиного покупця» удосконалили у 2000 році створенням компанії «Енергоринок» на зразок енергетичного пулу Англії та Уельсу. «Енергоринок» виконував функції оптового постачальника електроенергії та організатора оптового ринку. Це забезпечило прозорість ціноутворення та рівні умови для учасників ринку.

Наступним етапом реформи стало створення у 2019 році державних компаній «Оператор ринку» та «Гарантований покупець» для запуску нової моделі конкурентного ринку електроенергії. «Оператор ринку» відповідає за організацію торгівлі на ринку «на добу наперед» та внутрішньодобовому ринку. «Гарантований покупець» зобов'язаний купувати електроенергію з відновлюваних джерел за «зеленим» тарифом, встановленим державою для стимулювання «зеленої» генерації.

Важливим етапом лібералізації стало набрання чинності у 2019 році Закону України «Про ринок електричної енергії», який надав право купувати і продавати електроенергію будь-яким суб'єктам господарювання. Це започаткувало конкурентні відносини на енергоринку.

Дерегуляція електроенергетики пройшла шлях від монопольної моделі до конкурентного ринку. Але подальше реформування має бути спрямоване на залучення інвестицій, підвищення ефективності, інтеграцію «зеленої» енергетики та зниження цін для споживачів. Необхідно удосконалити роботу новостворених інституцій ринку та запровадити нові механізми стимулювання оновлення генеруючих потужностей. Лише комплексний підхід дозволить модернізувати галузь та зробити її конкурентоспроможною. Створення ефективного конкурентного ринку електроенергії є ключовим завданням подальшої реформи.

На ринку електроенергії відбувається взаємодія між учасниками під час купівлі-продажу електроенергії, надання допоміжних послуг, здійснення передачі і розподілу, а також постачання електроенергії споживачам. (див Рис. 3.1.):

1.Двосторонні договори – купівля та продаж електроенергії між двома учасниками ринку поза організованими сегментами ринку, крім договору постачання електроенергії споживачу. Ціноутворення на основі двосторонньої домовленості сторін.

2.Ринок «на добу наперед» – купівля та продаж електроенергії на наступну за днем проведення торгів добу. Ціна визначається для кожного розрахункового періоду за принципом граничного ціноутворення на основі балансу сукупного попиту / пропозиції.

3.Внутрішньодобовий ринок – купівля та продаж електроенергії після завершення торгів на ринку «на добу наперед» та впродовж доби фізичного постачання

електроенергії. Ціна визначається за принципом ціноутворення «за заявленою (пропонованою) ціною».

4.Балансуючий ринок – забезпечення балансування в реальному часі обсягів виробництва та імпорту і споживання та експорту, врегулювання системних обмежень в ОЕС України, а також фінансового врегулювання небалансів електроенергії. Ціна встановлюється згідно з правилами ринку.

5. Ринок допоміжних послуг – купівля Оператором системи передачі супутніх послуг у їх постачальників за цінами, визначеними відповідно до встановлених правил ринку

Доцільно детальніше зупинитись на ринку «на добу наперед». ринок на добу наперед є важливим кроком на шляху реформування енергетичного сектору України, а його успішна робота має ключове значення для подальшої лібералізації ринку. Ринок доби наперед є ключовим майданчиком для торгівлі електроенергією в Україні та відіграє роль індикатора загальної ситуації на ринку. Повноцінне функціонування українського ринку на добу наперед розпочалося 1 липня 2019 року, разом із початком реформи енергетичного сектору.

Організацію купівлі-продажу на цьому сегменті здійснює оператор ринку, який виконує функції адміністратора. Він відповідає за програмне забезпечення, розрахунки та інші аспекти діяльності ринку. Принцип роботи оператора схожий на діяльність біржі.

Оператор забезпечує реалізацію та придбання близько 40% загального обсягу електроенергії, що споживається в Україні. Він став першим і єдиним суб'єктом в Україні, якому вдалося впровадити систему оплати через ESCROW-рахунки для безпечних розрахунків між учасниками ринку. Система розрахунків оператора працює цілодобово.

Оператор ринку електроенергії в Україні відіграє вкрай важливу роль у процесі реформування вітчизняного енергетичного сектору. Запуск сегменту ринку на добу наперед, що відбувся у липні 2019 року, став дуже вагомим кроком на шляху подальшої лібералізації ринку електроенергії та його інтеграції з енергетичними ринками Європейського Союзу.

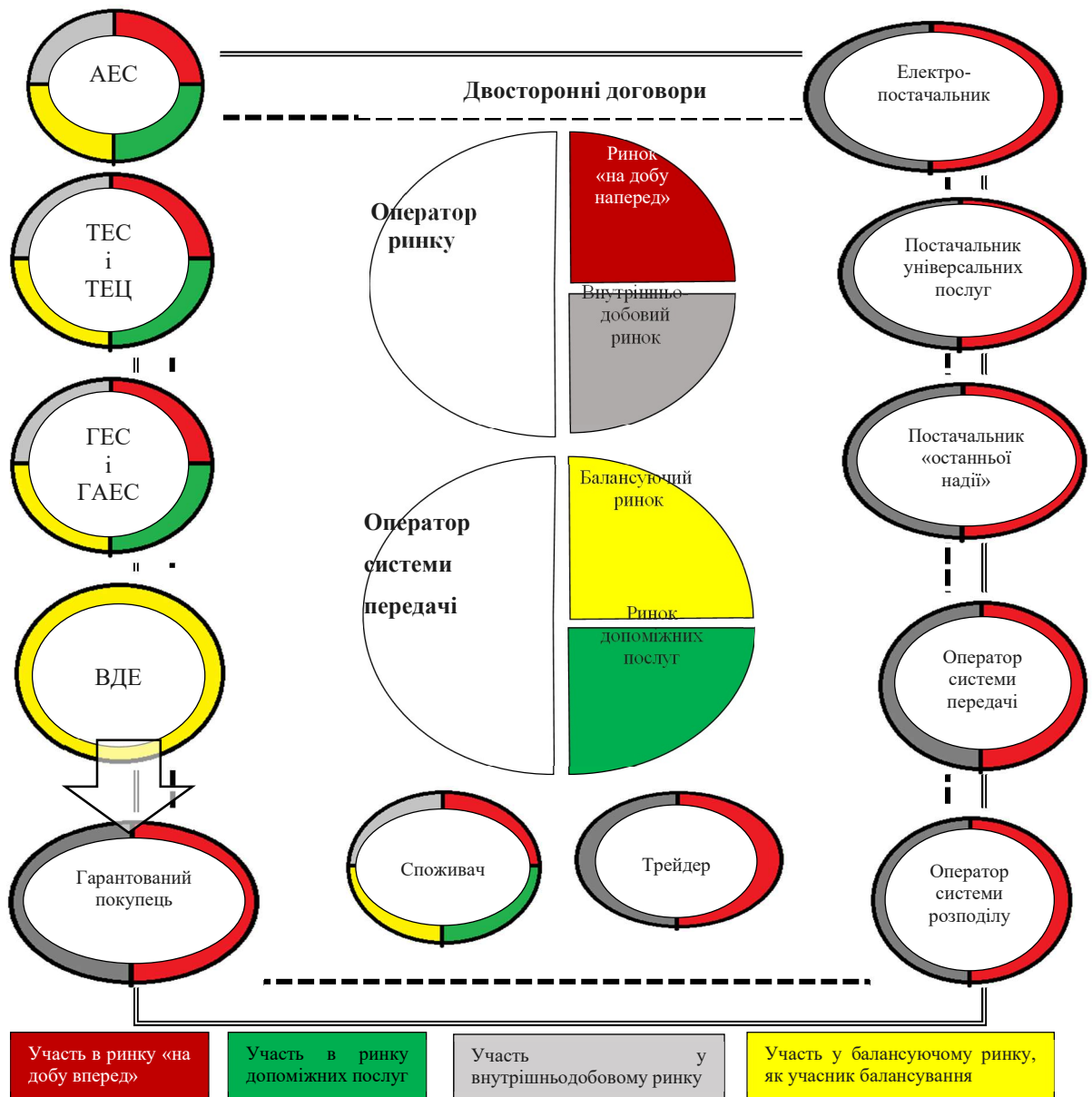


Рис. 3.5. Сегменти ринку електричної енергії

Джерело: розроблено автором на основі [228]

Однією з найбільш суттєвих переваг, яку забезпечує Оператор ринку, є можливість миттєвої 100% оплати за поставлену електроенергію між учасниками ринку. Така практика цілковито унеможливує виникнення будь-якої заборгованості чи неплатежів на ринку. Крім цього, Оператор ринку працює цілодобово без вихідних, що дозволяє забезпечувати безперервні розрахунки на усіх сегментах ринку електроенергії. Ще однією вкрай важливою перевагою Оператора ринку є його технічна готовність до синхронізації та інтеграції з ринками електроенергії країн Центральної та Східної

Європи. Адже ціна на українському ринку доби наперед формується на сучасній IT-платформі щогодини на основі цінових заявок учасників ринку, що уможливило подальшу гармонізацію з європейськими ринками.

Вартість електроенергії на ринку доби наперед є прозорим ринковим індикатором, який достатньо точно відображає поточну кон'юнктуру попиту та пропозиції. Ціни на цьому сегменті формуються виключно на основі принципів ринкового ціноутворення. Тому реалізація електроенергії за цінами, нижчими за ринок доби наперед, є економічно недоцільною та суперечить ринковим механізмам. Адже не має жодного сенсу продавати електроенергію дешевше, ніж на головному ринковому майданчику, якщо існує можливість без будь-яких складнощів реалізувати весь наявний обсяг за ринковими цінами та отримати за це повну і гарантовану оплату.

Натомість “зелена” електроенергія, вироблена з відновлюваних джерел, функціонує в Україні на окремому сегменті ринку з фіксованими тарифами та продається виключно через ДП “Гарантований покупець”. Така модель має як свої переваги, зокрема гарантований збут та викуп електроенергії за встановленим вищим “зеленим” тарифом, так і певні недоліки. Зокрема, суттєва різниця між фіксованим “зеленим” тарифом та ринковою вартістю електроенергії призвела до величезної заборгованості перед виробниками ВДЕ. Крім того, така модель стримує подальший розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні, про що свідчить різке уповільнення темпів зростання “зеленої” генерації у 2020-2021 роках. Тому поступова інтеграція сектора відновлюваної енергетики у конкурентний оптовий ринок електроенергії є вкрай важливим напрямком для подальшого реформування галузі.

Проблема заборгованості за «зеленим» тарифом залишається невирішеною для української енергетики. Станом на липень 2022 року Гарантований покупець розрахувався за електроенергію з ВДЕ, вироблену у 2020 році, лише на початку цього року. Щодо 2021 року розрахунки склали 90%, а за поточний рік - лише 47%.

Щоб залучити іноземні інвестиції, Україна повинна налагодити діалог з виробниками «зеленої» енергії про реструктуризацію боргів та інші механізми підтримки галузі. Потенційним рішенням є експорт електроенергії з ВДЕ до ЄС. Для

цього можна створити міжнародний енергетичний фонд за участі країн ЄС з дефіцитом «зеленої» генерації.

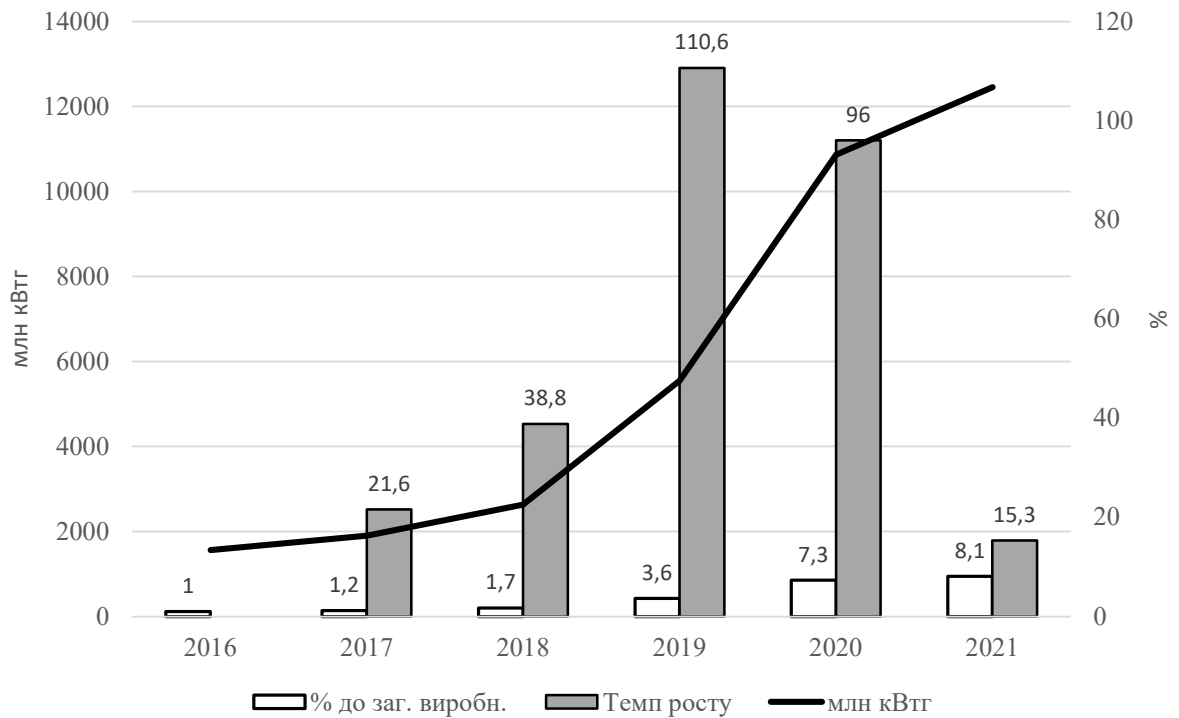


Рис. 3.6. Оплата «зеленого» тарифу

Джерело: [56]

Кошти фонду спрямовуватимуться на закупівлю надлишків відновлюваної електроенергії для експорту до Євросоюзу. Водночас, потрібно розширити міждержавні електромережі. Альтернативним рішенням може стати запровадження системи Feed-in-Premium замість «зелених» тарифів, що дозволить ВДЕ-виробникам самостійно продавати енергію.

«Зелений» тариф в Україні запущено у 2009 році, але через монополізацію ринку справжній розвиток розпочався лише після реформи 2015 року. З 2014 по 2019 рік галузь залучила понад \$10 млрд інвестицій та має значний потенціал. Вирішення питання боргів і перехід до ринкових механізмів посилить енергонезалежність України [229].

Одним із шляхів вирішення проблеми заборгованості перед виробниками «зеленої» енергії може стати експорт електроенергії з відновлюваних джерел до країн Європейського Союзу. З цією метою доцільно створити міжнародний енергетичний фонд за участі ЄС, який наповнюватиметься коштами країн із дефіцитом «зеленої» генерації. Фонд міг би закуповувати надлишки виробництва сонячної та вітрової

електроенергії в Україні для подальшого експорту до Європи. Це дозволило б налагодити постачання «зеленої» енергії з України до ЄС. Водночас, для збільшення експортних можливостей необхідне будівництво нових потужних міждержавних ліній електропередачі.

Міністерство енергетики України ще у 2021 році розробило законопроект про запровадження системи Feed-in-Premium замість діючої схеми фіксованих «зелених» тарифів. За новою системою виробники електроенергії з ВДЕ зможуть самостійно продавати вироблену енергію на ринку. Водночас вони отримуватимуть компенсацію від Гарантованого покупця у вигляді різниці між «зеленим» тарифом та ринковою ціною [232].

Цей законопроект досі не прийнято Верховною Радою. У 2022 році Міненерго дало доручення Гарантованому покупцю спрямовувати всі кошти від продажу енергії з ВДЕ безпосередньо виробникам. Раніше в розрахунках брали участь інші держкомпанії. Завдяки цьому лише за 10 днів липня Гарантований покупець здійснив 26,4% оплати виробникам ВДЕ.

Для розуміння перспектив ринку ВДЕ в Україні варто проаналізувати наявні механізми підтримки галузі. Зокрема, доцільно розглянути можливість запровадження системи Feed-in-Premium як альтернативи діючим «зеленим» тарифам.

Схема «зеленого» тарифу відіграла виключно важливу роль у запуску та активізації розгортання відновлюваної енергетики в Україні. Вона була впроваджена ще у 2009 році, хоча на початковому етапі мала досить істотні недоліки та вади, пов'язані з лобіюванням інтересів певних окремих великих гравців на ринку. Проте завдяки реформі «зеленого» тарифу у 2015 році вдалося значно лібералізувати умови функціонування ринку відновлюваної енергетики та створити сприятливі передумови для його подальшого стрімкого зростання.

Саме завдяки дії схеми «зеленого» тарифу протягом 2014-2019 років сектор відновлюваної енергетики України зміг залучити абсолютно безпрецедентний обсяг прямих іноземних інвестицій, що перевищив 10 мільярдів доларів США. Крім того, завдяки «зеленому» тарифу з'явилась велика кількість зовсім нових компаній у цій

галузі, а також десятки тисяч нових висококваліфікованих робочих місць як безпосередньо у відновлюваній енергетиці, так і в суміжних секторах.

Водночас, у світовій практиці останнім часом чітко простежується певна тенденція до поступової відмови від систем «зелених» тарифів та переходу до запровадження більш ринкових механізмів підтримки відновлюваної енергетики. Це пов'язано насамперед з тим, що чисті технології виробництва електроенергії наразі вже є цілком конкурентними порівняно з традиційною енергетикою за показником вартості [233].

Отже, в найближчій перспективі в Україні також доцільно поступово розпочати процес переходу від діючої системи «зелених» тарифів до запровадження більш сучасних та гнучких альтернативних схем державної підтримки відновлюваної енергетики, таких як Feed-in-Premium. Це буде сприяти подальшій трансформації вітчизняного ринку відновлюваних джерел енергії у бік зміцнення конкурентних ринкових механізмів.

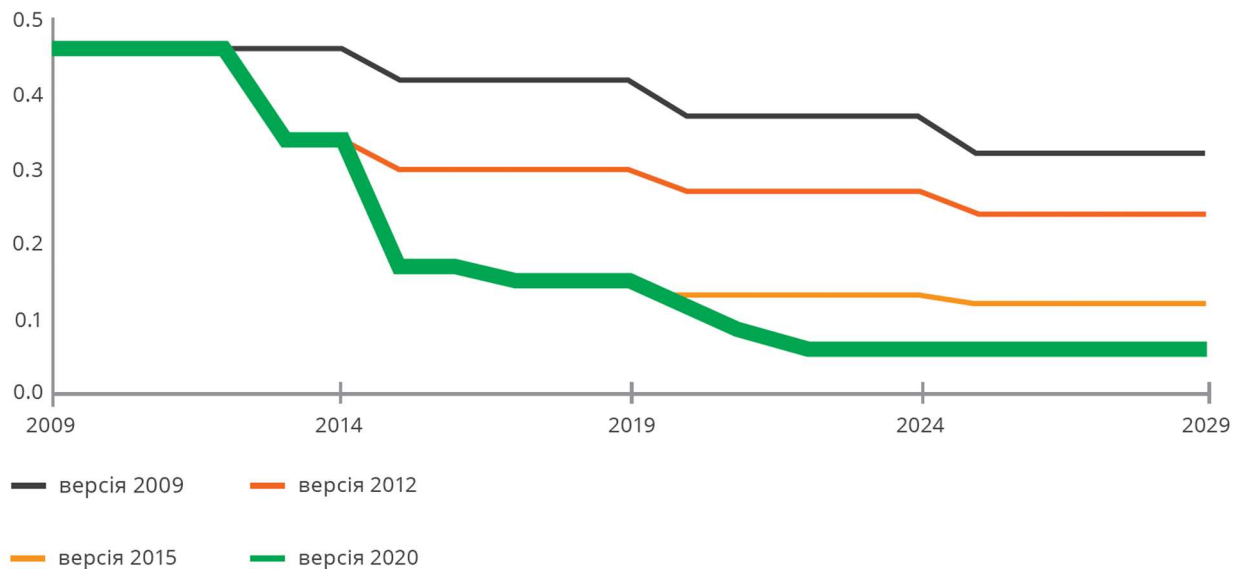


Рис. 3.7. Динаміка зниження «зеленого» тарифу для сонячних станцій з урахуванням декількох переглядів

Джерело: [183]

Загалом «зелені» тарифи виконали свою надзвичайно важливу історичну роль саме на початковому етапі становлення та розвитку галузі відновлюваної енергетики в Україні. Вони забезпечили залучення значних обсягів інвестицій та створення необхідної інфраструктури для цього стратегічного сектору економіки. Проте наразі

настав час рухатися в напрямку поступової інтеграції сектору відновлюваної енергетики з конкурентним оптовим ринком електроенергії.

Така поступова трансформація моделі державної підтримки сприятиме зміцненню справді ринкових засад функціонування галузі відновлюваної енергетики. Це в свою чергу дозволить підвищити її інвестиційну привабливість та загальну конкурентоспроможність на наступному вирішальному етапі розвитку відновлюваних джерел енергії, що буде особливо важливо в умовах поствоєнної відбудови економіки України [236].

У багатьох країнах світу відбувається поступовий перехід від системи «зелених» тарифів до механізмів підтримки відновлюваної енергетики, що базуються на ринкових засадах та конкуренції. Одним з найбільш ефективних таких механізмів вважаються «зелені» аукціони.

Суть «зелених» аукціонів полягає в наступному. Насамперед, держава визначає загальний обсяг нових генеруючих потужностей у сфері відновлюваної енергетики, які планується ввести в експлуатацію за певний період часу. Інколи ця загальна квота додатково розподіляється за окремими регіонами країни чи за конкретними видами технологій відновлюваної енергетики. Далі, приватні компанії-інвестори, які зацікавлені у реалізації проектів у цій сфері, подають свої конкурсні пропозиції. Такі пропозиції включають запланований обсяг потужностей майбутніх об'єктів ВДЕ, а також конкретну ціну в євро за 1 кВт-год, за якою ці компанії готові продавати вироблену «зелену» електроенергію державі.

Після подання всіх заявок спеціально уповноважені державні органи ретельно аналізують та оцінюють ці конкурсні пропозиції за двома ключовими критеріями: по-перше, за запропонованою компаніями ціною, а по-друге, за іншими технічними та якісними характеристиками проектів. За результатами такої оцінки, переможцями «зеленого» аукціону оголошуються ті учасники та їх проекти, які зуміли запропонувати найнижчу ціну на електроенергію та відповідають усім іншим критеріям відбору.

Компанії-переможці аукціону натомість отримують офіційне право на реалізацію своїх проектів у сфері ВДЕ та на отримання державної підтримки. Зокрема, вони підписують довгострокові договори з державою на постачання фіксованих обсягів

електроенергії за визначеною під час аукціону ціною. Термін дії таких договорів, як правило, становить 15-20 років.

Основна перевага механізму «зелених» аукціонів полягає у створенні реальної конкурентної боротьби між учасниками ринку та ефективному стимулюванні приватних компаній до максимального зниження собівартості і, відповідно, ціни на генеровану ними «зелену» електроенергію. Адже перемагають в аукціоні ті проекти, які пропонують найнижчу ціну.

Ще однією вагомою перевагою є висока гнучкість та можливість адаптації механізму «зелених» аукціонів до конкретних потреб енергетичної системи у певний період часу. Зокрема, квоти потужностей можна гнучко розподіляти між регіонами країни, таким чином стимулюючи активніше розгортання об'єктів ВДЕ саме там, де їх не вистачає. Крім того, існує можливість регулювати бажане співвідношення потужностей різних видів технологій відновлюваної енергетики (наприклад, сонячної, вітрової, біоенергетики тощо) у межах загальної квоти аукціону. Така гнучкість дозволяє державі оперативно реагувати на мінливі умови роботи енергосистеми та якісніше здійснювати довгострокове планування її збалансованого розвитку з урахуванням «зеленої» генерації [253].

В Україні реформа системи підтримки відновлюваної енергетики шляхом запровадження «зелених» аукціонів розпочалася у 2019-2020 роках із прийняттям відповідних законодавчих змін. Згідно з новим законодавством, для нових великих об'єктів сонячної генерації потужністю понад 1 МВт та вітрової генерації понад 5 МВт дія механізму «зеленого» тарифу припиняється. Натомість для таких проектів запроваджується нова система визначення ціни на електроенергію виключно за результатами «зелених» аукціонів. Водночас для інших видів ВДЕ, таких як малі ГЕС, об'єкти біоенергетики тощо, принаймні на першому етапі реформи, продовжує діяти попередня система «зелених» тарифів. Проте у подальшому планується поетапно залучати до аукціонів і ці види генерації.

Разом з тим, українське законодавство містить низку застережних норм, спрямованих на запобігання раптового різкому зростанню вартості «зеленої» електроенергії внаслідок переходу до аукціонів. Зокрема, встановлено обмеження, що

максимальна ціна за результатами аукціону в жодному разі не може бути вищою за діючий на момент проведення аукціону рівень «зеленого» тарифу для відповідного виду генеруючих потужностей. Такий підхід гарантує обов'язкове поступове зниження реальної вартості «зеленої» електроенергії в Україні у майбутньому внаслідок конкуренції між учасниками аукціонів.

Окрім того, важливою новацією, що робить українські «зелені» аукціони більш привабливими для потенційних інвесторів, є суттєве збільшення терміну дії укладених за результатами аукціонів договорів державної підтримки. Так, для переможця аукціону цей термін становитиме 20 років – що на 10 років більше, ніж максимальний термін дії «зеленого» тарифу в Україні до 2030 року включно. Ще однією важливою гарантією для інвесторів є те, що ці державні гарантії викупу всієї обумовленої договором кількості електроенергії за фіксованою аукціонною ціною надаються ще до початку практичної реалізації проекту будівництва об'єктів відновлюваної енергетики, на відміну від попередньої схеми з отриманням «зеленого» тарифу вже після введення об'єкту в експлуатацію [265].

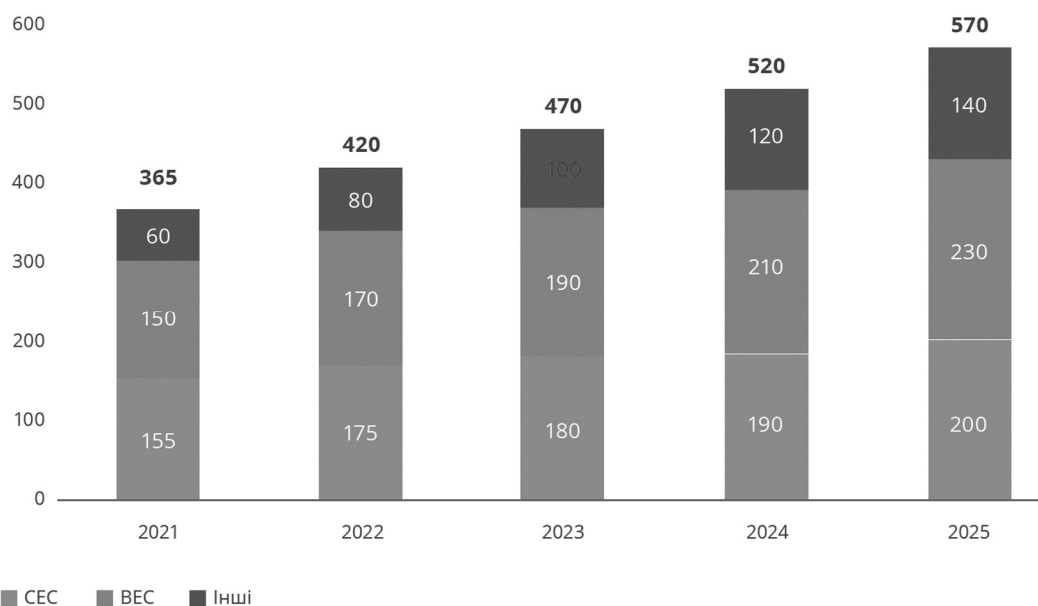


Рис. 3.8. Проект річних квот підтримки Міненерго на 2021 рік та індикативні прогнозні показники на 2020–2025 рр

Джерело: [166]

Для успішного запуску нової системи «зелених» аукціонів в Україні велике значення має своєчасне затвердження урядом конкретних обсягів квот підтримки

відновлюваної енергетики на кожен рік та графіка проведення відповідних аукціонних торгів. У грудні 2020 року Міністерство енергетики України оприлюднило свій проект таких індикативних квот та графіку аукціонів на період 2021-2025 років (див. рис. 3.8.).

Зокрема, на 2021 рік заплановано 6 аукціонів із загальним обсягом квот понад 3 ГВт, у 2022 році також передбачено 6 аукціонів та квоти на рівні майже 3 ГВт, у 2023 році - 4 аукціони та 2 ГВт, у 2024 - 4 аукціони та 1,5 ГВт, а в 2025 - 4 аукціони та 1 ГВт нових «зелених» потужностей. Таке завчасне оголошення запланованих обсягів та графіка дає можливість потенційним інвесторам заздалегідь готуватися до участі в аукціонах та сприятиме залученню приватних проектів у сфері відновлюваної енергетики в Україні.

Перехід до системи «зелених» аукціонів в Україні є надзвичайно важливим та стратегічним кроком на шляху реформування і трансформації моделі державної підтримки відновлюваної енергетики. Однак детальний аналіз цієї нової системи показує, що вона має як безсумнівні переваги, так і певні суттєві ризики, які необхідно враховувати.

Безумовно, проведення «зелених» аукціонів значно підвищує загальний рівень прозорості процесу визначення реальної ринкової вартості та формування кінцевих цін на електроенергію, вироблену з відновлюваних джерел. Крім того, цей механізм стимулює конкуренцію між учасниками ринку та змушує їх максимально оптимізувати витрати, щоб запропонувати якомога нижчу ціну на аукціоні.

Проте, з іншого боку, перехід до системи аукціонів автоматично означає суттєве посилення ролі та впливу державних органів на формування ринку відновлюваної енергетики в Україні. Адже саме державні установи тепер повністю відповідатимуть за встановлення конкретних щорічних обсягів квот, безпосередню організацію та координацію проведення аукціонних торгів, а також за моніторинг та контроль за їх перебігом і результатами. Таке суттєве зростання ролі держави у регулюванні ринку несе у собі підвищені ризики можливого політичного втручання та лобіювання інтересів окремих гравців, а це в свою чергу може негативно позначитися на загальному інвестиційному кліматі в галузі та ускладнити довгострокове багаторічне планування бізнесу [266].

Ще один досить серйозний потенційний недолік нової системи полягає у можливості певної змови між окремими учасниками конкретних аукціонів з метою штучного завищення кінцевих цін на «зелену» електроенергію. На жаль, чинне українське законодавство фактично не містить будь-яких ефективних важелів чи механізмів, спрямованих на запобігання та протидію таким потенційним зловживанням. Як наслідок, реальна конкуренція під час проведення конкретних аукціонів може бути значною мірою нівельована, що цілком суперечитиме основній меті їх запровадження.

Отже, при подальшій розробці та вдосконаленні моделі «зелених» аукціонів в Україні необхідно обов'язково комплексно враховувати як позитивний зарубіжний досвід їх практичного застосування, так і окремі негативні приклади деяких інших країн, де цей механізм в певний момент виявився не досить ефективним чи навіть контрпродуктивним. Зокрема, в Німеччині свого часу траплялися поодинокі випадки, коли навіть великі та потужні компанії-учасники ринку відновлюваної енергетики раптово програвали на всіх проведених аукціонах, що, безумовно, дуже негативно позначилося на загальному інвестиційному кліматі в цій надважливій галузі.

Успішна та ефективна реалізація масштабної реформи щодо запровадження нової системи «зелених» аукціонів в Україні значною мірою залежатиме від забезпечення цілого ряду важливих передумов.

По-перше, критично важливим є забезпечення належного кваліфікованого адміністрування всіх аспектів організації та проведення аукціонних торгів з боку відповідальних державних органів. Адже будь-які прорахунки чи недоліки на цьому етапі загрожують зведенням нанівець усієї реформи як такої.

По-друге, надзвичайно важливо запобігти можливим зловживанням та нечесній конкуренції під час проведення конкретних аукціонів. Для цього потрібно вдосконалити вітчизняне законодавство у напрямку запровадження жорстких та невідворотних санкцій за будь-які спроби штучного завищення цін чи інших маніпуляцій результатами торгів.

І по-третє, критично важливим залишається забезпечення максимально можливої прозорості всього процесу організації та проведення «зелених» аукціонів в Україні. Адже саме прозорість є запорукою довіри з боку потенційних учасників та інвесторів.

Лише за умови комплексного виконання всіх цих вкрай важливих передумов нова система «зелених» аукціонів зможе справді ефективно застосовуватися для кардинального прискорення розвитку відновлюваної енергетики в Україні в найближчі роки.

Водночас, поряд із реформою моделі державної підтримки великих об'єктів «зеленої» генерації, варто приділяти належну увагу стимулюванню розвитку дрібних розподілених джерел відновлюваної енергії, зокрема в секторі домогосподарств. Саме тут має значний потенціал запровадження такого інноваційного механізму, як чистий облік електроенергії, відомий у світі як net metering.

За різними оцінками, в Україні існує дуже значний нереалізований потенціал широкомасштабного застосування саме такої схеми чистого обліку, як net metering. На жаль, наразі вітчизняне законодавство ще не містить необхідних норм для її запровадження. Проте уряд та профільні державні органи вже активно працюють у цьому напрямку. І саме прийняття відповідного законодавства дозволить кардинально стимулювати розвиток дрібної розподіленої відновлюваної енергетики в Україні, насамперед за рахунок домогосподарств.

Отже, лише комплексне впровадження як нових ринкових механізмів на кшталт «зелених» аукціонів для великих об'єктів, так і інноваційних схем на зразок net metering для домогосподарств, поєднане з ефективним державним регулюванням, може забезпечити дійсно сталий та динамічний розвиток усіх видів відновлюваної енергетики в Україні.

Наразі в Україні відсутня необхідна законодавча та регуляторна база для повноцінного запровадження системи чистого обліку електроенергії (net metering). Водночас діючий «зелений» тариф для домогосподарств є подібним до одного з різновидів чистого обліку - моделі чистого продажу енергії (net billing).

За оцінками Держенергоефективності, потенціал застосування схеми net metering в Україні є дуже значним³. Саме тому зараз триває активна робота над розробкою

³ Онлайн-семінар «Як застосувати 4-й енергопакет ЄС для розвитку малої ВДЕ-генерації в Україні?» URL: <https://www.facebook.com/watch/?v=3603278519724941>

відповідних законопроектів, необхідних для запуску цього механізму в найближчій перспективі.

Таблиця 3.1

Потенціал ринку для впровадження net metering в Україні

Потенціал ринку для запровадження системи чистого обліку електроенергії	
380 598 підприємств, які щороку споживають 78,293 млрд кВт*год/рік	6,5 млн домогосподарств з річним споживанням 19,5 млрд кВт*год/рік
Потенціал заміщення отриманої з мережі енергії електричною енергією власного виробництва з відновлюваних джерел	
16 млрд кВт*год/рік для підприємств (еквівалент 16 ГВт сонячних електростанцій або 5,5 ГВт вітрових)	6 млрд кВт*рік для домогосподарств (еквівалент 6 ГВт сонячних електростанцій або 2 ГВт вітрових)

Джерело: [67]

Запровадження чистого обліку електроенергії може стати серйозним додатковим стимулом для розвитку дрібної розподіленої відновлюваної енергетики в Україні, насамперед в секторі домогосподарств. Це дозволить максимально реалізувати наявний значний потенціал у цій сфері. Прийняття необхідного законодавства щодо запровадження net metering має стати одним з пріоритетів державної політики у сфері «зеленої» енергетики на найближчу перспективу.

Останнім часом в Україні активно обговорюється доцільність впровадження альтернативних підходів державної підтримки відновлюваної енергетики (ВДЕ) замість традиційної схеми «зеленого» тарифу. Серед потенційних варіантів - «зелені» аукціони, надбавки до ринкової ціни (feed-in premium) та контракти на різницю в ціні (contracts for difference).

«Зелені» надбавки передбачають, що виробники ВДЕ продають електроенергію на загальних умовах ринку, але додатково отримують фіксовану премію за кожен проданий кВт-год. Цей гнучкий механізм дозволяє стимулювати окремі технології, але несе ризики надмірної чи недостатньої компенсації. Наприклад, Іспанія була піонером «зелених» надбавок у Європі, запровадивши їх у 1998 році. Проте через 15 років у 2013 році ця схема була скасована через надмірне фінансове навантаження.

В Італії ж для об'єктів ВДЕ понад 1 МВт діє механізм динамічної «зеленої» надбавки як доповнення до ринкового доходу. Надбавка розраховується як різниця між базовим «зеленим» тарифом та ринковою ціною. Такий підхід частково нівелює ризики надмірної компенсації.

Контракти на різницю передбачають, що виробники ВДЕ продають енергію на ринку, але отримують додаткову компенсацію за різницю між фіксованим «зеленим» тарифом та реальною ринковою ціною. Це забезпечує гарантований дохід, але потребує укладання окремих договорів. Наприклад, у Великобританії контракти на різницю є основним механізмом підтримки ВДЕ. За ними уряд компенсує різницю між аукціонною ціною та ринковою ціною протягом 15 років після введення об'єкта в експлуатацію.

В Україні поки відсутнє спеціальне регулювання щодо «зелених» надбавок та контрактів на різницю. Для їх запровадження необхідні законодавчі зміни з урахуванням кращих європейських практик. Це дозволить поступово трансформувати підхід до підтримки ВДЕ у конкурентному напрямі.

Внаслідок війни Україна втратила значну частину вугільних шахт та теплових електростанцій. На нашу думку, просте відновлення традиційної теплової генерації не має сенсу. Замість цього варто модернізувати енергосистему на основі новітніх технологій відновлюваної енергетики та накопичення енергії, що активно розвиваються у світі.

Згідно зі стратегією післявоєнної відбудови, Україна планує до 2026 року побудувати 5-10 ГВт нових сонячних та вітрових потужностей. Це еквівалентно близько 30% довоєнної встановленої потужності теплових електростанцій. Також заплановані проекти гідроакумулюючих станцій потужністю до 200 МВт [234].

Окрім того, уряд має наміри локалізувати виробництво обладнання для об'єктів ВДЕ, налагодити випуск «зеленого» водню та розвивати виробництво біопалива. Це дозволить скоротити енергетичну залежність та інтегруватися в європейський енергетичний простір.

Глобальний тренд декарбонізації економіки продовжується, тому Україна має й надалі розвивати відновлювану енергетику, незважаючи на складні воєнні обставини.

Адже ЄС планує запровадити прикордонний вуглецевий податок (СВАМ) на імпортовані товари залежно від їх вуглецевого сліду. Відповідно, українським експортерам доведеться надавати сертифікати про використання «зеленої» енергії у виробництві, щоб уникнути додаткового оподаткування в ЄС. Без активного розвитку відновлюваних джерел енергії це створить загрози втрати конкурентоспроможності українського експорту та недоотримання валютної виручки у майбутньому.

Післявоєнне відновлення України вимагає розвитку власного видобутку газу та альтернативних джерел енергії, зокрема водню, отриманого з відновлюваних джерел. За прогнозами, світовий ринок водню до 2027 року сягне близько 300 млрд доларів США. Україна має шанс стати провідним експортером зеленого водню до країн ЄС. Німеччина вже обрала нашу країну одним з чотирьох партнерів з виробництва та постачання водню. Це дасть 10-15 млрд доларів США надходжень щороку.

За оцінками Бюро інвестиційних програм, потенціал України у виробництві зеленого водню становить близько 100 ГВт на рік за умови залучення іноземних інвестицій. Для цього до 2030 року необхідно побудувати 25-30 заводів з виробництва водню [230].

Варто зазначити, що будівництво нових потужностей відновлюваної енергетики заплановане на 2026-2032 роки. Розвиток цього сектору в найближчі роки не є пріоритетом, хоча інші енергетичні проекти почнуть реалізовуватися вже у 2022-2023 роках. Слід пам'ятати, що відновлювана енергетика в Україні перебувала у стагнації з 2019 року через зміни в законодавстві. Досі не вирішена проблема виплат за «зеленим» тарифом.

У березні 2022 року для виробників електроенергії з відновлюваних джерел було встановлено фіксований рівень виплат 15-60% від середньозваженого «зеленого» тарифу 2021 року. Навіть після підвищення рівня виплат у липні 2022 року, цих коштів вистачає лише на покриття операційних витрат.

Таким чином, ринок ВДЕ України до війни характеризувався швидкими темпами розвитку. Особливо цьому сприяло запровадження «зеленого» тарифу. Військові дії на території України завдали великої фізичної шкоди сектору, а також створили серйозні проблеми для майбутнього розвитку.

3.2. Модель інтеграції українського ринку відновлювальної енергетики до Європейського Союзу

Після нападу РФ на Україну у ЄС на найвищому рівні неодноразово заявляли про перспективу приєднання України до ЄС. Очевидним є факт, що вступ до цього інтеграційного об'єднання не буде швидким. Однак, для України можуть створити можливість частково або повністю брати участь у спільному енергетичному ринку ще до повного членства.

Слід зазначити, що Україна вже є учасницею Енергетичного Співтовариства і демонструє постійний прогрес щодо імплементації європейського енергетичного законодавства. Варто оцінити поточний стан цього процесу та виявити можливі кроки, особливо на рівні регулювання та розвитку національного ринку, щоб Україна активніше брала участь у внутрішніх ринках електроенергії ЄС вже у короткостроковій перспективі.

Під час своєї агресії Росія багато уваги приділила українській енергетиці. Вторинення розпочалося через годину після того, як українська енергосистема запрацювала в тестовому ізолюваному режимі. Через сім годин була зайнята Каховська ГЕС, а через 12 годин – Чорнобильська АЕС. Росія мала кілька цілей, атакуючи український енергетичний сектор. По-перше, це руйнування інфраструктури для відключення газу та електроенергії. У певні періоди війни до мільйона споживачів не мали доступу до електроенергії. По-друге, Росія намагалася захопити найбільше стратегічних енергетичних об'єктів. Деякі дослідницькі заклади також були обстріляні, а в деяких місцях виконання необхідних операцій залишається складним або неможливим через війну, що призводить до збільшення фінансових втрат для сектору. Третьою метою була кібервійна проти української енергетики. Основним об'єктом кібератак був «Укренерго», причому пік атак припав на момент синхронізації електроенергетичних систем. Четвертою метою Росії було блокування імпорту ресурсів в Україну, особливо постачання палива.

У рамках своєї відповіді Україна розвиває співпрацю з європейськими країнами значно швидшими темпами, ніж до війни. Незважаючи на війну, Україна підтвердила

свої плани щодо реалізації Європейської зеленої угоди. Разом з Енергетичним Співтовариством Україна також розробила механізм підтримки енергетичного сектору на ad hoc основі.

Український енергетичний ринок зазнав негативних змін внаслідок війни, наприклад попит на електроенергію скоротився на 30%. Проте Україна здатна контролювати та управляти своєю енергосистемою. Багато компаній переміщуються на захід України. Хоча деякі об'єкти були пошкоджені, енергопостачання наразі є достатнім. Технічно та організаційно українську енергосистему тепер можна вважати частиною ЄС. За умови подальшої підтримки з боку ЄС, Україна могла стати повноправним учасником внутрішнього енергетичного ринку. Це буде взаємовигідно, оскільки ЄС отримає доступ до значних потужностей України з виробництва електроенергії на атомних електростанціях, що підтримає ЄС в напрямку вуглецевої нейтральності. Варто зазначити, що екстрені заходи з боку ЄС не повинні бути випадковими, а стати основою довгострокового співробітництва [286].

За умов військової агресії та відповіді ЄС в енергетичній сфері, на нашу думку, доцільно стверджувати, що з економічної точки зору Україна є частиною європейського внутрішнього ринку електроенергії та газу, хоча за дуже особливих обставин. Синхронізація енергосистем є важливим кроком для України. У рамках Енергетичного Співтовариства взаємозв'язок планується поглибити через повний пакет кодексів та інструкцій для мереж електроенергетики. Це фактично виведе Україну на карту загальноєвропейської та регіональної конфігурації ринків електроенергії. Після припинення військових дій об'єднання ринків стане наступним кроком. Цікаво, що Агенція з питань співробітництва енергетичних регуляторів (ACER) вперше відіграватиме вирішальну роль в управлінні цими інтегрованими ринками електроенергії, отримавши повноваження приймати обов'язкові рішення.

Не дивлячись на війну в Україні відбулася подальша лібералізація ринків електроенергії. У нинішніх військових умовах та в контексті європейської інтеграції важливим питанням є, чи буде Україна готова слідувати останнім оновленням політики Європейського Союзу – Європейській зеленій угоді та пакету ініціатив REPowerEU. Що стосується першого, то Україна вже почала його впровадження на основі дорожньої

карти декарбонізації Енергетичного співтовариства. Проте проблеми щодо декарбонізації залишаються, зокрема щодо відмови від вугілля, управління відновлюваними джерелами енергії та ціноутворення на вуглецеві ресурси [267].

Найбільшими викликами для України на її шляху до інтеграції з ЄС в енергетичній сфері, а також декарбонізації, є якість державного врядування та надійність інституцій. На нашу думку, обидва питання можливо вирішити в межах співпраці з ЄС. Непередбачуване державне управління в Україні, наприклад, завдало великої репутаційної шкоди ринку ВДЕ України. Управління ризиком неплатоспроможності в цьому секторі є одним з чинників відновлення довіри до України як реципієнта інвестицій в енергетичний сектор. Важливими завданнями на післявоєнний період будуть створення довіри до ринку, частину якої було втрачено. Для цього важливо продовжувати роботу над прозорістю енергетичного ринку, в тому числі щодо стандартних продуктів і контрактів.

Основною метою аварійної синхронізації України та ЄС є підтримка та надання частотної стабільності Україні, оскільки Укренерго працює у своїй енергосистемі в надзвичайно складних умовах. Війна змінила графік синхронізації, яка спочатку була запланована на 2023 р. З огляду на величезні виклики, з якими стикається Україна, вона не змогла реалізувати заходи безпеки системи, які спочатку були погоджені для синхронізації. Проте країна, як і раніше націлена виконувати ці вимоги, і ENTSO-E ((раніше – UCTE) також зобов'язується забезпечити їх виконання, оскільки вони пов'язані зі стабільністю системи. Профілактичний захід, який було вжито, полягає в обмеженні потоків між Україною та сусідніми країнами, які мають обмежені торгові можливості. На нашу думку, з часом ці заходи будуть пом'якшені. Після двох місяців синхронної роботи та ретельного моніторингу операторами енергосистеми виявилось, що система стабільна, хоча й з деякими межами стабільності. Проте є занепокоєння, що зростання попиту на енергію в зимові місяці може змінити цю ситуацію. Загалом, учасники ENTSO-E продовжують підтримувати та дуже позитивно дивляться на майбутнє України [288].

За умов війни постає запитання, яким чином сприяти активнішій ролі України на європейському енергетичному ринку. У цьому контексті варто зазначити, що в межах

Енергетичного союзу Європейська Комісія разом із Верховним представником з енергетики розробляють новий порядок денний для посилення зовнішньої політики ЄС. Україна у ньому є одним із наріжних каменів політики енергетичної безпеки та незалежності. Зважаючи на особливості розвитку енергетичного сектору України, передбачено три важливі елементи для розширення енергетичного партнерства з ЄС вже у короткотерміновому періоду:

1. Створення відкритого та конкурентного українського ринку;
2. Збільшення взаємозв'язків;
3. Розширення міжнародного партнерства.

Очевидно, що без конкурентного українського енергетичного ринку вартість енергії залишатиметься високою. Якість послуг також погіршиться, оскільки не буде необхідних інвестицій для модернізації енергетичного сектору. Таким чином, за тісної підтримки та залучення експертів з Енергетичного Співтовариства, Європейської Комісії, держав-членів ЄС та міжнародних фінансових установ варто підготувати ряд фундаментальних законодавчих змін у цьому напрямку. Варто згадати, в першу чергу, про функціонування справді незалежного енергетичного регулятора, вільний ринок електроенергії з рівним та справедливим доступом до інфраструктури передачі. Менш очевидними, але не менш важливими є чіткі правила вимірювання та виставлення рахунків за споживання енергії на всіх рівнях.

Відіграючи активну роль на європейському енергетичному ринку, Україна могла б отримати вигоду від міжнародного партнерства; не тільки в найефективнішому використанні свого потенціалу ВДЕ, але й у реалізації свого величезного потенціалу енергоефективності.

Передумовою для цього є, звичайно, продовження Україною шляху реформування енергетичного сектору. Необхідно підвищити прозорість, ухвалити та впровадити необхідні законодавчі зміни щодо інсайдерської приватизації та режимів подвійного ціноутворення. Лише за умови стабільного бізнес-середовища Україна стане привабливою для міжнародних інвесторів.

Потенціал енергозбереження в Україні величезний у всіх секторах. Це вірно для відновлюваних джерел енергії, таких як біомаса, яка в основному не використовується.

Однак найбільше можливостей для економії є, мабуть, у секторах будівель та централізованого теплопостачання. Щоб досягти цього потенціалу, Україні потрібно буде запровадити та впровадити чітке та вимогливе законодавство та допоміжні політичні заходи, які також включають фінансування.

У ЄС вже накопичено великий досвід практичного впровадження законодавства ЄС з енергоефективності. Україна має навички, досвід і спроможність ефективно управляти своєю енергетичною системою, створювати та використовувати інноваційні технології енергетики та енергозбереження, а також створювати економічне зростання та велику кількість робочих місць у цьому процесі.

Інтеграція енергетичної системи України з європейською мережею системних операторів передачі електроенергії ENTSO-E є стратегічним пріоритетом нашої держави, реалізація якого триває вже понад чверть століття. Цей складний та багатоетапний процес розпочався ще у 1996 році з приєднання України до Міжнародного енергетичного агентства [269].

11 лютого 2021 року Європейський Парламент, як представницький орган Європейського Союзу, ухвалив резолюцію, в якій висловив повну підтримку інтеграції енергосистеми України з ENTSO-E. Це рішення було схвалене абсолютною більшістю євродепутатів. Крім того, у резолюції наголошено на необхідності прискорення реформи ринку електроенергії та посилення незалежності державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго» відповідно до вимог Третього енергетичного пакету *acquis communautaire*.

Того ж дня відбулося засідання Ради асоціації між Україною та Європейським Союзом, на якому обидві сторони підтвердили спільні наміри щодо подальшої тісної співпраці з метою синхронізації об'єднаної енергетичної системи України з континентальною європейською мережею відповідно до положень Додатку XXVII до Угоди про асоціацію.

Плановою датою синхронізації ОЕС України з ENTSO-E було визначено 2023 рік. Проте у зв'язку з російською військовою агресією цей процес довелося радикально прискорити. 16 березня 2022 року відбулося фактичне приєднання об'єднаної

енергосистеми України до європейської мережі. Ця подія набула великого стратегічного значення для зміцнення енергетичної безпеки нашої держави [269].

Варто зазначити, що з 1 липня 2002 року успішно функціонує синхронізований з Європою «енергетичний острів» навколо Бурштинської ТЕС, що охоплює частини Львівської, Івано-Франківської та Закарпатської областей. Ця частина ОЕС України працює як складова європейської енергосистеми ENTSO-E, забезпечуючи експорт електроенергії до країн-членів ЄС. Такий 20-річний позитивний досвід синхронної роботи має важливе практичне значення.

Завершення інтеграції енергосистеми України з ENTSO-E дасть змогу суттєво зменшити залежність від постачання енергоносіїв з Російської Федерації, посилити експортні можливості в рамках єдиного європейського енергетичного ринку, а також підвищити надійність енергопостачання в умовах воєнних дій та можливих техногенних і природних катастроф. Незважаючи на складнощі, успішна інтеграція енергосистеми України з ENTSO-E матиме вкрай важливе стратегічне значення для енергетичної безпеки та економічного розвитку нашої держави [249].

Перші кроки з інтеграції енергосистеми України до ENTSO-E були зроблені лише у 2005 році, оскільки до того часу наша країна перебувала у складі об'єднаної енергосистеми з Росією та іншими пострадянськими республіками. Лише після Помаранчевої революції 2004 року та зміни влади Україна почала активно рухатися у напрямку європейської інтеграції, зокрема в енергетичній сфері.

Долучення до Енергетичного Співтовариства у 2011 році стало дуже важливим кроком, адже воно передбачало поступову адаптацію законодавства України до норм ЄС в галузі енергетики. Завдяки цьому наша країна отримала доступ до європейського енергетичного ринку та механізмів фінансування, а також можливість брати участь у розробці спільної енергетичної політики.

Такі країни як Болгарія, Румунія, країни Балтії, що приєдналися до Енергоспівтовариства раніше, завдяки цьому змогли успішно інтегрувати свої енергосистеми з європейською та отримати значну фінансову допомогу ЄС для модернізації своєї енергетики. Тому приєднання України до цієї організації було логічним та необхідним кроком на шляху до євроінтеграції.

Угода між Укренерго та ENTSO-E щодо синхронізації енергосистем була підписана лише у 2017 році, оскільки до цього часу Україна не виконала низку важливих передумов. Зокрема, необхідно було приєднатися до Енергетичного Співтовариства (2011 рік) та розпочати реформування енергоринку відповідно до вимог ЄС [254].

Угода містила конкретні технічні заходи для України, серед яких: модернізація підстанцій, впровадження систем дистанційного управління обладнанням, будівництво ліній електропередач для з'єднання з ENTSO-E.

Окремий наголос робився на розвитку відновлюваних джерел енергії та інтеграції «зеленої» генерації. Адже для синхронізації потужностей ВДЕ потрібно було провести низку технічних заходів.

Умови для України не відрізнялися від загальних вимог ENTSO-E до інших країн. Але через застарілість української енергосистеми обсяг підготовчих заходів для нас був набагато більшим. Ця угода 2017 року стала важливим поштовхом для комплексної модернізації енергетики України та її інтеграції з Європою. Але виконання технічних та ринкових передумов зайняло тривалий час.

Отримання Укренерго статусу ISO було важливою передумовою для подальших кроків інтеграції енергосистеми України з єдиною енергосистемою Європи. Модель ISO (Незалежний оператор системи) передбачає відокремлення функцій оператора системи передачі від виробників та постачальників електроенергії. Це вимога Третього енергетичного пакету ЄС для забезпечення прозорості та недискримінаційності на ринку.

Отримання Укренерго статусу ISO свідчатиме, що Україна виконала вимоги ЄС щодо відокремлення оператора системи передачі. Це наблизить нас до інтеграції з європейським енергоринком. Фактично Укренерго було сертифіковано за моделлю ISO у серпні 2022 року. Це рішення НКРЕКП підтвердив Секретаріат Енергоспівтовариства.

Наслідками стали: посилення незалежності Укренерго, зменшення політичного впливу, приведення у відповідність до норм ЄС. Це сприятиме конкуренції на ринку електроенергії та інтеграції з ENTSO-E.

Екологічна модернізація економіки відповідно до європейських «зелених» стандартів є важливим чинником успішної інтеграції України в економічний та

енергетичний простір ЄС. Вона несе як екологічні, так і економічні вигоди. Зокрема, дотримання принципів Європейської зеленої угоди та декарбонізація економіки є важливим аспектом інтеграції України з ЄС, оскільки відображає загальноєвропейську стратегію сталого розвитку та боротьби зі зміною клімату [240].

Зелена трансформація економіки України передбачає поетапну відмову від викопного палива, підвищення енергоефективності та розвиток «зеленої» енергетики. Це дозволить скоротити викиди парникових газів, поліпшити екологічну ситуацію та зменшити залежність від імпорту російських енергоносіїв. Крім того, імплементація European Green Deal відкриє доступ України до фінансової і технічної допомоги ЄС для «зеленого» переходу. А дотримання принципів декарбонізації забезпечить конкурентоспроможність української продукції на європейському ринку та уникнення торгових бар'єрів.

Для прискорення «зеленої» трансформації промисловості України відповідно до європейських екологічних вимог необхідно запровадити комплекс заходів на державному рівні.

По-перше, доцільно створити Фонд декарбонізації промисловості, який акумулюватиме кошти, отримані від сплати податку на викиди парникових газів підприємствами. Це реалізує принцип «забруднювач платить». Також можливе донорське фінансування та кредитування з боку міжнародних фінансових організацій. Зібрані кошти спрямовуватимуться виключно на фінансування проектів екомодернізації та скорочення викидів CO₂.

Ідея його створення полягає в необхідності залучення додаткового цільового фінансування для комплексної модернізації виробництв відповідно до європейських екологічних норм. Як показує досвід Польщі та інших країн ЦСЄ, такий механізм є дієвим для стимулювання модернізації промисловості. Водночас важливо уникнути помилок Німеччини, де частина коштів Фонду витрачалася неефективно. У ФРН він був створений у 2010 році для фінансування проектів зі скорочення викидів парникових газів та підтримки відновлюваної енергетики. Джерелом наповнення Фонду були кошти від продажу квот на викиди в рамках Європейської системи торгівлі викидами. З 2010 по 2017 рр. до Фонду надійшло понад 7 млрд євро. Проте використання цих коштів

виявилось неефективним. Зокрема, значні суми були витрачені на субсидії для власників дизельних авто, що суперечило меті скорочення викидів. Також кошти розпорозувались на велику кількість дрібних проєктів замість зосередження на масштабних програмах модернізації в промисловості.

По-друге, держава має ініціювати розширення програм міжнародної технічної допомоги. Зокрема, необхідно збільшити проєкти з енергетичного аудиту промислових підприємств, надання грантів на впровадження енергоефективних технологій, здешевлення кредитів на модернізацію за рахунок кредитних гарантій.

Реалізація цих системних заходів сприятиме адаптації української промисловості до екологічних стандартів ЄС та поглибленню інтеграції з Європою.

Для повноцінного об'єднання українського та європейського енергоринків після 2023 року Україна повинна забезпечити гармонізацію правил і процедур на ринку електроенергії з нормами ЄС. Необхідно комплексно інкорпорувати європейські стандарти щодо функціонування ринку та захисту вразливих споживачів. Це означає не просто формальне запозичення окремих нормативних актів, а повну адаптацію законодавства у сфері енергетики до правил та практик ЄС. За оцінками експертів, рівень гармонізації українського законодавства у сфері електроенергетики з нормами *acquis communautaire* наразі становить 70-80%. Для успішної інтеграції ринків потрібно досягти показника вище 90%. На мою думку, це складне, але виконуване завдання за умови політичної волі та ефективної координації зусиль між органами влади [243].

Важливо здійснити фінансову стабілізацію галузі у процесі синхронізації. Станом на кінець 2021 року заборгованість ДП «Енергоринок» перед виробниками е/е складала понад 30 млрд грн. Через воєнні дії та руйнування енергоінфраструктури ця заборгованість значно зростає. Без системної державної підтримки, включаючи компенсацію «зеленого» тарифу та ринкових розрахунків, стабілізувати ситуацію буде неможливо. На думку автора, необхідне запровадження прозорого механізму погашення боргів з використанням кредитних ресурсів міжнародних фінансових організацій.

Для майбутньої конвергенції ринків потрібно продовжити реформу структури генерації в ОЕС України. Це передбачає підвищення гнучкості системи, будівництво

маневреної генерації, накопичувачів енергії, розвиток відновлюваних джерел та водневих технологій. За прогнозами Міненерго, до 2035 року частка ВДЕ в енергобалансі України має зрости з нинішніх 9% до 25%. Це дозволить частково замінити вибуті потужності ТЕС та АЕС екологічно чистою генерацією. Проте потрібні десятки мільярдів євро інвестицій. На думку автора, розвиток ВДЕ повинен стати пріоритетом державної політики у сфері енергетики.

Залучення приватного бізнесу та міжнародних фінансових установ має супроводжувати цей процес. За оцінками Світового банку, для модернізації української енергосистеми потрібно \$40 млрд інвестицій до 2030 року. Державний бюджет не спроможний профінансувати такі проекти самостійно. Тому критично важливо створити сприятливі умови для залучення приватних інвесторів, у т.ч. нерезидентів. Це має стати пріоритетом енергетичної політики.

Щоб зрозуміти еволюцію ринку електроенергії в Україні, варто розглянути чотири базові моделі, поширені у світі.

Перша - це регульована природна монополія без конкуренції. Вертикально інтегровані компанії контролюють усі ланки від генерації до збуту і регулюються державою. Така модель домінувала в радянські часи і в 90-х роках в Україні, а також у багатьох пострадянських країнах.

Друга - «єдиний покупець». Кілька генеруючих компаній конкурують за продаж електроенергії централізованому агентству. В Україні цю роль виконував «Енергоринок» у 2000-2019 роках. Схожі моделі застосовувались в процесі лібералізації ринків у Південній Кореї, Туреччині, країнах Балтії. Це дозволило поступово збільшити кількість приватних виробників енергії.

Третя - оптовий ринок, де конкурують виробники та постачальники. Запроваджено в Україні з 2019 року. Схожі моделі діють у Польщі, Словаччині, Угорщині та інших країнах ЄС. Це забезпечило зростання конкуренції на ринку електроенергії.

Четверта - конкуренція і на оптовому, і на роздрібному ринку. Планується повна лібералізація в Україні у 2022 році. Аналогічні ринки працюють у Великобританії,

країнах Північної Європи, десяти штатах США. Це забезпечило залучення інвестицій та інновацій в енергетику.

Можемо зробити висновок, що реформа ринку електроенергії в Україні йде шляхом провідних країн світу. Врахування їхнього досвіду допоможе уникнути помилок та прискорити позитивні зміни.

Разом з тим, існують певні ризики на шляху реформування. Наприклад, зростання цін для населення внаслідок лібералізації, як це сталося в деяких країнах ЄС. Тому важливо запровадити компенсаторні механізми для соціально вразливих верств.

Ще один виклик - забезпечення інвестицій у генеруючі потужності для заміщення застарілих об'єктів. Можливо, треба буде запровадити спеціальні тарифи або аукціони для стимулювання будівництва нових станцій приватними інвесторами.

Крім того, важливо посилити незалежність регулятора НКРЕКП та його спроможність ефективно контролювати ринок. Не можна допустити монополізації ринку окремими приватними структурами.

Особливістю електроенергії як товару є неможливість її накопичення. Обсяг виробленої та спожитої електроенергії має постійно збігатися. Крім того, припинення постачання електроенергії призводить до набагато більших збитків, ніж просто вартість недовідпущеної електроенергії. Наприклад, збитки від blackout можуть сягати сотень мільйонів доларів, як це було у США та Канаді у 2003 році. Тому ключовим є забезпечення надійності електропостачання. Для функціонування ринків електроенергії необхідний механізм оперативного балансування попиту та пропозиції, що покладається на системного оператора.

Відповідно до Закону України «Про ринок електричної енергії» відбулося поетапне реформування ринку. З 1 січня 2019 року розпочав роботу роздрібний ринок шляхом відокремлення функцій розподілу та постачання електроенергії від колишніх обленерго. Незважаючи на лібералізацію, розподіл електроенергії залишається природною монополією та регулюється державою. Послуги зі збуту електроенергії для населення надають постачальники універсальних послуг, постачальники «останньої надії» та постачальники за вільними цінами.

На роздрібному ринку домінують постачальники універсальних послуг через їх традиційну роль регіональних постачальників (колишні облenerго) та збереження зв'язків з операторами систем розподілу. Регулятор НКРЕКП затверджує тарифи для постачальників універсальних послуг, які продають електроенергію виключно побутовим та невеликим непобутовим споживачам [251].

У лютому 2019 року відбувся процес відокремлення (анбандлінг) НЕК «Укренерго», що виконує функції передачі та диспетчеризації електроенергії магістральними мережами. Це було умовою для сертифікації національного оператора системи передачі та подальшої інтеграції ОЕС України з європейською мережею ENTSO-E. Проте спроби сертифікації Укренерго як незалежного оператора виявилися невдалими.

Лише 5 квітня 2021 року Верховна Рада ухвалила закон, що дозволяє сертифікувати НЕК «Укренерго» за моделлю ISO. Це передбачає передачу об'єктів державної власності компанії на праві господарського відання. Процес сертифікації ще триває, що гальмує інтеграцію з ENTSO-E.

1 липня 2019 року розпочав роботу новий модельний оптовий ринок електроенергії з впровадженням сегментів двосторонніх договорів, ринку на добу наперед, внутрішньодобового ринку, балансуючого ринку та ринку допоміжних послуг [259].

Загалом, інтеграція з ЄС відкриває широкі можливості для розвитку відновлюваної енергетики в Україні за умови належної якості регулювання цієї сфери. Після отримання Україною у червні 2022 року статусу кандидата на вступ до ЄС продовжився рух у бік євроінтеграції. Це обіцяє сприятливі перспективи для нових енергетичних проєктів.

Зокрема, європейська ініціатива «Fit for 55» націлена скоротити обсяги викидів парникових газів на 55% до 2030 року, в тому числі через активний розвиток відновлюваної енергетики. Ще одним інструментом є транскордонний механізм коригування вуглецю на кордонах, який передбачає додаткове оподаткування товарів з високим вуглецевим слідом, вироблених у країнах з великими обсягами викидів.

Щодо ціни на електроенергію, вона постійно коливається, але тенденція - до зростання на тлі подорожчання газу та нафти. Зокрема, за даними агентства Bloomberg, вартість електроенергії в Німеччині за довгостроковими угодами у 2023 році сягне 1000 євро за 1 МВт-год. Безсумнівно, такі умови є дуже сприятливими для будівництва нових електростанцій.

У цьому контексті варто вказати на кілька важливих моментів. По-перше, українські товари підпадатимуть під дію механізму коригування вуглецю на кордонах ЄС. До війни на урядовому рівні велися конкретні переговори про його умови стосовно вітчизняних виробників. Очевидно, українська промисловість буде змушена скорочувати викиди, щоб залишатися конкурентоспроможною на ринку ЄС [256].

Наразі фізичний доступ української електроенергії до ринку ЄС є обмеженим. З 30 липня 2022 року дозволений експортний обсяг становить лише 250 МВт. Водночас, за оцінками Міненерго, українська енергосистема може забезпечити до 1690 МВт потужності для експорту, а після додаткової модернізації пропускна спроможність для реалізації електроенергії за кордон може зрости до 4-5 ГВт.

Наразі пріоритетним завданням є розвиток власного ринку електроенергії та підготовка його до інтеграції з європейськими майданчиками. Повноцінна комерційна конвергенція українського та європейського ринків електроенергії залежатиме від якості впровадження регуляторних норм ЄС в Україні. Йдеться, насамперед, про ініціативу REMIT щодо запобігання зловживань та маніпуляцій на оптових енергоринках, скасування перехресного субсидування побутових споживачів (із запровадженням адресної, компенсаційної та грошової підтримки вразливих категорій), а також про зменшення ручного регулювання ринку та застосування європейських правил у сфері державної допомоги суб'єктам господарювання.

За таких умов очевидно, що виконання деяких з цих завдань під час війни може бути проблематичним з огляду на економічну доцільність та політичну можливість. Наприклад, скасування перехресного субсидування призведе до зростання цін на електроенергію для споживачів. Водночас, для подальшого поступу України необхідно ухвалити концептуальне рішення щодо цього та підготувати план конкретних дій з переведення ринку електроенергії на умови функціонування європейських ринків.

Лише після виконання цих завдань існує ймовірність повноцінної комерційної інтеграції ринків з ЄС та залучення нових інвестицій.

Інший важливий аспект – розробка ефективного регулювання для відновлюваної енергетики. Безсумнівно, в ЄС за умов конкурентного ринку з поточними цінами на електроенергію нові проєкти можуть розвиватися без або з мінімальним рівнем додаткового стимулювання. Однак в Україні для стрімкого розвитку «зеленої» енергетики досі потрібні стимули [231].

Останнім часом йшлося про запровадження системи гарантій походження електроенергії, а також про заміну «зеленого» тарифу на систему «feed-in» премій. Навіть були відповідні законодавчі ініціативи Міністерства енергетики та галузевих асоціацій.

Проте у цьому питанні є важливий нюанс. Відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, до кінця 2022 року система регулювання державної допомоги суб'єктам господарювання в Україні має повністю відповідати аналогічній системі в ЄС. При цьому Антимонопольний комітет України повинен враховувати законодавство та рішення Суду ЄС при застосуванні правил у сфері державної допомоги.

Оскільки в ЄС розвиток конкурентних ринків електроенергії є досить високим, то і регулювання допомоги суб'єктам господарювання - жорстке. Така підтримка не повинна бути надмірною, непропорційною та становити ризики для конкуренції на ринку. Всі ці чинники оцінюються для надання висновку про припустимість механізму підтримки. Останні рекомендації у цій сфері були затверджені Єврокомісією та набули чинності у 2022 році.

Як результат, Україна опинилася в особливому становищі. Наразі на національному ринку вже змушені застосовувати європейське регулювання, але ринок електроенергії не має належної якості регулювання та рівня конкуренції. У цьому контексті треба вказати, що статус кандидата на вступ до ЄС не є кінцевою метою України. Після набуття членства в ЄС та інтеграції ринків національне регулювання впливатиме на конкуренцію не лише на українському, але й на європейському ринку електроенергії. За таких умов українські регуляторні рішення, зокрема щодо будь-яких механізмів підтримки відновлюваної енергетики, атомної енергетики, гідроенергетики тощо, матимуть проходити затвердження Європейської Комісії та підлягатимуть

юрисдикції Суду ЄС, які ретельно перевірятимуть їх на відповідність європейським нормам та правилам.

Тому для розробки нового регулювання у сфері відновлюваних джерел енергії необхідна спільна робота Міненерго, НКРЕКП та АМКУ із залученням експертів у галузях енергетики, інвестицій та конкурентного права ЄС [237].

Безсумнівно, Україна має значний потенціал для реалізації енергетичних проєктів за умови належної інтеграції з ринками ЄС. Ціни на цих ринках та попит на «зелену» електроенергію відкривають чудові перспективи саме для проєктів відновлюваної енергетики. Для реалізації цих можливостей Україна має привести національне регулювання ринку у відповідність до європейських стандартів та завершити комерційну інтеграцію, яка вже розпочалася.

Також варто враховувати, що вихід на висококонкурентні ринки створює не лише широкі перспективи для українських проєктів відновлюваної енергетики, але і породжує виклики, пов'язані з роботою в умовах жорсткого регулювання ЄС. Адаптація до нових вимог вимагатиме узгодженої роботи учасників ринку, профільних асоціацій, Міненерго, НКРЕКП, АМКУ та Верховної Ради України для розробки й запровадження якісного регулювання відповідно до європейських стандартів. Інакше національні виробники можуть програти конкуренцію європейським проєктам.

Отже, процес інтеграції енергосистеми України з європейською мережею ENTSO-E є стратегічно важливим напрямом, який успішно просувається вже понад два десятиліття. Незважаючи на технічні та регуляторні виклики, синхронізація ОЕС України з Європою стала реальністю у 2022 році. Подальша інтеграція вимагає комплексних зусиль з реформування ринку електроенергії та його нормативно-правової бази відповідно до вимог ЄС. Ключовими є питання лібералізації ринку, його ціноутворення, захисту прав споживачів, державної допомоги суб'єктам господарювання.

Успішна гармонізація правил функціонування ринку електроенергії України з європейськими практиками сприятиме залученню інвестицій у модернізацію генерації та передачі електроенергії. Особливі можливості відкриває розвиток відновлюваної енергетики з огляду на зростаючий попит та високі ціни на «зелену» електроенергію в

ЄС. Разом з тим, вихід на лібералізований євроринок потребуватиме від українських виробників електроенергії дотримання жорстких конкурентних правил ЄС. Тому подальша інтеграція вимагає злагоджених зусиль уряду, регулятора, бізнесу та міжнародних партнерів. Успіх цього стратегічного завдання матиме визначальне значення для енергетичної та економічної безпеки України.

3.3. Моделювання інтеграції ринку ВДЕ до спільного ринку електроенергії ЄС

Модель системної динаміки (СД) є ідеальним підходом для моделювання інтеграції українського ринку електроенергії, зокрема сектору відновлюваної енергетики, до спільного ринку Європейського Союзу завдяки своїй здатності представляти складні системи та надавати уявлення про потенційні наслідки різних сценаріїв енергетичної політики. Основна перевага моделювання СД полягає в її здатності ілюструвати взаємозалежності та зворотні зв'язки між різними компонентами, зацікавленими сторонами та учасниками на енергетичному ринку.

Інтеграція сектору відновлюваної енергетики України до спільного ринку ЄС є складним процесом, в якому беруть участь багато учасників, включаючи політиків, виробників енергії, споживачів та регуляторні органи. Ринкові сили та нормативно-правова база, що регулюють функціонування енергетичного сектору, взаємопов'язані, і їхня взаємодія може призвести до непередбачуваних наслідків. Модель СД може врахувати ці взаємодії та допомогти особам, які приймають рішення, визначити потенційні пастки, зрозуміти поведінку системи та оцінити альтернативні варіанти політики.

У цьому контексті модель СД відображає ключові елементи енергетичного ринку, такі як пропозиція, попит, інвестиції у відновлювані технології та вплив регулювання. Імітуючи поведінку цих елементів у часі, модель може допомогти передбачити виклики та можливості, пов'язані з інтеграцією ринку відновлюваної енергетики України до спільного ринку ЄС [275].

Крім того, модель СД дозволяє проводити сценарний аналіз для дослідження впливу різних варіантів політики, ринкових умов та зовнішніх факторів. Це забезпечує

краще розуміння потенційних результатів і компромісів різних стратегій.

Виходячи з цього, модель СД особливо добре підходить для моделювання інтеграції ринку відновлюваної енергетики України до спільного ринку ЄС, оскільки вона дозволяє всебічно представити складну взаємодію між зацікавленими сторонами, регуляторною базою та ринковими силами. Цей підхід дає розуміння динаміки системи, підтримує оцінку варіантів політики та допомагає особам, які приймають рішення, визначити найбільш ефективні стратегії для успішної інтеграції.

Варто відзначити, що для досягнення поставленого завдання можливо використати декілька підходів, зокрема моделі часткової та загальної ринкової рівноваги. Кожен з цих підходів має свої переваги та вади (див.

Таблиця 3.1.)

Таблиця 3.1.

Порівняльний аналіз моделі СД та макроекономічного моделювання

Аспект	Системна динаміка (SD)	Макроекономічне моделювання (PE та GEM)
Складність	Здатний фіксувати складні взаємодії, петлі зворотного зв'язку та нелінійні взаємозв'язки між змінними.	Зазвичай передбачає лінійні взаємозв'язки і часто спрощує складні взаємодії для забезпечення керованості.
Поведінка системи	Надає уявлення про поведінку та динаміку основної системи, включаючи затримки та ефекти зворотного зв'язку.	Зосереджується на результатах рівноваги, з меншим акцентом на розумінні поведінки та динаміки системи, що лежить в основі.
Аналіз сценаріїв	Дозволяє проводити широкий аналіз сценаріїв, що дає змогу дослідити різні варіанти політики та зовнішні фактори.	Сценарний аналіз можливий, але може бути обмеженим за обсягом через припущення щодо рівноваги та спрощення моделі.
Фокус на зацікавлених сторонах	Може включати декілька зацікавлених сторін та їх взаємодію в рамках моделі, що відображає реальну динаміку.	Зазвичай фокусується на репрезентативному агенті або секторі, з меншим акцентом на індивідуальній взаємодії зацікавлених сторін.
Гнучкість	Висока гнучкість структури моделі, що дозволяє включати нові змінні або взаємозв'язки за потреби.	Менш гнучка з точки зору структури моделі, оскільки базується на певному наборі припущень та математичних співвідношень.
Аналіз політики	Забезпечує цілісне розуміння впливу політики, беручи до уваги складність та поведінку системи.	Зосереджується на впливі політики в конкретному секторі або на конкретній економічній змінній, потенційно ігноруючи ширші наслідки.
Калібрування та валідація	Може бути більш складним для калібрування та валідації через	Може бути легше калібрувати та перевіряти завдяки більш сфокусованій

	складність моделі та потребу у великій кількості даних.	сфері застосування та спрощеним припущенням.
Прозорість та зрозумілість	Неспеціалістам може бути важко зрозуміти через складність структури моделі та взаємозв'язків.	Може бути більш доступним для неспеціалістів завдяки спрощеній структурі та зосередженню на конкретних економічних відносинах.

Джерело: складено автором на основі [36]

Однією з основних переваг моделювання СЛ є її здатність відображати складні взаємодії, петлі зворотного зв'язку та нелінійні зв'язки між змінними, забезпечуючи більш повне уявлення про динаміку енергетичного ринку. На противагу цьому, макроекономічні моделі часто припускають лінійні взаємозв'язки і спрощують складні взаємодії для зручності, що може неадекватно відображати реальну динаміку енергетичного ринку.

Моделі СД добре аналізують поведінку та динаміку системи, враховуючи затримки та ефекти зворотного зв'язку, які можуть впливати на реакцію системи на зміни в політиці або зовнішні фактори. Макроекономічні моделі, з іншого боку, зазвичай зосереджуються на результатах рівноваги, з меншим акцентом на розумінні поведінки та динаміки системи, що лежить в основі.

Сценарний аналіз – це ще одна сфера, де моделі системної динаміки перевершують макроекономічні моделі, оскільки вони дозволяють детально дослідити різні варіанти політики та зовнішні фактори. Хоча аналіз сценаріїв можливий і в макроекономічних моделях, він може бути обмеженим за обсягом через припущення щодо рівноваги та спрощення моделей [275].

Незважаючи на переваги, моделі СДР можуть бути більш складними для калібрування та перевірки через їхню складність та потребу в значному обсязі даних. Макроекономічні моделі, з їх більш сфокусованим охопленням та спрощеними припущеннями, можуть бути легшими для калібрування та перевірки.

У нашому дослідженні розробка та використання моделі СД для інтеграції ринку електроенергії України до спільного ринку ЄС пройшли ряд кроків:

Визначення сфери застосування та цілей є важливим кроком у розробці моделі системної динаміки для аналізу інтеграції сектору відновлюваної енергетики України до спільного ринку ЄС. Чіткий обсяг та чітко визначені цілі мають важливе значення для визначення структури моделі, забезпечення її відповідності проблемі та полегшення

комунікації із зацікавленими сторонами та особами, які приймають рішення.

Сфера застосування моделі має бути зосереджена на секторі відновлюваної енергетики в Україні, включаючи ключові технології, такі як сонячна, вітрова, гідроенергетика та енергія біомаси. Крім того, модель повинна враховувати відповідні ринкові сили, такі як попит, пропозиція, ціни та інвестиції, а також відображати взаємодію між зацікавленими сторонами, включаючи політиків, виробників енергії, споживачів та регуляторні органи. Модель також повинна враховувати вплив нормативно-правової бази ЄС, зокрема Директиви про відновлювану енергетику, та вплив регіональної інтеграції енергетичних ринків на сектор відновлюваної енергетики України.

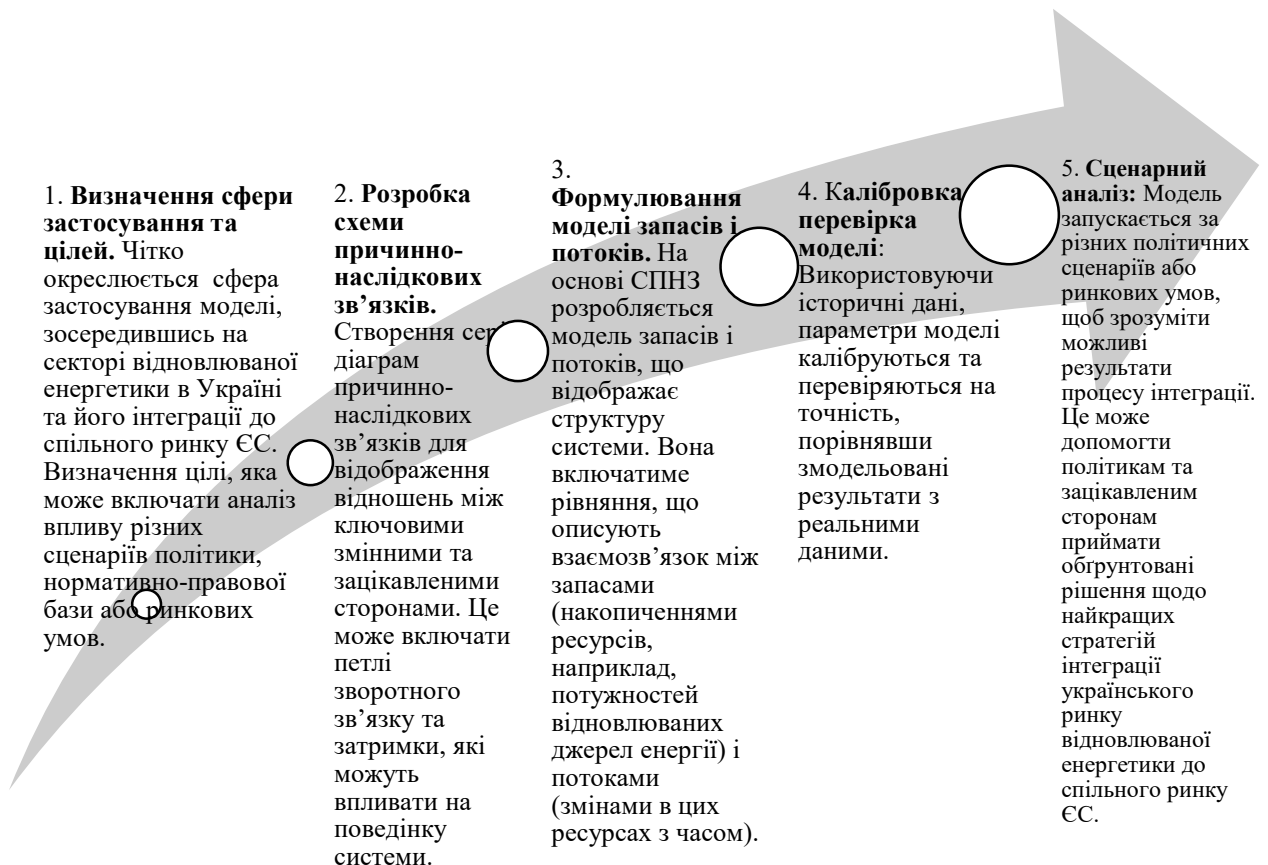


Рис. 3.3. Етапи побудови моделі системної динаміки інтеграції сектору ВДЕ України до спільного ринку ЄС

Джерело: побудовано автором

Цілі моделі можуть включати

- Аналіз впливу різних сценаріїв політики: Модель повинна дозволяти проводити сценарний аналіз для оцінки потенційного впливу різних варіантів політики на процес інтеграції. Це може включати, серед іншого, зміни в схемах субсидій,

ціноутворенні на викиди вуглецю або цільових показниках відновлюваної енергетики.

- Оцінка впливу нормативно-правової бази: Модель має допомогти оцінити наслідки приведення нормативно-правової бази України у відповідність до політики та директив ЄС. Це включає потенційний вплив на інвестиції, впровадження технологій та ринкову конкуренцію.

- Оцінка ролі ринкових умов: Модель повинна відображати вплив ринкових умов, таких як ціни на енергоносії, коливання попиту та вартість технологій, на процес інтеграції. Це допоможе особам, які приймають рішення, зрозуміти, як зовнішні фактори можуть вплинути на роботу ринку відновлюваної енергетики в Україні та ЄС.

- Визначення потенційних викликів та можливостей: Модель має забезпечити розуміння потенційних викликів та можливостей, пов'язаних з інтеграцією ринку відновлюваної енергетики України до спільного ринку ЄС. Це може стати основою для розробки стратегій, спрямованих на вирішення цих проблем і забезпечення успішної інтеграції.

Визначивши сферу та цілі дослідження, можна гарантувати, що модель системної динаміки надасть цінну інформацію про складний процес інтеграції сектору відновлюваної енергетики України до спільного ринку ЄС та допоможе особам, які приймають рішення, у розробці ефективних стратегій для досягнення цієї мети.

На початковому етапі побудови моделі СД нами було розглянуто такі ключові змінні, які впливають на ринок відновлюваної енергетики. Ці змінні, на нашу думку, відіграють вирішальну роль в інтеграції ринку відновлюваної енергетики України до спільного ринку ЄС.

Таблиця 3.2.

Ключові змінні моделі СД

№	Змінна	Пояснення
1.	Ціни на енергію	Ціни на електроенергію, вироблену з відновлюваних і невідновлюваних джерел, впливають на конкурентоспроможність відновлюваної енергетики на ринку і впливають на впровадження відновлюваних технологій.
	Попит	Попит на електроенергію, зумовлений такими факторами, як зростання населення, економічний розвиток та заходи з енергоефективності, впливає на потребу в потужностях відновлюваної енергетики.
	Пропозиція	Наявність відновлюваних джерел енергії (таких як сонячна, вітрова, гідроенергія та біомаса) та їх виробничі потужності впливають на динаміку ринку та потенціал для інтеграції відновлюваної енергетики.

	Інвестиції	Фінансові інвестиції в технології відновлюваної енергетики, інфраструктуру та дослідження і розробки відіграють вирішальну роль у розвитку сектору відновлюваної енергетики.
	Регуляторна політика	Державна політика, така як субсидії, «зелені» тарифи, цільові показники розвитку відновлюваної енергетики та ціноутворення на викиди вуглецю, може суттєво впливати на зростання та конкурентоспроможність ринку відновлюваної енергетики.
	Витрати на технології	Вартість технологій відновлюваної енергетики, таких як сонячні панелі, вітрогенератори та системи зберігання енергії, впливає на їх впровадження та проникнення на ринок.
	Інфраструктура мережі	Пропускна здатність, надійність та взаємозв'язок електромережі впливають на інтеграцію відновлюваних джерел енергії та їхню здатність задовольняти попит.
	Доступ до ринку	Легкість виходу на ринок для виробників відновлюваної енергії та рівень конкуренції на ринку можуть впливати на зростання сектору відновлюваної енергетики.

Джерело: побудовано автором

У моделі СД є два основних типи змінних: запаси і потоки. Запаси – це накопичені або збережені кількості чогось протягом певного часу. Прикладами запасів в енергетичній системі можуть бути кількість встановлених потужностей відновлюваних джерел енергії, кількість енергії, що зберігається в акумуляторі, або кількість транспортних засобів в автопарку [164].

Потоки відображають темпи змін у системі з плином часу. Прикладами потоків в енергетичній системі можуть бути темпи виробництва енергії сонячною батареєю, темпи споживання енергії будівлею або темпи інвестицій у відновлювану енергетику.

Існує також два додаткових типи змінних, які використовуються для опису поведінки запасів і потоків:

Рівні: Рівні представляють поточне значення змінної запасу в будь-який момент часу. Вони розраховуються шляхом інтегрування надходжень і відтоків запасу в часі.

Темпи: представляють поточне значення змінної потоку в будь-який момент часу. Вони обчислюються шляхом ділення зміни у змінній запасу на часовий інтервал, протягом якого відбувається зміна.

Ці типи змінних можуть взаємодіяти один з одним різними способами, що призводить до складної поведінки, характерної для моделей системної динаміки. Імітуючи поведінку цих змінних у часі, моделі системної динаміки можуть допомогти визначити довгострокові наслідки рішень, стратегій, політик і дати уявлення про

динаміку системи.

Для розробки моделі системної динаміки для аналізу інтеграції ринку відновлюваної енергетики України до спільного ринку ЄС необхідний мінімальний набір запасів, що відображає основну динаміку системи. Ми пропонуємо наступні запаси та відповідні їм потоки.

Встановлена потужність відновлюваної енергетики: Відображає загальну потужність виробництва енергії з відновлюваних джерел (сонце, вітер, гідроенергія, біомаса) в Україні.

- **Вхідні потоки:** Додавання потужностей, зумовлене інвестиціями у проекти з відновлюваної енергетики.
- **Відтік:** Виведення з експлуатації або ліквідація старих установок відновлюваної енергетики.

Інвестиції у відновлювану енергетику: Відображають фінансові ресурси, виділені на проекти та технології відновлюваної енергетики в Україні.

- **Вхідні потоки:** Державні та приватні інвестиції у відновлювану енергетику, на які впливають такі фактори, як регуляторна політика, ринкові умови та вартість технологій.
- **Відтік:** Відсутній, оскільки цей запас акумулює всі інвестиції, здійснені протягом певного часу.

Попит на відновлювану енергію: Відображає загальний попит на електроенергію, який задовольняється за рахунок відновлюваних джерел енергії в Україні.

- **Вхідні потоки:** Збільшення попиту на відновлювану енергію, зумовлене такими факторами, як економічне зростання, зростання населення та заходи з енергоефективності.
- **Відтік:** Зменшення попиту на відновлювану енергію, що може статися через такі фактори, як зміни у споживчих уподобаннях або досягнення в галузі енергоефективності.

Узгодження нормативно-правової бази: Відображає прогрес у приведенні нормативно-правової бази України у відповідність до політики та директив ЄС у сфері

відновлюваної енергетики.

- Вхідні потоки: Прийняття або адаптація політик і директив ЄС до нормативно-правової бази України.
- Відтік: Відсутній, оскільки цей запас акумулює прогрес, досягнутий на шляху до гармонізації з плином часу.

Вибір цих змінних як запасів ґрунтується на їх здатності відображати основну динаміку ринку відновлюваної енергетики та процесу інтеграції зі спільним ринком ЄС. Встановлена потужність відновлюваної енергетики та попит на відновлювану енергію відображають динаміку попиту та пропозиції, тоді як інвестиції у відновлювану енергетику відображають фінансові ресурси, необхідні для розвитку сектору відновлюваної енергетики. Узгодження нормативно-правової бази має вирішальне значення для аналізу наслідків гармонізації політики між Україною та ЄС, що є ключовим аспектом ринкової інтеграції. Зосереджуючись на цих запасах і відповідних потоках, модель системної динаміки може надати цінну інформацію про процес інтеграції українського ринку відновлюваної енергетики до спільного ринку ЄС [275].

Тепер пояснимо вибір необхідних змінних для кожного запасу. Для «Встановлені потужності відновлюваної енергетики» (*IREC*) для точного моделювання надходжень та відтоків необхідні наступні допоміжні дані, константи та пошукові запити.

Допоміжні дані:

- Щорічні інвестиції у відновлювану енергетику: Відображає щорічні інвестиції у проекти з відновлюваної енергетики, які безпосередньо впливають на додавання потужностей. (Одиниця виміру: млн. дол. США/рік)
- Приріст потужності на одиницю інвестицій: Відображає кількість потужностей відновлюваної енергетики, що додається на одиницю інвестицій. Цей показник може відрізнятися для різних технологій відновлюваної енергетики (сонячна, вітрова, гідроенергетика, біомаса). (Одиниця виміру: МВт/мільйон доларів США)
- Середній термін служби установок відновлюваної енергетики: Відображає середній термін служби установок відновлюваної енергетики. Він може відрізнятися для кожної технології відновлюваної енергетики. (Одиниця виміру: роки)
- Щорічний темп виведення з експлуатації: Відображає річний темп виведення

з експлуатації або ліквідації об'єктів відновлюваної енергетики. Він розраховується з використанням середнього терміну служби установок відновлюваної енергетики. (Одиниця виміру: частки/рік)

Константи:

Частки інвестицій у конкретну технологію: Відображає частку інвестицій, виділених на кожен технологію відновлюваної енергетики (сонячна, вітрова, гідро, біомаса). Ці частки визначають розподіл інвестицій та приросту потужностей між різними технологіями. (Одиниця виміру: частка)

Співвідношення (Lookup):

Приріст потужності за певною технологією на одиницю інвестицій: Пошукова таблиця, що відображає взаємозв'язок між приростом потужності та інвестиціями для кожної технології відновлюваної енергетики. Ця таблиця дозволяє моделі враховувати відмінності в ефективності приросту потужності між різними технологіями. (Одиниця виміру: МВт/мільйон доларів США).

Для показника «Встановлена потужність відновлюваних джерел енергії» одиницею виміру є мегавати (МВт), що представляють загальну потужність генерації відновлюваної енергії в Україні.

Для запасу «Інвестиції у відновлювану енергетику» для точного моделювання притоку необхідні наступні допоміжні дані та константи:

Допоміжні дані:

- Державні субсидії на відновлювану енергетику: Відображає фінансову підтримку, що надається урядом проектам та технологіям у сфері відновлюваної енергетики. (Одиниця виміру: млн. дол. США/рік)
- Приватні інвестиції у відновлювану енергетику: Відображає фінансові ресурси, виділені приватними інвесторами, включаючи корпорації та фізичних осіб, на проекти та технології у сфері відновлюваної енергетики. (Одиниця виміру: млн. доларів США/рік)
- Вплив регуляторної політики: Відображає вплив регуляторної політики, такої як «зелені» тарифи, цільові показники розвитку відновлюваної енергетики та ціни на викиди вуглецю, на інвестиції у відновлювану енергетику. Цей допоміжний показник

може бути змодельований як індекс або мультиплікатор, який впливає як на державні субсидії, так і на приватні інвестиції. (Одиниця виміру: безрозмірний)

- Вплив ринкових умов: Відображає вплив ринкових умов, таких як ціни на енергоносії та економічні фактори, на інвестиції у відновлювану енергетику. Подібно до впливу регуляторної політики, цей допоміжний показник може бути змодельований як індекс або мультиплікатор, який впливає як на державні субсидії, так і на приватні інвестиції. (Одиниця виміру: безрозмірна)

Константи:

Інвестиційна привабливість для конкретної технології: Відображає відносну привабливість інвестування в різні технології відновлюваної енергетики (сонячна, вітрова, гідро, біомаса) на основі таких факторів, як наявність ресурсів, вартість технології та ринковий потенціал. Ця константа може бути використана для розподілу інвестицій між різними технологіями. (Одиниця виміру: безрозмірна)

Для «Інвестиції у відновлювану енергетику» одиницею виміру є мільйон доларів США, що представляє фінансові ресурси, виділені на проекти та технології відновлюваної енергетики в Україні.

Для запасу «Попит на відновлювану енергію» для точного моделювання надходжень та відтоків необхідні наступні допоміжні дані та константи:

Допоміжні дані:

- Економічне зростання: Відображає зростання економіки, яке може впливати на загальний попит на електроенергію і, відповідно, на попит на відновлювану енергію. (Одиниця виміру: відсотки)

- Зростання населення: Відображає зростання чисельності населення, що може впливати на загальний попит на електроенергію і, відповідно, на попит на відновлювану енергію. (Одиниця виміру: відсотки)

- Заходи з енергоефективності: Відображає вплив підвищення енергоефективності на загальний попит на електроенергію, що призводить до зміни попиту на відновлювану енергію. (Одиниця виміру: відсотки)

- Частка відновлюваної енергії: Відображає частку загального попиту на електроенергію, яка задовольняється за рахунок відновлюваних джерел енергії. На цю

частку впливають такі фактори, як енергетична політика, ринкові умови та технологічний прогрес. (Одиниця виміру: частка)

- Споживчі вподобання: Відображає вплив вибору споживачів на попит на відновлювану енергію, наприклад, вибір зелених тарифів на електроенергію або інвестиції в децентралізовані системи відновлюваної енергетики. (Одиниця виміру: безрозмірний)

Константи:

Цілі розвитку відновлюваної енергетики: Відображає цілі уряду щодо частки відновлюваної енергії в загальному обсязі виробництва електроенергії. Ця константа може бути використана для оцінки прогресу в досягненні цих цілей та потенційного впливу на попит на відновлювану енергію. (Одиниця виміру: частка)

Для запасу «Попит на відновлювану енергію» одиницею виміру є мегават-години (МВт-год), що представляє загальний попит на електроенергію, який задовольняється за рахунок відновлюваних джерел енергії в Україні.

Для запасу «Узгодження нормативно-правової бази» для точного моделювання притоку необхідні наступні допоміжні дані та константи:

Допоміжні дані:

Коефіцієнт прийняття політики ЄС: Відображає швидкість, з якою Україна приймає або адаптує політику та директиви ЄС, пов'язані з відновлюваною енергетикою, до своєї нормативно-правової бази. На цей показник можуть впливати такі фактори, як політична воля, правові обмеження та інституційна спроможність. (Одиниця виміру: політики/рік)

Кількість політик та директив ЄС: Відображає загальну кількість відповідних політик і директив ЄС, пов'язаних з відновлюваною енергетикою, які необхідно прийняти або адаптувати Україні. (Одиниця виміру: політики)

Коефіцієнт прогресу: Відображає частку політик і директив ЄС, які були прийняті або адаптовані Україною, по відношенню до загальної кількості політик і директив. Цей показник може бути використаний для моніторингу прогресу в узгодженні нормативно-правової бази. (Одиниця виміру: частка)

Постійні показники:

Кінцевий термін узгодження: Відображає кінцевий термін, встановлений урядом або в рамках угоди з ЄС для досягнення повного узгодження нормативно-правової бази, пов'язаної з відновлюваною енергетикою. Ця константа може бути використана для оцінки прогресу в досягненні цільового показника гармонізації. (Одиниця виміру: рік)

Для запасу «Узгодження нормативно-правової бази» одиницею виміру є «Політика», що представляє кількість політик та директив ЄС, пов'язаних з відновлюваною енергетикою, які були прийняті або адаптовані Україною.

Перед аналізом схеми моделі, додатково звертаємо увагу на за допомогою моделі СД ми можемо отримати уявлення про взаємодію та зворотні зв'язки на ринку відновлюваної енергетики в Україні та його інтеграцію до спільного ринку ЄС. Модель забезпечить розуміння того, як різні фактори, такі як інвестиції, політика та ринкові умови, впливають на зростання сектору відновлюваної енергетики та його узгодження з нормами ЄС. Ключові змінні для моделювання та інтерпретації включають встановлену потужність відновлюваної енергетики, інвестиції у відновлювану енергетику, попит на відновлювану енергію, узгодженість нормативно-правової бази. Ці змінні відображають основні аспекти ринку відновлюваної енергетики, такі як пропозиція, попит, інвестиції та узгодження нормативно-правової бази, що робить їх важливими для моделювання та інтерпретації.

У Додатку Б наведено рівняння для основних змінних та пов'язаних з ними допоміжних змінних у нашій моделі. Вони відображають динаміку змінних, фіксуючи надходження та вибуття кожного запасу. Ці рівняння можуть бути використані для моделювання поведінки змінних за різних сценаріїв та аналізу взаємодії на ринку відновлюваної енергетики в Україні та його інтеграції до спільного ринку ЄС.

Наша модель може бути використана для аналізу динаміки ринку відновлюваної енергетики в Україні та його інтеграції до спільного ринку ЄС за різними сценаріями.

Нами розглядається три сценарії для моделювання:

– **Сценарій агресивної політичної підтримки:** Цей сценарій моделює вплив потужної політичної підтримки з боку українського уряду та ЄС, включаючи значні фінансові стимули, амбітні цілі у сфері відновлюваної енергетики та прискорене узгодження нормативно-правової бази. Цей сценарій обрано для вивчення потенційних

результатів проактивного підходу до інтеграції відновлюваної енергетики та його впливу на інвестиції, зростання потужностей та попит.

– **Ринковий сценарій:** Цей сценарій моделює вплив ринкових сил на сектор відновлюваної енергетики з мінімальним втручанням з боку держави. Такі фактори, як зниження вартості технологій, ціни на енергоносії та вподобання споживачів, стимулюють зростання відновлюваної енергетики в цьому сценарії. Цей сценарій обрано для аналізу можливого розвитку сектору відновлюваної енергетики за ринкових умов та його наслідків для регуляторного наближення до ЄС.

– **Сценарій повільного наближення:** Цей сценарій моделює ситуацію, коли прийняття політик і директив ЄС відбувається повільно через політичні, правові або інституційні обмеження. Повільне узгодження може призвести до затримки інвестицій, обмеженого зростання потужностей відновлюваної енергетики та повільнішого зростання попиту на відновлювану енергію. Цей сценарій обрано для оцінки ризиків і наслідків затримки з узгодженням законодавства на ринку відновлюваної енергетики та процесу інтеграції.

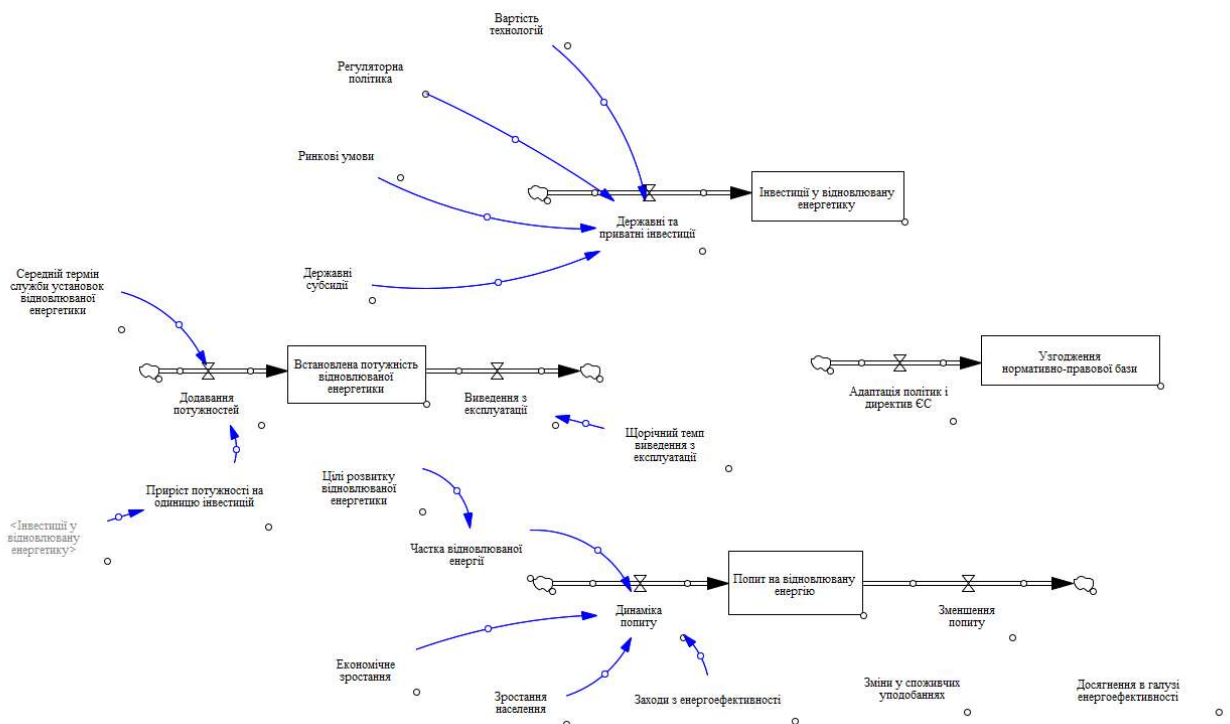


Рис. 3.4. Діграма накопичень та потоків для моделювання

Джерело: побудовано автором у VENSIM

Ці сценарії були обрані тому, що вони представляють ряд потенційних варіантів розвитку подій у секторі відновлюваної енергетики, від потужної політичної підтримки до ринкового зростання та повільного узгодження нормативно-правової бази. Моделюючи та аналізуючи ці сценарії, модель СД може надати цінну інформацію про динаміку ринку відновлюваної енергетики України та його інтеграцію до спільного ринку ЄС за різних умов [275].

Дані для моделі системної динаміки були зібрані з різних джерел, щоб забезпечити всебічне і точне представлення ринку відновлюваної енергетики в Україні та його інтеграцію до спільного ринку ЄС. Основні джерела даних включають:

- Офіційні урядові публікації: Дані про політику, цілі, субсидії та нормативно-правову базу у сфері відновлюваної енергетики були отримані з офіційних урядових публікацій та веб-сайтів, таких як Міністерство енергетики та захисту довкілля України та Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.

- Міжнародні організації: Дані про ринкові умови, ціни на енергоносії, економічне зростання, зростання населення та заходи з енергоефективності були отримані від міжнародних організацій, таких як Європейський Союз, Міжнародне енергетичне агентство (МЕА), Світовий банк та Міжнародний валютний фонд (МВФ).

- Дослідницькі установи та аналітичні центри: Дослідження та звіти науково-дослідних установ та аналітичних центрів, таких як Група енергетичної політики, Інститут економічних досліджень та політичних консультацій та Центр Разумкова, надали цінну інформацію про динаміку ринку відновлюваної енергетики, інвестиційні тенденції та прогрес у гармонізації нормативно-правової бази.

- Дані галузевих асоціацій та приватного сектору: Дані щодо потужностей відновлюваної енергетики, інвестицій та технологічних факторів були отримані від галузевих асоціацій, таких як Українська вітроенергетична асоціація та Біоенергетична асоціація України, а також від організацій приватного сектору, що займаються проектами та технологіями у сфері відновлюваної енергетики.

- Наукова література та тематичні дослідження: Для формування припущень моделі, калібрування параметрів та перевірки результатів було використано рецензовану наукову літературу та тематичні дослідження щодо динаміки ринку

відновлюваної енергетики, впливу політики та досвіду інтеграції з інших країн.

Використовуючи дані з цих джерел, модель системної динаміки може забезпечити надійний і достовірний аналіз ринку відновлюваної енергетики в Україні та його інтеграції до спільного ринку ЄС за різних сценаріїв. Використання декількох джерел даних також дозволяє виявити прогалини в даних та потенційні сфери для майбутніх досліджень.

На основі зібраних даних були визначені початкові оцінки параметрів моделі, таких як темпи інвестицій, прирости потужностей на одиницю інвестицій, середні терміни експлуатації установок та темпи прийняття політик. Ці початкові оцінки були отримані на основі історичних тенденцій, експертних висновків або відповідної літератури.

Початкові оцінки параметрів були введені в модель, а результати моделі були порівняні з історичними даними та реальними спостереженнями. Якщо результати моделі значно відхилялися від спостережуваних даних, параметри ітеративно коригувалися до тих пір, поки результати моделі не ставали близькими до історичних даних. Цей процес включав використання методів оптимізації, аналізу чутливості та експертних оцінок для точного налаштування параметрів.

Після того, як модель була відкалібрована, вона була перевірена шляхом порівняння її результатів з додатковими наборами даних або тематичними дослідженнями, які не використовувалися під час процесу калібрування. Цей крок гарантував, що відкалібрована модель може точно відтворювати поведінку ринку відновлюваної енергетики в Україні та його інтеграцію до спільного ринку ЄС за різних сценаріїв [275].

На підставі отриманих даних щодо встановленої потужності відновлюваних джерел енергії можна проаналізувати результати та порівняти три сценарії: активної політики стимулювання, ринкової підтримки та повільного вирівнювання. Ці дані демонструють загальну потужність об'єктів «зеленої» енергетики (у ГВт), яка може бути досягнута за кожним зі сценаріїв з 2021 по 2030 рік.

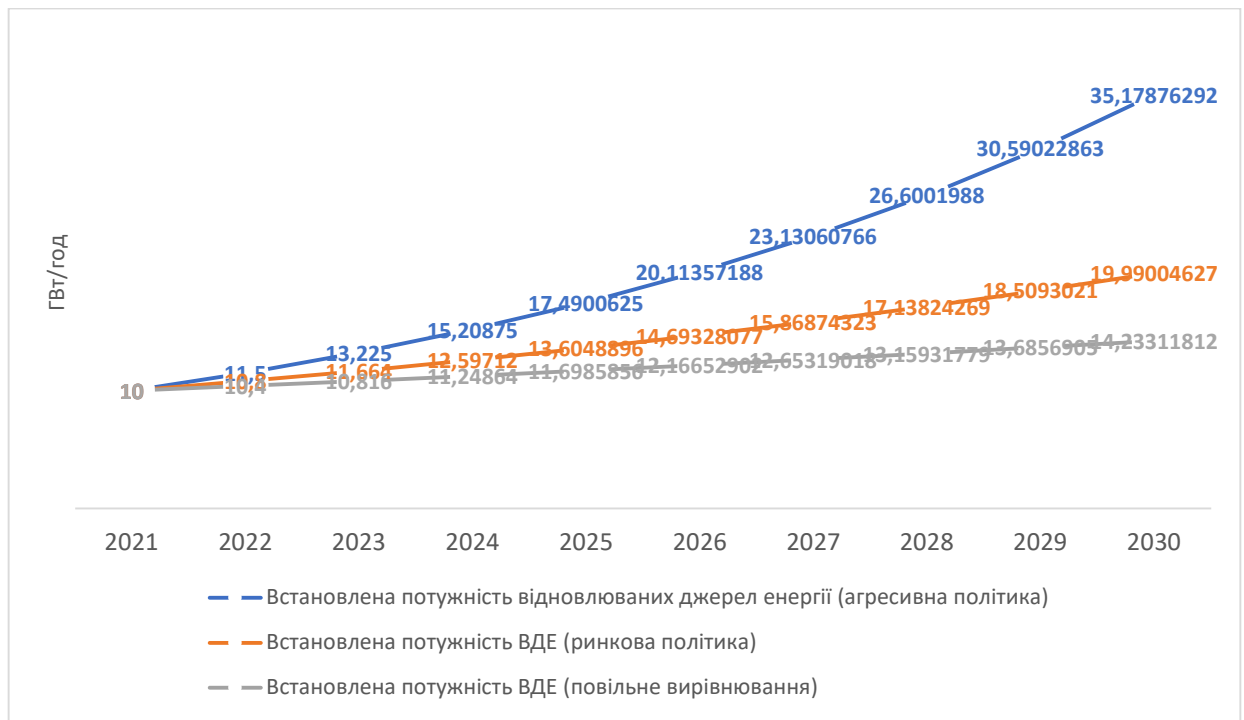


Рис. 3.5. Сценарії для встановленої потужності ВДЕ

Джерело: побудовано автором

Агресивна політика підтримки передбачає значне державне стимулювання розвитку відновлюваних джерел енергії шляхом запровадження високих «зелених» тарифів, податкових пільг та інших преференцій. Сценарій ринкової підтримки ґрунтується на частковому стимулюванні «зеленої» енергетики через запровадження поміркованих «зелених» тарифів, аукціонів та податкових стимулів. Повільне вирівнювання передбачає мінімальне додаткове стимулювання відновлюваних джерел енергії з поступовим переходом до ринкових механізмів підтримки. Порівняння цих сценаріїв дозволить оцінити ефективність різних підходів до стимулювання «зеленої» енергетики та обрати оптимальний шлях її розвитку

Сценарій активного стимулювання:

За цим сценарієм встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики суттєво зростає протягом періоду, збільшуючись з 10 ГВт у 2021 році до 35,18 ГВт у 2030 році. Це означає приріст на 251,79% за десятиріччя. Таке збільшення зумовлене потужною політичною підтримкою та стимулами, що спричиняє стрімке розширення використання «зелених» джерел енергії в Україні.

Ринковий сценарій:

За ринковим сценарієм встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики зростає помірними темпами, збільшуючись з 10 ГВт у 2021 році до 19,99 ГВт у 2030 році. Це становить 99,9% приросту за десятиріччя. У цьому сценарії ринкові сили та вподобання споживачів відіграють визначальну роль у збільшенні потужностей «зеленої» енергетики.

Сценарій поступового зростання:

За сценарієм поступового зростання встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики збільшується найповільніше - з 10 ГВт у 2021 році до 14,23 ГВт у 2030 році. Це лише 42,31% приросту за десятиліття. Таке повільніше збільшення є результатом обмеженої політичної підтримки та уповільненого прогресу у гармонізації нормативно-правової бази України з європейськими нормами щодо відновлюваної енергетики.

Порівнюючи три сценарії розвитку відновлюваних джерел енергії, можна помітити суттєві відмінності у динаміці зростання встановлених потужностей. За сценарієм активного стимулювання спостерігається найбільш значне збільшення встановленої потужності об'єктів «зеленої» енергетики - на 251,79% протягом 2021-2030 років. Це свідчить, що потужна політична підтримка у вигляді високих «зелених» тарифів, податкових пільг та інших стимулів може радикально прискорити розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні. За ринковим сценарієм зростання відбувається помірнішими темпами - на 99,9% за десятиліття. Тобто ринкові механізми самі по собі забезпечують позитивну, але не надто стрімку динаміку. Це підкреслює важливість додаткових стимулів. Найповільніше збільшення потужності (на 42,31%) відбувається за сценарієм поступового зростання. Стримуючими факторами тут є обмежена політична підтримка та уповільнення реформ у сфері «зеленої» енергетики. Отже, порівняння сценаріїв засвідчує, що саме активна та цілеспрямована політика державної підтримки дозволить реалізувати потенціал відновлюваної енергетики в Україні найбільш повно. Водночас ринкові механізми та реформи також відіграють важливу роль у прискоренні «зеленого» переходу. Результати моделювання для інвестицій у ВДЕ подано на Рис. 3.6.

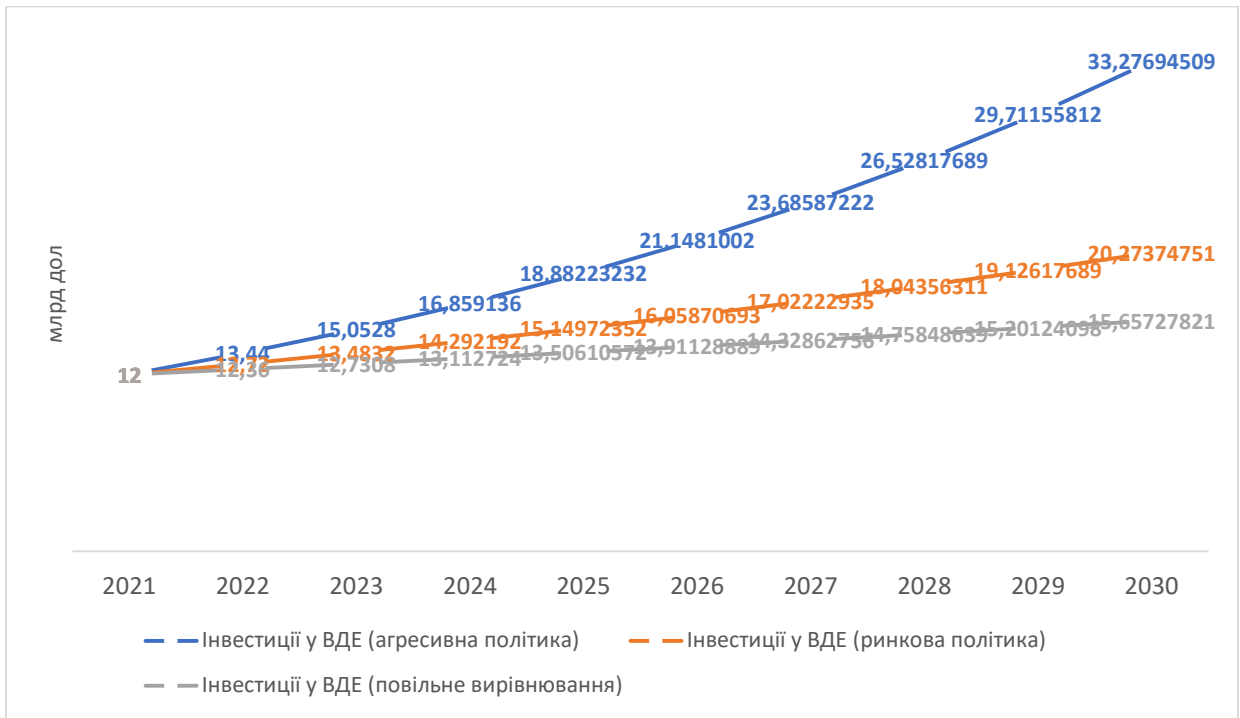


Рис. 3.6. Сценарії для інвестицій у ВДЕ

Джерело: побудовано автором

У випадку агресивного сценарію підтримки політики інвестиції у відновлювану енергетику зростають швидкими темпами, збільшуючись з 12 мільярдів у 2021 році до 33,28 мільярдів у 2030 році. Це становить 177,31% зростання за десятирічний період. Значне зростання інвестицій можна пояснити агресивною політичною підтримкою та стимулами, які заохочують державний та приватний сектори вкладати значні кошти у проекти з відновлюваної енергетики.

За ринковим сценарієм обсяг інвестицій у «зелену» енергетику зростає помірними темпами - на 68,95% протягом 2021-2030 років. Це свідчить, що самі ринкові механізми без додаткової підтримки забезпечують позитивну, але не надто стрімку динаміку інвестування у відновлювані джерела енергії.

За сценарієм поступового зростання приріст інвестицій є найнижчим - 30,47% за десятиліття. Гальмівними факторами тут є обмежена політична воля та уповільнення реформ, необхідних для гармонізації українського законодавства з європейськими нормами щодо «зеленої» енергетики.

Натомість сценарій активного стимулювання передбачає найвищі темпи зростання інвестицій - на 234,17% за десятиліття. Тобто саме цілеспрямована політика державної підтримки у вигляді пільгового кредитування, податкових стимулів та

високих «зелених» тарифів може забезпечити радикальне збільшення інвестицій у проекти відновлюваної енергетики.

Порівняння засвідчує прямий зв'язок між рівнем державної підтримки «зеленої» енергетики та обсягами інвестування у цю сферу. Для максимальної реалізації наявного потенціалу України необхідно запровадити комплексну систему стимулів, що забезпечить приплив інвестицій у масштабах, необхідних для прискорення «зеленого» переходу.

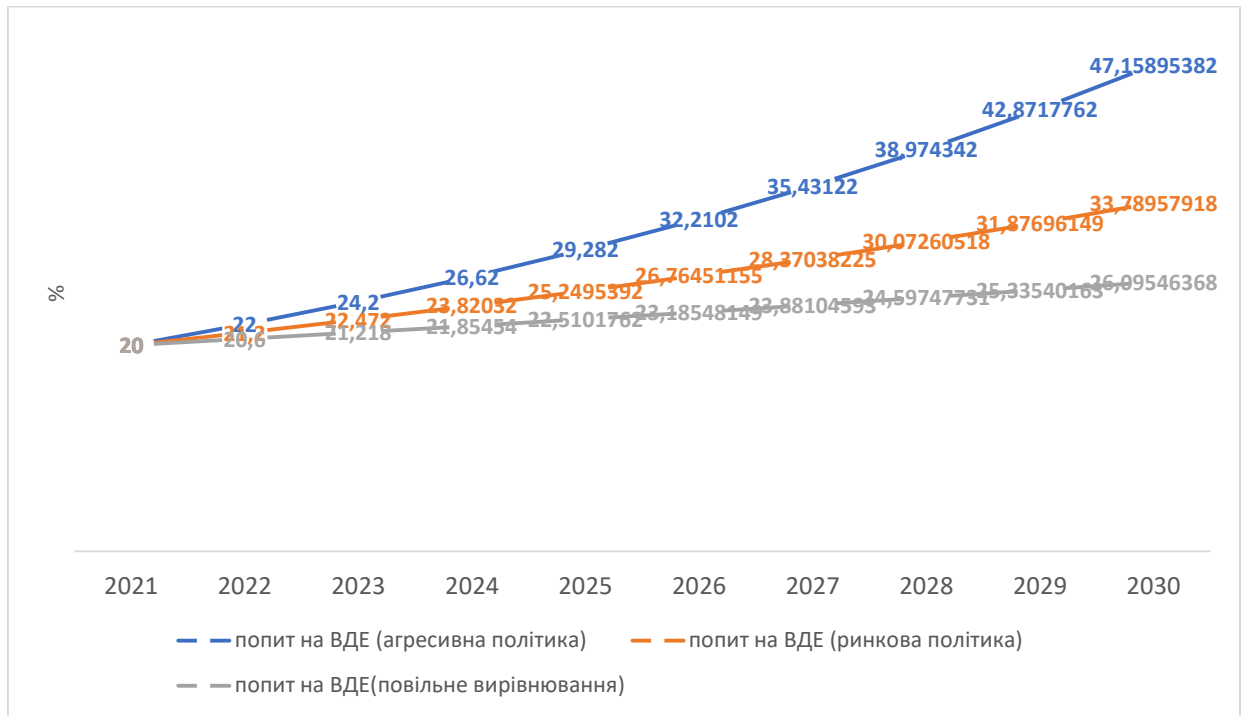


Рис. 3.7. Сценарії для попиту на ВДЕ

Джерело: побудовано автором

На основі даних Рис. 3.7 ми можемо проаналізувати результати та порівняти три сценарії/ Дані представляють попит на відновлювану енергію (у %) для кожного сценарію з 2021 по 2030 рік.

У сценарії активного стимулювання попит на відновлювану енергію швидко зростає - на 135,79% протягом 2021-2030 років. Таке стрімке збільшення можна пояснити потужною політичною підтримкою у вигляді субсидій та інших заохочень для споживачів. Це сприяє масовому переходу на використання «зеленої» енергії та впровадженню заходів з енергоефективності.

За ринковим сценарієм зростання попиту є помірнішим - на 68,95% за

десятиліття. Тут визначальну роль відіграють ринкові сили та уподобання споживачів. На мою думку, для радикального зростання попиту потрібна додаткова стимулююча політика.

Найповільнішим (30,48% за 10 років) є збільшення попиту у сценарії поступового зростання через обмежену політичну волю та уповільнення реформ. Це може призвести до стагнації ринку.

Щодо гармонізації законодавства, то за агресивного сценарію вона зростає найшвидше - на 55,13% до 2030 року завдяки активній підтримці реформ. Натомість за іншими сценаріями прогрес у цій сфері є набагато повільнішим.

Отже, сценарій з активного стимулювання є найбільш ефективним для прискорення зростання як попиту на «зелену» енергію, так і гармонізації законодавства у цій сфері з нормами ЄС. Це підкреслює важливість комплексної та послідовної політики державної підтримки.

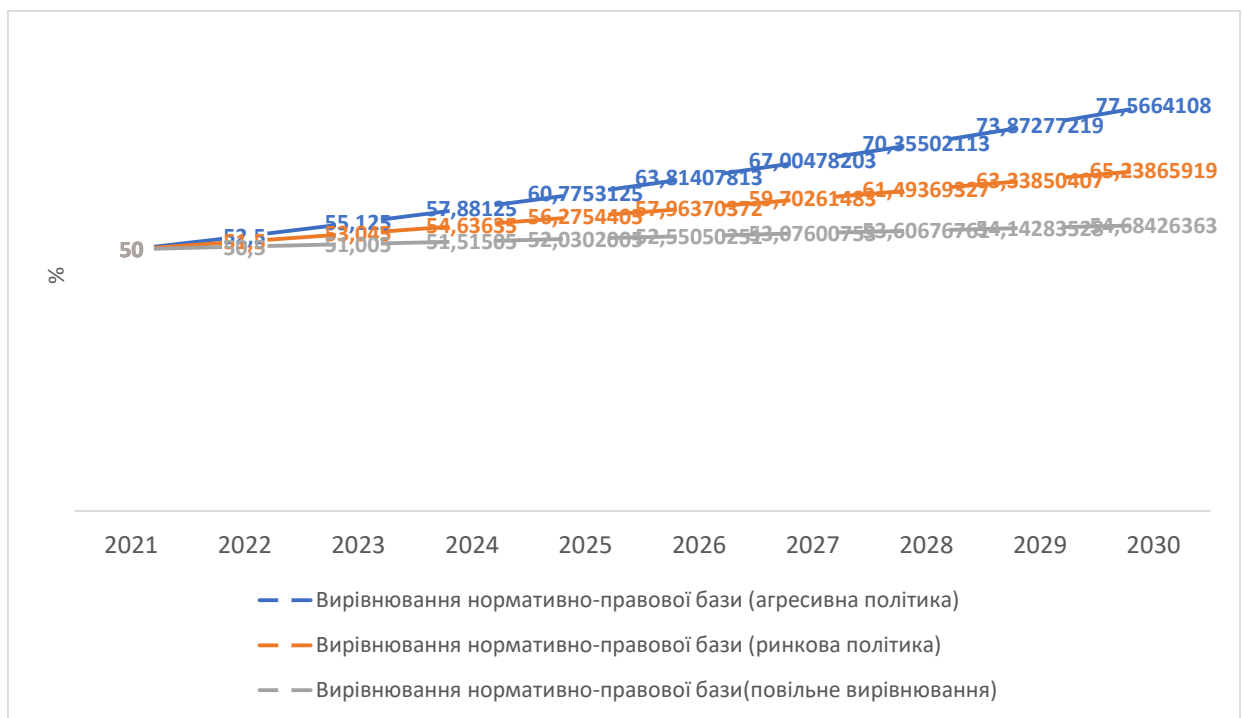


Рис. 3.8. Сценарії для вирівнювання нормативно-правової бази

Джерело: побудовано автором

За сценарієм «Ринкова економіка» узгодженість української регуляторної бази зростає помірними темпами, збільшуючись з 50% у 2021 році до 65,24% у 2030 році. Це відповідає зростанню на 30,48% за десятирічний період. У цьому сценарії ринкові сили та вподобання споживачів відіграють значну роль у визначенні темпів регуляторного

узгодження.

За сценарієм повільного наближення регуляторна база України зростає найповільніше - з 50% у 2021 році до 54,68% у 2030 році. Це на 9,37% більше за десятирічний період. Повільніше зростання є результатом обмеженої політичної підтримки та повільного прогресу у приведенні нормативно-правової бази України у відповідність до політики та директив ЄС у сфері відновлюваної енергетики.

Можна помітити, що сценарій «Агресивна політика підтримки» призводить до найбільшого зростання у приведенні нормативно-правової бази України у відповідність до вимог ЄС, за яким слідує сценарій «Ринкова політика» та сценарій «Повільне приведення у відповідність». Це свідчить про те, що сильна політична підтримка та стимули можуть суттєво прискорити узгодження нормативно-правової бази України з політикою та директивами ЄС у сфері відновлюваної енергетики, в той час як лише ринкові сили можуть призвести до помірному зростанню темпів узгодження. І навпаки, повільний прогрес у гармонізації політики та обмежена підтримка можуть призвести до відносно стагнації темпів гармонізації [275].

Таким чином, аналіз трьох сценаріїв (агресивна політика підтримки, ринкова підтримка та повільне узгодження) показує, що сильна політична підтримка та регуляторне узгодження відіграють вирішальну роль в успішній інтеграції сектору відновлюваної енергетики України до спільного ринку ЄС. Сценарій агресивної політичної підтримки демонструє найвищі темпи зростання встановленої потужності, інвестицій та попиту на відновлювану енергію. І навпаки, повільний прогрес в узгодженні політики призводить до стагнації зростання. Для досягнення безперешкодної інтеграції політики повинні зосередитися на сприянні узгодженню нормативно-правової бази з політикою та директивами ЄС у сфері відновлюваної енергетики, стимулюванні інвестицій та створенні ринкових умов, що сприятимуть зростанню відновлюваної енергетики в Україні.

Висновки до Розділу 3

Дослідження інтеграції України у світовий та регіональний ринок ВДЕ дозволив зробити низку висновків та узагальнень.

1. Упродовж останніх років Україні вдалося досягти значних результатів у розвитку ВДЕ. Через війну половина об'єктів ВДЕ перебуває під загрозою повної або часткової руйнації – в областях, де тривають активні бойові дії, перебуває 47 % встановленої потужності електростанцій на відновлюваних джерелах енергії.

2. Зі вступом у 2011 р. до Європейського Енергетичного співтовариства Україна взяла на себе зобов'язання імплементувати європейське енергетичне законодавство у свою правову систему. У 2016 р. Україна була однією з перших країн, що ратифікувала Паризьку кліматичну угоду. Схвалена Урядом Енергетична стратегія України передбачає досягнення 25 % енергії з відновлюваних джерел у загальному первинному постачанні до 2035 р., включаючи заходи для підвищення енергоефективності та зменшення енергоємності економіки.

Також за останні 7 років Україні вдалось виконати взяті на себе зобов'язання в Національному плані дій з відновлюваної енергетики на період до 2020, досягнувши понад 11% частки ВДЕ в кінцевому енергоспоживанні. Тепер Україна рухається до нових завдань, що затверджені в Національній Економічній стратегії, що передбачає 25% електроенергії, виробленої з ВДЕ, в структурі енергетичної системи до 2030 року.

3. Стрімкий розвиток галузі обумовлений рядом переваг, які має Україна, зокрема, це – велика територія для розташування достатньої кількості потужності, клімат, унікальна диверсифікація енергетичного сектору, діючий «зелений» тариф до 2030 р. Багатий потенціал для розвитку та політика «зеленого» субсидування допомогла залучити Україні велику кількість іноземних інвесторів, частка яких складає 30 % від загальної суми інвестицій у секторі ВДЕ. Наразі в Україні діють інвестори з понад 20 країн світу, серед яких Acciona (Іспанія), Scatec (Норвегія), Total Eren (Франція), GS Engineering & Construction Corp (Південна Корея), CNBM (Китай), Guris (Туреччина), Nebras (Qatar) та інші.

4. Україна стоїть перед викликом адаптації до європейських стандартів регулювання в галузі енергетики, включаючи допомогу суб'єктам господарювання. З огляду на те, що вступ України до ЄС є її стратегічною метою, а не кінцевою, її національне регулювання впливатиме на конкуренцію на європейському ринку електроенергії. Отже, будь-які регуляторні рішення, включаючи механізми підтримки

альтернативних джерел енергії, повинні бути узгоджені з Європейською Комісією і відповідати європейським стандартам.

5. Нове регулювання в галузі ВДЕ вимагає злагодженої роботи між українськими регуляторами та європейськими експертами. Україна має величезний потенціал для розвитку енергетичних проєктів, особливо в області ВДЕ, якщо національне регулювання ринку буде приведено у відповідність до європейських стандартів. Комерційна інтеграція з ЄС вже розпочата і вона забезпечить Україні доступ до високих цін і попиту на «зелену» енергетику в ЄС.

6. Вхід на висококонкурентні європейські ринки відкриває нові можливості для українських ВДЕ проєктів, але це також породжує виклики, пов'язані з роботою в умовах жорсткого європейського регулювання. Адаптація до цих нових умов вимагатиме великої співпраці між різними гравцями на ринку, включаючи Міненерго, НКРЕКП, АМКУ, а також профільні асоціації. Це має відбуватися з метою розробки та впровадження якісного регулювання, яке відповідатиме європейським стандартам. Без такої злагодженої роботи і швидкої адаптації українські виробники енергії можуть програти в конкуренції з європейськими проєктами, особливо в сфері відновлюваної енергетики.

7. Модель системної динаміки інтеграції української та ринків ЄС продемонстрував, що політика і ринкові сили відіграють ключову роль у розвитку відновлювальної енергетики в Україні. В агресивному сценарії політичної підтримки, потужна інвестиційна діяльність, активні технологічні рішення і прискорене узгодження нормативно-правової бази стимулюють розквіт сектору відновлюваної енергетики.

На противагу, ринковий сценарій висвітлює важливість вартості технологій, цін на енергоносії та споживчих вподобань. Роль держави в цьому випадку мінімізується, проте вони все ще можуть допомогти стимулювати розвиток галузі через регуляторну політику.

Сценарій повільного наближення відображає потенційні ризики та негативні наслідки відстрочення реформ. Затримка узгодження може призвести до зниження інвестицій та обмеженого росту сектору відновлюваної енергетики.

В цілому, ці моделі підкреслюють необхідність активного політичного підходу, прозорості ринку та узгодженості регуляторного середовища для стабільного та прогнозованого розвитку сектору відновлюваної енергетики.

Основні положення та результати цього розділу опубліковані автором у роботах [275; 274; 164; 162]

ВИСНОВКИ

Дослідження теоретичних та практичних аспектів розвитку комунітарного ринку відновлювальної енергетики в Європейському Союзі, зокрема аналіз політики підтримки ВДЕ на регіональному та національному рівнях, оцінці ефективності інструментів та політик стимулювання розвитку відновлювальної енергетики, а також розробці стратегічних рекомендацій щодо інтеграції України до європейського ринку відновлювальної енергетики, дали змогу зробити низку найбільш важливих висновків та узагальнень.

1. Глобальний енергетичний ринок – це система взаємопов’язаних міжнародних торговельних відносин, що включає в себе виробництво, розподіл, продаж та споживання енергетичних ресурсів на всесвітньому рівні. Цей ринок охоплює декілька ключових сегментів, включаючи нафту, природний газ, вугілля, ядерну енергію, відновлювані джерела енергії і електроенергію. Потенціал ВДЕ перевищує сучасний рівень енергоспоживання, і вони розглядаються як шлях до зменшення залежності від копалин і зменшення впливу на навколишнє середовище. ВДЕ - це екологічно чисті джерела енергії, доступні всім країнам, але вони мають деякі обмеження, такі як мінливість і високі витрати на обладнання. В Україні ВДЕ розглядаються як ті, що постійно відновлюються у природі і мають менший вплив на навколишнє середовище в порівнянні з викопними енергоресурсами. Існує декілька понять, що використовуються як синоніми для «відновлюваних» джерел енергії, але це вважається неправильним.

2. Аналіз відновлюваної енергетики як наукового напрямку є досить свіжим у контексті економічних досліджень. Різноманітні економічні доктрини пропонують свої теоретичні основи для оцінки цієї важливої галузі. Представники неокласичної школи, неокейнсіанської школи та неінституціоналісти мають відмінні погляди на ринок відновлюваної енергії. Неокласики впевнені, що ринок самостійно регулює розподіл ресурсів, включаючи ВДЕ, та аргументують, що конкуренція та інновації забезпечують найоптимальніше використання ресурсів, включаючи перехід до ВДЕ. Прихильники неокейнсіанської школи вважають, що держава повинна активно сприяти ВДЕ, інвестуючи в наукові дослідження, розвиток технологій і створення економічно

прийнятливих умов для розвитку цього сектору. Неінституціоналісти розглядають ринок ВДЕ через лінзу соціальних, політичних та економічних структур, що формують цей ринок. Вони стверджують, що ефективний розвиток ВДЕ вимагає суттєвих перетворень у соціальних та економічних інститутах, включаючи державну політику, корпоративні стратегії та поведінку споживачів.

3. Використання відновлюваних джерел енергії у глобальній економіці поступово збільшується. Вони стають основною енергією для розвинених і розвиваючихся країн, завдяки їх високій вартості і екологічній стабільності. Головні чинники, які впливають на перетворення енергетичних систем, включають покращення в енергоефективності, зниження вартості ВДЕ технологій та розвиток цифрових технологій. Застосування ВДЕ допомагає у забезпеченні надійних і стабільних джерел енергії, а також сприяє зменшенню впливу на кліматичні зміни. Переходу до використання ВДЕ передують створення правової, економічної і технологічної платформи, яка спонукає розвиток ВДЕ і сприяє сталому розвитку.

У Європі та Південній Америці спостерігається суттєве збільшення використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Країни з найбільшим приростом включають Ісландію, Данію, Венесуелу, Еквадор, Бразилію, Німеччину, Румунію, Перу, Великобританію та Колумбію. Деякі країни, наприклад Данія, Південна Африка, Білорусь, Бельгія та Угорщина, демонструють надзвичайно високі темпи зростання, до 71%. Проте, в країнах, як Марокко, Тайвань та Швейцарія, частка ВДЕ знижується. Загалом, 14 країн спостерігають зменшення у використанні ВДЕ, з яких 2 в Європі, 7 в Азії, 3 в Африці, а також Мексика та Австралія.

4. Європейський Союз активно розвиває ВДЕ, зокрема завдяки зниженню вартості їх використання та державній підтримці. Основні сфери проникнення ВДЕ включають електроенергетику, транспорт та системи опалення та охолодження, причому особлива увага приділяється електроенергетиці через наявність зрілих технологій, таких як фотовольтаїка та використання берегового вітру. У ЄС спостерігається розрізненість в політиці в сфері енергетики. Це пояснюється тим, що кожна країна-член вирішує свої енергетичні проблеми самостійно. Це включає в себе національну відокремленість енергетичних мереж, а також окремі договори про

закупівлю енергоносіїв, що послаблює переговорні позиції країн. Крім того, ЄС активно працює над «Зеленою угодою», яка передбачає перехід до вуглецево-нейтрального простору протягом наступних 30 років. Це передбачає значне збільшення частки енергії з ВДЕ, зменшення викидів парникових газів і перенаправлення значної частки ВВП на розвиток зеленої економіки.

5. Одним з важливих елементів розвитку відновлюваної енергетики в ЄС є уніфікація фінансових інструментів, яка допомагає формувати загальну стратегію та однорідний підхід до стимулювання ВДЕ. В цьому контексті особливу роль відіграють «зелені» облігації. Європейський Інвестиційний Банк (ЕІВ), який активно фінансує проекти в сфері ВДЕ, видав значну кількість таких облігацій, сприяючи тим самим привабленню великих інвестицій в різних країнах ЄС. Крім того, роль відіграють державні гарантії та пільги, які від країни до країни надаються для підтримки розвитку ВДЕ. Також важливу роль відіграє Європейський фонд для стратегічних інвестицій (EFSI), який надає значну фінансову підтримку для проектів у сфері ВДЕ, включаючи гарантії та кредити. Ці гармонізовані на рівні ЄС фінансові інструменти створюють сприятливе середовище для інвестицій в ВДЕ, сприяючи впровадженню нових технологій та розвитку відповідних проектів.

6. Ринок ВДЕ ЄС демонструє свою зрілість та привернув інтерес індивідуальних та колективних інвесторів. Споживачі, які шукають доступ до надійної та екологічно чистої енергії, а також стратегічні інвестори, бачать переваги довгострокових інвестицій у цей сектор, що стрімко зростає. Інвестиції у ВДЕ перевищують інвестиції в традиційні технології енерговиробництва. Сектор забезпечив створення близько 0,5 млн нових робочих місць та щорічний оборот на рівні близько 140 млрд євро. Ця успішна практика в ЄС поєднала економічне зростання та збільшення зайнятості зі зміною клімату, зробивши ЄС ключовим учасником на світовому ринку ВДЕ та лідером у екологічно чистих інвестиціях.

7. Існує різнонаправлений вплив стимулюючих інструментів ВДЕ на різні види енергетики в країнах ЄС. Фіскальні та фінансові інструменти, зокрема TAX, GRANTS, та R&D, є найефективнішими для розвитку ВДЕ, знижуючи вартість встановлення та експлуатації електростанцій. Ринкові стимули та політика підтримки

також сприяють збільшенню потужності ВДЕ-електростанцій. Проте, прямі інвестиції, кредити та «зелені» тарифи не показали бажаного ефекту, крім впливу на біоенергетику та сонячну енергетику. Регулювання створює стримуючий вплив на ВДЕ, не надаючи надійного сигналу для інвесторів. Споживання викопних енергоносіїв, ядерна енергія та ВВП виявилися важливими факторами для ВДЕ, але енергетична безпека та викиди CO₂ - не такими.

8. До початку російської агресії 2022 р. Україна зробила значний прогрес у розвитку ВДЕ. З понад 9,5 ГВт встановленої потужності відновлювальних джерел та інвестиціями на суму 12 млрд дол., очікувалося подальше зростання цього сектору. Однак війна серйозно позначилася на цих планах, поставивши під загрозу практично половину відновлювальних об'єктів України та знизивши довіру інвесторів. Незважаючи на цю серйозну перешкоду, Україна залишається відданою відновлювальній енергетиці, що виявляється в її участі у міжнародних кліматичних угодах та національних політиках, спрямованих на збільшення виробництва енергії з використанням ВДЕ. Після перемоги Україні буде потрібно відновити пошкоджену інфраструктуру, стимулювати нові проекти та встановити регуляторну рамку для підтримки зростання відновлюваної енергетики. З відповідними політиками та довірою інвесторів Україна може розширити сектор відновлювальної енергетики для забезпечення енергетичної незалежності та досягнення міжнародних кліматичних цілей.

9. Україна стоїть перед викликом адаптації до європейських стандартів регулювання в галузі енергетики, включаючи допомогу суб'єктам господарювання. З огляду на те, що вступ України до ЄС є її стратегічною метою, а не кінцевою, її національне регулювання впливатиме на конкуренцію на європейському ринку електроенергії. Нове регулювання в галузі ВДЕ вимагає злагодженої роботи між українськими регуляторами та європейськими експертами. Україна має величезний потенціал для розвитку енергетичних проектів, особливо в області ВДЕ, якщо національне регулювання ринку буде приведено у відповідність до європейських стандартів. Вхід на висококонкурентні європейські ринки відкриває нові можливості для українських ВДЕ проектів, але це також породжує виклики, пов'язані з роботою в умовах жорсткого європейського регулювання. Адаптація до цих нових умов

вимагатиме великої співпраці між різними гравцями на ринку, включаючи Міненерго, НКРЕКП, АМКУ, а також профільні асоціації.

10. Модель системної динаміки інтеграції української та ринків ЄС продемонстрував, що політика і ринкові сили відіграють ключову роль у розвитку відновлювальної енергетики в Україні. В агресивному сценарії політичної підтримки, потужна інвестиційна діяльність, активні технологічні рішення і прискорене узгодження нормативно-правової бази стимулюють розквіт сектору відновлюваної енергетики. На противагу, ринковий сценарій висвітлює важливість вартості технологій, цін на енергоносії та споживчих вподобань. Роль держави в цьому випадку мінімізується, проте вони все ще можуть допомогти стимулювати розвиток галузі через регуляторну політику. Сценарій повільного наближення відображає потенційні ризики та негативні наслідки відстрочення реформ. Затримка узгодження може призвести до зниження інвестицій та обмеженого росту сектору відновлюваної енергетики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «WindEurope – history». <https://windeurope.org/about-wind/history>.
2. Air Pollution: Current and Future Challenges. <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/air-pollution-current-and-future-challenges>.
3. Alolo, M., Azevedo, A., & El Kalak, I. (2020). The effect of the feed-in-system policy on renewable energy investments: Evidence from the EU countries. *Energy Economics*, 92, 104998.
4. Amundsen, E. S., & Bergman, L. (2006). Why has the Nordic electricity market worked so well? *Utilities policy*, 14(3), 148-157.
5. Baeten, R. and Vanhercke, B. (2017). Inside the black box: the eu's economic surveillance of national healthcare systems. *Comparative European Politics*, 15(3), 478-497. <https://doi.org/10.1057/cep.2016.10>
6. Bakhtyar, B., Fudholi, A., Hassan, K., Azam, M., Lim, C. H., Chan, N. W., & Sopian, K. (2017). Review of CO2 price in Europe using feed-in tariff rates. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 685-691.
7. Balaman, Ş., Scott, J., Matopoulos, A., & Wright, D. (2019). Incentivising bioenergy production: economic and environmental insights from a regional optimization methodology. *Renewable Energy*, 130, 867-880. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.06.083>
8. Balsalobre-Lorente, D., Shahbaz, M., Roubaud, D., & Farhani, S. (2018). How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to co2 emissions?. *Energy Policy*, 113, 356-367. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.050>
9. Banai-Kashani, R., Abdollahi, Z., & Bahramirad, S. (2019). A comprehensive review of demand response resources: Market models, policies, and barriers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 109, 332-351.
10. Banja, M., Jégard, M., Motola, V., & Sikkema, R. (2019). Support for biogas in the EU electricity sector—A comparative analysis. *Biomass and Bioenergy*, 128, 105313.
11. Banja, M., Sikkema, R., Jégard, M., Motola, V., & Dallemant, J. F. (2019). Biomass for energy in the EU—The support framework. *Energy Policy*, 131, 215-228.
12. Barbosa, L., Nunes, C., Rodrigues, A., & Sardinha, A. (2020). Feed-in tariff contract schemes and regulatory uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 287(1), 331-

347.

13. Baumann, F., & Simmerl, G. (2011). Between conflict and convergence: The EU member states and the quest for a common external energy policy. DEU.

14. Bayham, J., Munoz-Garcia, F., & Espinola-Arredondo, A. (2019). International coordination of environmental policies: is it always worth the effort?. *Environment and Development Economics*, 24(3), 294-316. <https://doi.org/10.1017/s1355770x19000019>

15. Benasla, M., Hess, D., Allaoui, T., Brahami, M., & Denai, M. (2019). The transition towards a sustainable energy system in Europe: what role can North Africa's solar resources play? *Energy Strategy Reviews*, 24, 1-13.

16. Bersalli, G., Menanteau, P., & El-Methni, J. (2020). Renewable energy policy effectiveness: A panel data analysis across Europe and Latin America. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133, 110351.

17. Bertoldi, P., Economidou, M., Palermo, V., Boza-Kiss, B., & Todeschi, V. (2021). How to finance energy renovation of residential buildings: Review of current and emerging financing instruments in the EU. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 10(1), e384.

18. Bisaga, I., Parikh, P., Tomei, J., To, L. S. (2021). Mapping synergies and trade-offs between energy and the sustainable development goals: A case study of off-grid solar energy in Rwanda. *Energy Policy*, 149, 112028.

19. BNEF. (2018). Clean Energy Investment Trends. <https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/BNEF-Clean-Energy-Investment-Trends-2018.pdf>.

20. Boasson, E. (2019). Constitutionalization and entrepreneurship: explaining increased eu steering of renewables support schemes. *Politics and Governance*, 7(1), 70-80. <https://doi.org/10.17645/pag.v7i1.1851>

21. Bocquillon, P., Brooks, E., & Maltby, T. (2020). Speak softly and carry a big stick: hardening soft governance in eu energy and health policies. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 22(6), 843-856. <https://doi.org/10.1080/1523908x.2020.1792860>

22. Böhringer, C. and Rosendahl, K. (2010). Green promotes the dirtiest: on the interaction between black and green quotas in energy markets. *Journal of Regulatory*

Economics, 37(3), 316-325. <https://doi.org/10.1007/s11149-010-9116-1>

23. Bölük, G. and Kaplan, R. (2021). Effectiveness of renewable energy incentives on sustainability: evidence from dynamic panel data analysis for the eu countries and turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(18), 26613-26630. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17801-y>

24. Bórawski, P., Bełdycka-Bórawska, A., Szymańska, E. J., Jankowski, K. J., Dubis, B., & Dunn, J. W. (2019). Development of renewable energy sources market and biofuels in The European Union. *Journal of cleaner production*, 228, 467-484.

25. Borowski, P. F. (2020). Zonal and Nodal Models of energy market in European Union. *Energies*, 13(16), 4182.

26. Brodny, J., & Tutak, M. (2020). Analyzing similarities between the European Union countries in terms of the structure and volume of energy production from renewable energy sources. *Energies*, 13(4), 913.

27. Bundesministerium fuer Wirtschaft und Energie. Energiedaten: Ausgewaehlte Grafiken. <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/energiedaten.html>.

28. Bundesnetzagentur. (2014). Photovoltaik: Meldung von Photovoltaikanlagen an die Bundesnetzagentur. www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/photovoltaik-node.html.

29. Caineng, Z., Xiong, B., Huaqing, X., Zheng, D., Zhixin, G., Ying, W., ... & Songtao, W. (2021). The role of new energy in carbon neutral. *Petroleum exploration and development*, 48(2), 480-491.

30. Cameron, P. D., & Brothwood, M. (2002). *Competition in energy markets: law and regulation in the European Union*. Oxford University Press.

31. Canadian Government Releases Definition of Renewable Energy. *Renewable Energy World*. 20.12.2001. <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2001/12/canadiangovernment-releases-definition-of-renewable-energy-5791>.

32. Careri, F., Efthimiadis, T., & Masera, M. (2022). 2020–2022: pivotal years for european energy infrastructure. *Energies*, 15(6), 1999. <https://doi.org/10.3390/en15061999>

33. Četković, S. and Buzogány, A. (2016). Varieties of capitalism and clean energy transitions in the European Union: when renewable energy hits different economic logics. *Climate Policy*, 16(5), 642-657. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1135778>.
34. Chen, G., Wei, B., & Zhu, R. (2022). The impact of environmental subsidy on the performance of corporate environmental responsibility: evidence from China. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.972328>
35. Cherednychenko, O. O., & Meindertsma, J. M. (2019). Irresponsible lending in the post-crisis era: Is the EU consumer credit directive fit for its purpose? *Journal of Consumer Policy*, 42(4), 483-519.
36. Ciarreta, A., & Zarraga, A. (2010). Economic growth-electricity consumption causality in 12 European countries: A dynamic panel data approach. *Energy Policy*, 38(7), 3790-3796.
37. Coal Glut, Renewables Make EU Power Cheapest in Decade, Bloomberg News, 01.01.2016. <http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/01/coal-glut-renewables-make-eu-power-cheapest-in-decade.html>.
38. Colmenar-Santos, A., Muñoz-Gómez, A. M., Rosales-Asensio, E., López-Rey, Á. (2019). Electric vehicle charging strategy to support renewable energy sources in Europe 2050 low-carbon scenario. *Energy*, 183, 61-74.
39. Consolidated versions of the Treaty on European Union and the Treaty on the Functioning of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A12012E%2FTXT>.
40. Costa-Campi, M. and Trujillo-Baute, E. (2015). Retail price effects of feed-in tariff regulation. *Energy Economics*, 51, 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.06.002>
41. Couture, T. and Gagnon, Y. (2010). An analysis of feed-in tariff remuneration models: implications for renewable energy investment. *Energy Policy*, 38(2), 955-965. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.047>
42. Cramer, W., Schumann, K., Andres, M., VertgeWall, C., Monti, A., Schreck, S., ... & Brunner, C. (2021). A simulative framework for a multi-regional assessment of local energy markets—A case of large-scale electric vehicle deployment in Germany. *Applied Energy*, 299, 117249.

43. Cucchiella, F., D'Adamo, I., & Gastaldi, M. (2020). A review of circular economy practices addressing environmental and resources-related challenges in the EU. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122155.
44. Cui, H., Wu, X., & Fang, T. (2021). An empirical research on the relationship between renewable energy investment and low carbon growth in china. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(2), 1095-1104. <https://doi.org/10.15244/pjoes/123198>
45. Daintith, T., & Hancher, L. (2019). *Energy Strategy in Europe*. Energy Strategy in Europe.
46. Daiyabu, Y., Manaf, N., & Hsbollah, H. (2022). Extending the theory of planned behaviour with application to renewable energy investment: the moderating effect of tax incentives. *International Journal of Energy Sector Management*, 17(2), 333-351. <https://doi.org/10.1108/ijesm-11-2021-0011>
47. De la Cruz, R. J., Hernández-González, L. A., & Almansa, R. (2019). European Union Energy Policy and the Long-Term Renewable Energy Deployment. In *Energy Policy for the Development of Europe* (pp. 103-124). Springer.
48. Deloitte. APPA (Spanish Renewable Energy Association) (2011). *Macroeconomic Impact of Renewable Energies in Spain*. www.appa.es/descargas/APPA2011web.pdf.
49. Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energysources in the internal electricity market. *Official Journal L 283*. 27/10/2001.P.33–40.
50. Dong, K., Dong, X., & Jiang, Q. (2019). How renewable energy consumption lower global co2 emissions? evidence from countries with different income levels. *World Economy*, 43(6), 1665-1698. <https://doi.org/10.1111/twec.12898>
51. Dou, Y., Tong, Z., & Meng, X. (2021). A theoretical model of sequential combinatorial games of subsidies and penalties: from waste to renewable energy. *Frontiers in Energy Research*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.719214>
52. Duffield, J. S., & Westphal, K. (2011). Germany and EU energy policy: conflicted champion of integration? In *Toward a Common European Union Energy Policy: Problems, Progress, and Prospects* (pp. 169-186). Springer.
53. Dupont, E., Koppelaar, R., Jeanmart, H. (2020). Global available solar energy under

physical and energy return on investment constraints. *Applied Energy*, 257, 113968.

54. Durkay J. (2016). State renewable portfolio standards and goals. National conference of State Legislatures. 2016. <http://www.ncsl.org/research/energy/renewable-portfolio-standards.aspx>.

55. Dusonchet, L., Telaretti, E. (2010). Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in eastern European Union countries. *Energy Policy*, 38(8), 4011-4020.

56. ЕаPGREEN. (2018). *Перспективи розвитку «зеленої» економіки в Україні: можливості для «озеленення» енергетичного сектору*. Аналітичний огляд. Женева-Київ. <https://www.green-economies-eap.org/ru/resources/Ukraine%20Energy%20UKR%2027%20Jun.pdf>.

57. Economidou, M., Todeschi, V., Bertoldi, P., D'Agostino, D., Zangheri, P., & Castellazzi, L. (2020). Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings. *Energy and Buildings*, 225, 110322.

58. Eichner, T. and Runkel, M. (2014). Subsidizing renewable energy under capital mobility. *Journal of Public Economics*, 117, 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2014.05.005>

59. Eikeland, P. O. (2011). EU internal energy market policy: Achievements and hurdles. In *Toward a Common European Union Energy Policy: Problems, Progress, and Prospects* (pp. 13-40). Springer.

60. Eikeland, P. O. (2011). The third internal energy market package: New power relations among member states, EU institutions, and non-state actors? *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 49(2), 243-263.

61. Electricity production capacities for renewables and wastes. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_inf_epcrw/default/table?lang=en.

62. Elliott, D. (2019). Renewable Energy in the UK. doi:10.1007/978-3-030-04765-8 .

63. Elmi, A., Selam, A., & Atalay, A. (2022). Prediction of renewable energy consumption of european union using artificial neural networks. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 5(1), 11-17. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.899720>

64. Escobar, P., Martínez, E., Saenz-Díez, J. C., Jiménez, E., Blanco, J. (2020).

Profitability of self-consumption solar PV system in Spanish households: A perspective based on European regulations. *Renewable Energy*, 160, 746-755.

65. Forbes, K. F. (2021). A methodology to improve the predictability of solar energy generation with confirmatory evidence from Germany. *IET*.

66. Fowler, L. and Breen, J. (2014). Political influences and financial incentives for renewable energy. *The Electricity Journal*, 27(1), 74-84. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2013.12.006>

67. Fragkos, P., van Soest, H. L., Schaeffer, R., Reedman, L., Köberle, A. C., Macaluso, N., ... & Sha, F. (2021). Energy system transitions and low-carbon pathways in Australia, Brazil, Canada, China, EU-28, India, Indonesia, Japan, Republic of Korea, Russia and the United States. *Energy*, 216, 119385.

68. FSR. (2023). Electricity markets in the EU. <https://fsr.eui.eu/electricity-markets-in-the-eu/>.

69. Future of wind deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects A Global Energy Transformation paper, <https://www.irena.org/publications/2019/Oct/Future-of-wind>.

70. García-Álvarez, M. T. (2020). An assessment of supply-side and demand-side policies in EU-28 household electricity prices. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 26, 5-18.

71. Gawel, E. and Purkus, A. (2013). Promoting the market and system integration of renewable energies through premium schemes—a case study of the German market premium. *Energy Policy*, 61, 599-609. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.117>

72. Gawel, E., & Purkus, A. (2013). Promoting the market and system integration of renewable energies through premium schemes—A case study of the German market premium. *Energy Policy*, 61, 599-609.

73. Geranio, M., & Zanotti, G. (2012). Equity markets do not fit all: an analysis of public-to-private deals in Continental Europe. *European Financial Management*, 18(5), 867-895.

74. Global offshore wind report 2018, Global Wind Energy Council, Brussels. <https://gwec.net/wp-content/uploads/2019/04/GWEC-Global-Wind-Report-2018.pdf>.

75. Grafström, J., Söderholm, P., Gawel, E., Lehmann, P., & Strunz, S. (2020). Government support to renewable energy r&d: drivers and strategic interactions among eu member states. *Economics of Innovation and New Technology*, 32(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1857499>
76. Groba F., Indvik J., Jenner S. (2017). Assessing the Strength and Effectiveness of Renewable Electricity Feed-in Tariff s in European Union Countries Deutsches Institut fuer Wirtschaftsforschung. http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.390079.de/dp1176.pdf.
77. Guo, Z., Zhang, X., Feng, S., & Zhang, H. (2020). The impacts of reducing renewable energy subsidies on china's energy transition by using a hybrid dynamic computable general equilibrium model. *Frontiers in Energy Research*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.00025>
78. GWEC. (2023). Global Wind Report 2023. <https://gwec.net/globalwindreport2023/>
79. Haas R., Loew T. (2012). Die Auswirkungen der Energiewende auf die Strommarkte und die Rentabilitet von Konventionellen Kraftwerken. URL: <http://www.4sustainability.de/fileadmin/redakteur/bilder/Publikationen/Haas-Loew-Auswirkungen-Energiewende-auf-Energiemaerkte2012.pdf>.
80. Haas R., Meyer N. I., Held A. Promoting Electricity from Renewable Energy Sources. Lessons Learned from the EU. <http://escholarship.org/uc/item/17k9d82p#page-3>.
81. Haas, R., Panzer, C., Resch, G., Ragwitz, M., Reece, G., & Held, A. (2011). A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(2), 1003-1034.
82. Haas, R., Resch, G., Panzer, C., Busch, S., Ragwitz, M., & Held, A. (2011). Efficiency and effectiveness of promotion systems for electricity generation from renewable energy sources—Lessons from EU countries. *Energy*, 36(4), 2186-2193.
83. Häbel, S. and Hakala, E. (2021). Policy coherence for sustainable development and environmental security: a case study of european union policies on renewable energy. *Environmental Policy and Governance*, 31(6), 633-646. <https://doi.org/10.1002/eet.1962>
84. Halbrügge, S., Schott, P., Weibelzahl, M., Buhl, H. U., Fridgen, G., Schöpf, M., ... & Linder, M. (2021). How did the German and other European electricity systems react to the

COVID-19 pandemic? *Applied Energy*, 285, 116370.

85. Haller M. (2014). EEG-Umlage und die Kosten der Stromversorgung für 2014 Eine Analyse von Trends, Ursachen und Wechselwirkungen. Öko-Institut e.V. berlin 2013. <http://www.oeko.de/oekodoc/1793/2013-475-de.pdf>.

86. Halonen, K. M. (2021). Is public procurement fit for reaching sustainability goals? A law and economics approach to green public procurement. *Maastricht Journal of European and Comparative Law*, 28(4), 535-555.

87. Hancher, L., De Hauteclocque, A., Huhta, K., Sadowska, M., &. (2022). *Capacity mechanisms in the EU energy markets: law, policy, and economics*. Oxford University Press.

88. He, L., Wang, B., Xu, W., Cui, Q., & Chen, H. (2021). Could china's long-term low-carbon energy transformation achieve the double dividend effect for the economy and environment?. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(14), 20128-20144. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17202-1>

89. Held A., Ragwitz, M., Haas R. On the success of policy strategies for the promotion of electricity from renewable energy sources in the EU. http://www.eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at_pages/publications/pdf/HAA_PAP_2006_1.pdf.

90. Held, A., Ragwitz, M., & Haas, R. (2006). On the Success of Policy Strategies for the Promotion of Electricity from Renewable Energy Sources in the Eu. *Energy & Environment*, 17(6), 849–868. <https://doi.org/10.1260/095830506779398849>.

91. Helm, R., Mark, A., & Bley, S. (2009). The effect of free product premiums on attitudes and buying intention for durable goods: moderating effects of value and product premium fit in the dual mediation model. *European Journal of Marketing*, 53(4), 661-684.

92. Hewitt, R. J., Bradley, N., Baggio Compagnucci, A., Barlagne, C., Ceglaz, A., Cremades, R., ... & Otto, I. M. (2019). Social innovation in community energy in Europe: A review of the evidence. *Frontiers in Energy Research*, 7, 31.

93. Hirvonen, J., Jokisalo, J., Heljo, J., Kosonen, R. (2019). Towards the EU emissions targets of 2050: Optimal energy renovation measures of Finnish apartment buildings. *International journal of sustainable energy*, 38(7), 649-672.

94. Hitaj, C., Schymura, M., & Löschel, A. (2019). The impact of a feed-in tariff on wind power development in germany. *Resource and Energy Economics*, 57, 18-35.

<https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2018.12.001>

95. Inês, C., Guilherme, P. L., Esther, M. G., Swantje, G., Stephen, H., Lars, H., & Martínez, G. (2020). Regulatory challenges and opportunities for collective renewable energy prosumers in the EU. *Energy Policy*, 138, 111212.

96. IRENA (2022). Evaluating Policies in Support of the Deployment of Renewable Power.

http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Evaluating_policies_in_support_of_the_deployment_of_renewable_power.pdf.

97. IRENA. (2014). Renewable Energy and Jobs Annual Review, Abu Dhabi.

98. IRENA. (2019). Future of Solar Photovoltaic: Deployment, Investment, Technology, Grid Integration and Socio-Economic Aspects. https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Nov/IRENA_Future_of_Solar_PV_summary_2019.pdf?la=en&hash=A626155A0775CC50427E23E7BE49B1AD2DD31073.

99. IRENA. (2019). Global energy transformation: A roadmap to 2050. Abu Dhabi. <https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition>.

100. IRENA. (2019). Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050. <https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition>.

101. IRENA. (2019). Renewable capacity statistics 2019. Abu Dhabi. <https://www.irena.org/publications/2019/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2019>.

102. IRENA. (2020). Renewable Energy Capacity Highlights 2020. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Mar/IRENA_RE_Capacity_Highlights_2020.pdf?la=en&hash=B6BDF8C3306D271327729B9F9C9AF5F1274FE30B Global energy transformation: A roadmap to 2050 (2019 edition).

103. IRENA. (2020). Renewables 2020 Global Status Report. <https://www.ren21.net/gsr-2020/>.

104. IRENA. (2022). Evaluating Policies in Support of the Deployment of Renewable Power.

http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Evaluating_policies_in_support_of_the_deployment_of_renewable_power.pdf.

105. Irsyad, M., Halog, A., Nepal, R., & Koesrindartoto, D. (2017). Selecting tools for renewable energy analysis in developing countries: an expanded review. *Frontiers in Energy Research*, 5. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2017.00034>

106. Japanese Ministry of Environment. (2008). *Costs and Effects of the Deployment of Renewable Energies*. Government of Japan, Tokyo. http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mlt_roadmap/comm/com05_h20a/ref07.pdf.

107. Jaraite, J., Karimu, A., & Kazukauskas, A. (2017). Policy-induced expansion of solar and wind power capacity: economic growth and employment in eu countries. *The Energy Journal*, 38(01). <https://doi.org/10.5547/01956574.38.5.jjar>

108. Jasim S., Kunz C. (2013). *Erneuerbare Energien im Strommarkt*. *Renews Kompakt*. Agentur für Erneuerbare Energien. http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/276.AEE_RenewsKompakt_Strommarkt_dez13.pdf.

109. Kabel, T. and Bassim, M. (2019). Literature review of renewable energy policies and impacts. *European Journal of Marketing and Economics*, 2(2), 28. <https://doi.org/10.26417/ejme-2019.v2i2-68>

110. Kanellakis, M., Martinopoulos, G., & Zachariadis, T. (2013). European energy policy—A review. *Energy Policy*, 62, 1020-1030.

111. Kara, M., Syri, S., Lehtilä, A., Helynen, S., Kekkonen, V., Ruska, M., & Forsström, J. (2008). The impacts of EU CO₂ emissions trading on electricity markets and electricity consumers in Finland. *Energy Economics*, 30(2), 193-211.

112. Karamov, D., Maltsev, I., & Tsyrendorzhiev, B. (2021). Analysis of world practices for stimulating the development of renewable energy sources. a case study for russian conditions. *E3s Web of Conferences*, 289, 01017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128901017>

113. Kettner, C. and Kletzan-Slamanig, D. (2020). Is there climate policy integration in european union energy efficiency and renewable energy policies? yes, no, maybe. *Environmental Policy and Governance*, 30(3), 141-150. <https://doi.org/10.1002/eet.1880>

114. Khalid, B., Urbański, M., Kowalska-Sudyka, M., Wysocka, E., & Piontek, B.

(2021). Evaluating consumers' adoption of renewable energy. *Energies*, 14(21), 7138. <https://doi.org/10.3390/en14217138>

115. Kim, S., Urpelainen, J., & Yang, J. (2021). State policy and lobbying in a federal system: evidence from the production tax credit for renewable energy, 1998–2012. *State Politics & Policy Quarterly*, 21(1), 1-30. <https://doi.org/10.1177/1532440020918865>

116. Kirikkaleli, D. and Adebayo, T. (2020). Do renewable energy consumption and financial development matter for environmental sustainability? new global evidence. *Sustainable Development*, 29(4), 583-594. <https://doi.org/10.1002/sd.2159>

117. Klessmann, C., Rathmann, M., Jager, D., Gazzo, A., Resch, G., Busch, S., ... & Ragwitz, M. (2013). Policy options for reducing the costs of reaching the european renewables target. *Renewable Energy*, 57, 390-403. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.01.041>

118. Knuth, S. (2021). Rentiers of the low-carbon economy? renewable energy's extractive fiscal geographies. *Environment and Planning a Economy and Space*, 55(6), 1548-1564. <https://doi.org/10.1177/0308518x211062601>

119. Koronen, C., Åhman, M., Nilsson, L. J. (2020). Data centres in future European energy systems—energy efficiency, integration and policy. *Energy Efficiency*, 13(1), 129-144.

120. Krozer, Y. (2019). Valorisation of energy services: essay on the value addition due to renewable energy. *Energy Sustainability and Society*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0191-6>

121. Kulaç, O. and Öztepe, M. (2020). The renewable energy policy of turkey under the impact of the european union. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(28), 886-897. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.693835>

122. Lan, H., Cheng, B., Gou, Z., Yu, R. (2020). An evaluation of feed-in tariffs for promoting household solar energy adoption in Southeast Queensland, Australia. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101942.

123. Lecuyer, O. and Quirion, P. (2019). Interaction between co2 emissions trading and renewable energy subsidies under uncertainty: feed-in tariffs as a safety net against over-allocation. *Climate Policy*, 19(8), 1002-1018. <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1625743>

124. Lee, T. (2019). Financial investment for the development of renewable energy capacity. *Energy & Environment*, 32(6), 1103-1116.

<https://doi.org/10.1177/0958305x19882403>

125. Lewis, J. (2014). The rise of renewable energy protectionism: emerging trade conflicts and implications for low carbon development. *Global Environmental Politics*, 14(4), 10-35. https://doi.org/10.1162/glep_a_00255

126. Li, Z., Yüksel, S., Dinçer, H., Mukhtarov, S., & Azizov, M. (2021). The positive influences of renewable energy consumption on financial development and economic growth. *Sage Open*, 11(3), 215824402110401. <https://doi.org/10.1177/21582440211040133>

127. Lin, B. and Jiang, Z. (2011). Estimates of energy subsidies in china and impact of energy subsidy reform. *Energy Economics*, 33(2), 273-283. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.07.005>

128. Liu, J., Ma, C., Ren, Y., & Zhao, X. (2020). Do real output and renewable energy consumption affect co2 emissions? evidence for selected brics countries. *Energies*, 13(4), 960. <https://doi.org/10.3390/en13040960>

129. Lowitzsch, J., Hoicka, C. E., van Tulder, F. J. (2020). Renewable energy communities under the 2019 European Clean Energy Package–Governance model for the energy clusters of the future? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 122, 109489.

130. Ma, R., Cai, H., Ji, Q., & Zhai, P. (2021). The impact of feed-in tariff degression on r&d investment in renewable energy: the case of the solar pv industry. *Energy Policy*, 151, 112209. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112209>

131. Magrini, A. , Lentini, G., Cuman, S., Bodrato, A., & Marengo, L. (2020). From nearly zero energy buildings (NZEB) to positive energy buildings (PEB): The next challenge–The most recent European trends with some notes on the energy analysis of a forerunner PEB example. *Developments in the Built Environment*, 3, 100019.

132. Majano, Ana María. (2014, May). Study on the Development of the Renewable Energy Market in Latin America and the Caribbean. <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Study-on-the-Development-of-the-Renewable-Energy-Market-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>.

133. Majid, E., Faizal, N., Fadzir, A., & Rizal, S. (2022). Laws governing renewable energy production of malaysia and canada. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 7(SI8), 97-102. <https://doi.org/10.21834/ebpj.v7isi8.3920>

134. Malico, I., Pereira, R. N., Gonçalves, A. C., Sousa, A. M., & Lavric, A. (2019). Current status and future perspectives for energy production from solid biomass in the European industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 112, 960-977.
135. Mathmann, F., Pohlmeier, L., Higgins, E. T., & Weeks, C. (2019). Prosocial process fit: Normatively expected purchasing increases the prosocial premium. *European Journal of Marketing*, 53(4), 661-684.
136. Matuszewska-Janica, A., Żebrowska-Suchodolska, D., Ala-Karvia, U., & Hozer-Koćmiel, M. (2021). Changes in electricity production from renewable energy sources in the european union countries in 2005–2019. *Energies*, 14(19), 6276. <https://doi.org/10.3390/en14196276>
137. Meeus, L. (2020). *The evolution of Electricity Markets in Europe*. Edwar Elgar.
138. Meeus, L., Purchala, K., & Belmans, R. (2005). Development of the internal electricity market in Europe. *The Electricity Journal*, 18(6), 25-35.
139. Melliger, M., & Lilliestam, J. (2021). Effects of coordinating support policy changes on renewable power investor choices in Europe. *Energy Policy*, 148, 111993.
140. Meng, Z., Sun, H., & Liu, X. (2022). Impact of green fiscal policy on the investment efficiency of renewable energy enterprises in china. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(50), 76216-76234. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20832-8>
141. Menge, T. (2019). How far does the european union reach? foreign land acquisitions and the boundaries of political communities. *Land*, 8(3), 44. <https://doi.org/10.3390/land8030044>
142. Menges, R., & Pfaffenberger, W. (2015). Promotion of Renewable Energy Sources in the European Union. *International Journal of Renewable Energy Development*, 4(3). <https://doi.org/10.14710/ijred.4.3.171-180>.
143. Mert, M. and Bölük, G. (2016). Do foreign direct investment and renewable energy consumption affect the co2 emissions? new evidence from a panel ardl approach to kyoto annex countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(21), 21669-21681. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7413-7>
144. Mitchell C. (2011). *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Cambridge University Press, Cambridge and New York.

145. Moiseeva, T., Hoesly, R., Camalich, J., Johnson, M., O'Sullivan, M., Riley, W. J., & Davis, S. J. (2020). Long-term net-zero greenhouse gas emissions across the European Union and the United Kingdom. *Nature Communications*, 11(1), 1-14.
146. Mundaca, G. (2017). Energy subsidies, public investment and endogenous growth. *Energy Policy*, 110, 693-709. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.08.049>
147. Murphy, F. and McDonnell, K. (2017). A feasibility assessment of photovoltaic power systems in ireland; a case study for the dublin region. *Sustainability*, 9(2), 302. <https://doi.org/10.3390/su9020302>
148. Murray, B., Cropper, M., Chesnaye, F., & Reilly, J. (2014). How effective are us renewable energy subsidies in cutting greenhouse gases?. *American Economic Review*, 104(5), 569-574. <https://doi.org/10.1257/aer.104.5.569>
149. Murshed, M. and Tanha, M. (2020). Oil price shocks and renewable energy transition: empirical evidence from net oil-importing south asian economies. *Energy Ecology and Environment*, 6(3), 183-203. <https://doi.org/10.1007/s40974-020-00168-0>
150. Nemet, G. F. (2019). *How solar energy became cheap: A model for low-carbon innovation*. Routledge.
151. Nilsson, J., Nielsen, L. H., & Nilsson, M. (2019). Green transition in regional energy systems: A case study of the interplay between energy planning, regional development, and renewable energy targets in the Öresund Region, Sweden. *Sustainable Cities and Society*, 51, 101740.
152. Nowak, B. (2010). Energy market of the European union: common or segmented? *The Electricity Journal*, 23(10), 27-37.
153. OECD (2022), Renewable energy (indicator). doi: 10.1787/aac7c3f1-en).
154. Ortega-Izquierdo, M., & del Río, P. (2020). An analysis of the socioeconomic and environmental benefits of wind energy deployment in Europe. *Renewable Energy*, 160, 1067-1080.
155. Ouyang, X. and Lin, B. (2014). Impacts of increasing renewable energy subsidies and phasing out fossil fuel subsidies in china. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 933-942. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.013>
156. Ouyang, X. and Lin, B. (2014). Impacts of increasing renewable energy subsidies

and phasing out fossil fuel subsidies in china. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 933-942. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.013>

157. Padgett, S. (1992). The single European energy market: The politics of realization. *J. Common Mkt. Stud.*, 30, 53.

158. Pastukhova, M., & Westphal, K. (2016). A common energy market in the Eurasian Economic Union: Implications for the European Union and energy relations with Russia. *SWP Comments*.

159. Pavlyk, A.V. (2014). The state of development of alternative energy sources and the relevance of their use in Ukraine. *Bulletin of Sumy State University. Series: Economics*, 4, 14-20.

160. Piven, V. (2020). The economic instruments for the development of the renewable energy sector in the eu and ukraine. *Mechanism of an Economic Regulation*, (2), 169-177. <https://doi.org/10.21272/mer.2020.88.15>

161. Podolchuk, D. (2022). The Advancement of Renewable Energy in the European Union: an Examination of Support Measures. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*, 21(3(52)), 234-248. [https://doi.org/10.18524/2413-9998.2022.3\(52\).275807](https://doi.org/10.18524/2413-9998.2022.3(52).275807).

162. Podolchuk, D. (2023). Achieving renewable energy targets: A comparative assessment of the EU and Ukraine's policy frameworks. *Materials of the International Scientific and Practical Conference «Business Analytics in Foreign Economic Activity»*. March 16, 2023. 65-71. <http://194.44.12.92:8080/jspui/handle/123456789/7495>.

163. Podolchuk, D. (2023). Exploring the Relationship between the EU Emissions Trading System and Renewable Energy Development in the EU. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*, 2(3), 1-12. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230203.01>.

164. Podolchuk, D. (2023). Integrating the Ukrainian renewable energy market into the EU market: Challenges, opportunities, and policy recommendations. *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Бізнес-аналітика: моделі, інструменти та технології»*. 1-3 бер. 2023. К.: НАУ. 282-287.

165. Podolchuk, D. (2023). Tax Incentives for Renewable Energy Development in the European Union: Historical Overview and Emerging Trends. *Вісник ОНУ імені І.І.*

Мечникова, 28(1(95)), 6-10. <https://doi.org/10.32782/2304-0920/1-95-1>.

166. Polzin, F., Egli, F., Steffen, B., & Schmidt, T. S. (2019). How do policies mobilize private finance for renewable energy?—A systematic review with an investor perspective. *Applied Energy*, 236, 1249-1268.

167. Potrč, S., Čuček, L., Martin, M., Kravanja, Z. (2021). Sustainable renewable energy supply networks optimization—The gradual transition to a renewable energy system within the European Union by 2050. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 146, 111186.

168. Prussi, M., Padella, M., Conton, M., Postma, E. D., Lonza, L. (2019). Review of technologies for biomethane production and assessment of EU transport share in 2030. *Journal of cleaner production*, 222, 565-572.

169. PwC. (2020). Sunrise in the Desert Solar becomes commercially viable in MENA, Robin Mills and Emirates Solar Industry Association. www.pwc.com/en_M1/m1/publications/solar-in-the-desert-in-collaboration-with-emirates-solar-industry-association.pdf.

170. Pyrgou, A., Kylili, A., & Fokaides, P. A. (2016). The future of the Feed-in Tariff (FiT) scheme in Europe: The case of photovoltaics. *Energy Policy*, 95, 94-102.

171. Răboacă, M. S., Badea, G., Enache, A., Filote, C., Răsoi, G., Rata, M., ... & Felseghi, R. (2019). Concentrating solar power technologies. *Energies*, 12(6), 1048.

172. RE100. (2021). Companies. <http://there100.org/companies> World Energy Investment 2020. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2020>.

173. RE100. (2021). <http://there100.org/re100>.

174. Recalde, M., Peralta, A., Oliveras, L., Tirado-Herrero, S., Borrell, C., Palència, L., ... & Marí-Dell'Olmo, M. (2019). Structural energy poverty vulnerability and excess winter mortality in the European Union: Exploring the association between structural determinants and health. *Energy Policy*, 133, 110869.

175. REmap 2030. A Renewable energy Roadmap. The International Renewable Energy Agency (IRENA). June 2014. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2014/IRENA_REmap_Report_June_2014.pdf?la=en&hash=1486062A8D819F59D3D497E0CD73C8FA69EAD2F4.

176. REN21. (2019). Renewables 2019 Global Status Report.

<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>.

177. REN21. (2019). Renewables 2019 Global Status Report. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf.

178. Renewable Energy News. (2022). Five New US Governors Are Aimed at a Complete Transition of Their States to Renewable Energy. http://renewableenergynews.com/five-new-us-governors-are-aimed-at-a-complete-transition-of-their-states-to-renewable-energy/?fbclid=IwAR1TGuKsIE92NjU5d8RB90myra_4BzryUP-jTS2tn-7APb6WWRHl-HFEIj4I.

179. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation — IPCC

180. Renewables. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/renewables>.

181. Ringler, P., Keles, D., & Fichtner, W. (2017). How to benefit from a common European electricity market design. *Energy Policy*, 101, 629-643.

182. Rocco, M. V., Castellani, V., & Sala, A. (2020). The role of offshore wind power in energy transition: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119, 109609.

183. Rövekamp, P., Schöpf, M., Wagon, F., Weibelzahl, M., & Fridgen, G. (2021). Renewable electricity business models in a post feed-in tariff era. *Energy*, 216, 119228. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119228>

184. Ruijven, B., Harmsen, M., van Vuuren, D. P., & de Vries, B. (2019). The role of carbon capture and storage (CCS) technologies in ambitious climate mitigation scenarios. *Environmental Research Letters*, 14(6), 064007.

185. Ruiz, P., Nijs, W., Tarvydas, D., Sgobbi, A., Zucker, A., Pilli, R., ... & Thiel, C. (2019). ENSPRESO-an open, EU-28 wide, transparent and coherent database of wind, solar and biomass energy potentials. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100379.

186. Rutovitz, J., Harris J. (2012). Calculating Global Energy Sector Jobs: 2012 Methodology, prepared for Greenpeace International by Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, Greenpeace Africa, Johannesburg.

187. Saikia, K., Vallès, M., Fabregat, A., Saez, R., Boer, D. (2020). A bibliometric analysis of trends in solar cooling technology. *Solar Energy*, 199, 100-114.

188. Schallenberg-Rodriguez, J., & Haas, R. (2012). Fixed feed-in tariff versus premium: A review of the current Spanish system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 293-305.
189. Schmalensee, R. (2012). Evaluating policies to increase electricity generation from renewable energy. *Review of Environmental Economics and Policy*, 6(1), 45-64. <https://doi.org/10.1093/reep/rer020>
190. Sebri, M. and Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, co 2 emissions and trade openness: fresh evidence from brics countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14-23. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.033>
191. Shah, I., Hiles, C., & Morley, B. (2018). How do oil prices, macroeconomic factors and policies affect the market for renewable energy?. *Applied Energy*, 215, 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.01.084>
192. Shahbaz, M., Raghutla, C., Chittedi, K., Jiao, Z., & Vo, X. (2020). The effect of renewable energy consumption on economic growth: evidence from the renewable energy country attractive index. *Energy*, 207, 118162. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118162>
193. Share of energy from renewable sources. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_REN__custom_2012798/default/table?lang=en.
194. Soares, A. M., & Lucas, M. R. (2019). European Union energy policy: a review. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 32(1), 330-346.
195. Song, D., Jia, B., & Hongtao, J. (2022). Review of renewable energy subsidy system in china. *Energies*, 15(19), 7429. <https://doi.org/10.3390/en15197429>
196. Steblyakova, L. P., Vechkinzova, E., Khussainova, Z., Zhartay, Z., & Gordeyeva, Y. (2022). Green Energy: New Opportunities or Challenges to Energy Security for the Common Electricity Market of the Eurasian Economic Union Countries. *Energies*, 15(14), 5091.
197. Sterchele, F., Monti, A., & Ponci, F. (2019). The future of power systems: The role of energy communities and new market actors. *Sustainable Cities and Society*, 47, 1-11.
198. Sun, Z., Zhang, X., & Gao, Y. (2023). The impact of financial development on renewable energy consumption: a multidimensional analysis based on global panel data.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(4), 3124.
<https://doi.org/10.3390/ijerph20043124>

199. Szulecka, J., & Klima, K. (2020). The environmental impact of energy consumption in EU countries: decomposition analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(24), 30677-30688.

200. Tagliapietra, S., Zachmann, G., Edenhofer, O., Glachant, J. M., Linares, P., & Loeschel, A. (2019). The European union energy transition: Key priorities for the next five years. *Energy Policy*, 132, 950-954.

201. The Guardian. (2018). Cities Powered by Clean Energy. <https://www.theguardian.com/cities/2018/feb/27/cities-powered-clean-energy-renewable>.

202. Timilsina, G. R., Kurdgelashvili, L., & Narbel, P. A. (2012). Solar energy: Markets, economics and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 449-465.

203. UK100. (2021). <https://www.uk100.org/>.

204. Umbach, F. (2010). Global energy security and the implications for the EU. *Energy policy*, 38(3), 1229-1240.

205. UNDP (2014). *De-risking Renewable Energy Investment*. UN, New York. 186 p.

206. UNEP. (2019). *Global Trends in Renewable Energy Investment 2019*. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/29752/GTR2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

207. Van de Ven, D. J., Capellan-Peréz, I., Arto, I., Cazcarro, I., de Castro, C., Patel, P., Gonzalez-Eguino, M. (2021). The potential land requirements and related land use change emissions of solar energy. *Scientific reports*, 11(1), 1-12.

208. Verbruggen, A., & Laes, E. (2021). Early European experience with tradable green certificates neglected by EU ETS architects. *Environmental Science and Policy*, 119, 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.02.013>.

209. Verbruggen, A., & Laes, E. (2021). Early European experience with tradable green certificates neglected by EU ETS architects. *Environmental Science & Policy*, 119, 66-71.

210. VICE Impact. (2018). With 50 U.S. Cities Committed to 100 Percent Clean Energy, 2018 Presents New Renewable Challenges. https://impact.vice.com/en_us/article/kzn3an/with-50-us-cities-committed-to-100-percent-

clean-energy-2018-presents-new-renewable-challenges?utm_campaign=sharebutton.

211. Wang, F., Yin, H., & Li, S. (2010). China's renewable energy policy: commitments and challenges. *Energy Policy*, 38(4), 1872-1878. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.065>

212. Wang, L., Liu, L., Hafeez, M., & Sohail, S. (2021). Do economic policy uncertainty and financial development influence the renewable energy consumption levels in china?. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(5), 7907-7916. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16194-2>

213. Wang, X., Zhang, X., Qin, Y., & Škare, M. (2022). The global impact of financial development on renewable energy in a panel structural vector autoregression analysis. *Sustainable Development*, 31(3), 1364-1383. <https://doi.org/10.1002/sd.2453>

214. Wei, W., He, L., Li, X., Cui, Q., & Chen, H. (2022). The effectiveness and trade-offs of renewable energy policies in achieving the dual decarbonization goals in china: a dynamic computable general equilibrium analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11), 6386. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116386>

215. World Energy Investment 2019. <https://webstore.iea.org/world-energy-investment-2019>.

216. Wu, J., Fan, Y., & Xia, Y. (2017). How can china achieve its nationally determined contribution targets combining emissions trading scheme and renewable energy policies?. *Energies*, 10(8), 1166. <https://doi.org/10.3390/en10081166>

217. Xu, X., Chen, X., Xu, Y., Wang, T., & Zhang, Y. (2022). Improving the innovative performance of renewable energy enterprises in china: effects of subsidy policy and intellectual property legislation. *Sustainability*, 14(13), 8169. <https://doi.org/10.3390/su14138169>

218. Yin, H. and Powers, N. (2010). Do state renewable portfolio standards promote in-state renewable generation?. *Energy Policy*, 38(2), 1140-1149. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.067>

219. Zachmann, G. (2008). Electricity wholesale market prices in Europe: Convergence? *Energy Economics*, 30(4), 1659-1671.

220. Zhang, D., Cheng, H., & Zou, P. (2016). Exuberance in china's renewable energy

investment: rationality, capital structure and implications with firm level evidence. *Energy Policy*, 95, 468-478. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.005>

221. Zhang, F. (2013). How fit are feed-in tariff policies? Evidence from the European Wind Market. World Bank Policy Research Working Paper, 6376.

222. Zhang, H., Zheng, Y., Zhou, D., & Zhu, P. (2015). Which subsidy mode improves the financial performance of renewable energy firms? a panel data analysis of wind and solar energy companies between 2009 and 2014. *Sustainability*, 7(12), 16548-16560. <https://doi.org/10.3390/su71215831>

223. Zhang, Q., Wang, G., Li, Y., Li, H., McLellan, B., & Chen, S. (2018). Substitution effect of renewable portfolio standards and renewable energy certificate trading for feed-in tariff. *Applied Energy*, 227, 426-435. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.07.118>

224. Zhang, W., Xu, S., He, Z., Sharp, B., & Zhao, B. (2019). Impacts of u.s. carbon tariffs on china's foreign trade and social welfare. *Sustainability*, 11(19), 5278. <https://doi.org/10.3390/su11195278>

225. Zhao, F., Liu, F., Hao, H., & Liu, Z. (2020). Carbon emission reduction strategy for energy users in china. *Sustainability*, 12(16), 6498. <https://doi.org/10.3390/su12166498>

226. Zhao, H., Guo, S., & Fu, L. (2014). Review on the costs and benefits of renewable energy power subsidy in china. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 538-549. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.061>

227. Zsiborács, H., Baranyai, N. H., Vincze, A., Zentkó, L., Birkner, Z., Máté, K., & Pintér, G. (2019). Intermittent renewable energy sources: The role of energy storage in the European power system of 2040. *Electronics*, 8(7), 729.

228. Агентство з відновлюваної енергетики. (2021). *Сприяння енергетичній безпеці та сталому розвитку місцевих громад в Україні*. <https://rea.org.ua/wp-content/uploads/2021/10/handbook-promoting-energy-security.pdf>.

229. Белопольський, М.Г. (2013). Аналіз та розв'язання проблем ефективного використання альтернативних джерел енергії. Теоретичні та практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності, 1(3), 13–18.

230. Білоножко, О., & Блажкевич, А. (2020). Особливості розвитку вітрової енергетики в Україні. *Економічний часопис-XXI*, 184(11-12), 60-64.

231. Бондар, Ю., & Литвин, О. (2017). Розвиток біогазової енергетики в Україні: сучасний стан та перспективи. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Технічні науки, (34), 105-113.
232. Борохов, І.В. (2014). Обґрунтування можливості використання альтернативних джерел енергії та шляхів їх реалізації. Збірник праць Таврійського державного агротехнологічного університету, 14(2), 125–129.
233. Бурда, В.Е. (2011). Аналіз практики та ефективності використання альтернативних джерел енергії в Україні та світі. Ефективна економіка, 11. Отримано з http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2011_11_64
234. Витвицький, В. (2022). Розвиток вітрової енергетики в Україні: поточний стан та перспективи. Економічні аспекти сталого розвитку, 1(1), 23-36.
235. Гаркуша, М., & Якименко, О. (2019). Стан розвитку біоенергетики в Україні та його вплив на екологічну безпеку. Екологічна безпека та природокористування, 22(1), 79-85.
236. Гірник, Л.В. (2014). Альтернативні джерела енергії як умова формування енергетичної незалежності країни. Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту. Серія: Економіка та менеджмент, 2, 43–50.
237. Головченко, І., & Мельничук, І. (2018). Потенціал сонячної енергетики в Україні та його використання. Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Серія: Екологія, безпека, ресурсозбереження, 22(1), 144-148.
238. Гончаренко, О., & Коваленко, Ю. (2019). Аналіз розвитку сонячної енергетики в Україні на основі статистичних даних. Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія: Економіка, (29), 128-136.
239. Григорова, І. (2018). Аналіз розвитку вітрової енергетики в Україні. Економіка та держава, 9, 92-97.
240. Гриценко, О. (2020). Розвиток біоенергетики в Україні: проблеми та перспективи. Науковий вісник Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, 4(43), 44-49.
241. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.

(2012). Переосмислюючи стратегію розвитку. Національна доповідь з питань реалізації державної політики у сфері енергоефективності за 2010-11 роки. С. 92-96. http://sace.gov.ua/documents/nationalna_dopovid_2010-11.pdf.

242. Держстат. (2023). *Динамічні ряди показників енергетичних балансів за 1990-2019 роки*. http://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/energ/drpeb/dr_u.htm.

243. Дудка, А. (2017). Потенціал геотермальної енергетики в Україні. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Екологія та енергетика, 32(1), 125-130.

244. Енергетична (р)еволюція? *Українська енергетика*. <http://ua-energy.org/post/32438>.

245. Жовновал, В., & Мариніна, О. (2017). Особливості розвитку гідроенергетики в Україні. Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія: Економіка, (2), 112-116.

246. Коваленко, І., & Чекановська, О. (2016). Перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Вісник Дніпровського університету. Серія: Економіка інновацій, (1), 130-136.

247. Ковальчук, І., Жарська, Л., & Терлецька, О. (2021). Розвиток вітрової енергетики в Україні: технологічні, економічні та екологічні аспекти. Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія: Економіка, 30(1), 143-150.

248. Козир, Н. (2019). Проблеми та перспективи розвитку вітрової енергетики в Україні. Вісник національного університету «Львівська політехніка». Серія: Менеджмент та підприємництво, 930, 71-78.

249. Козир, Н. (2019). Проблеми та перспективи розвитку вітрової енергетики в Україні. Вісник національного університету «Львівська політехніка». Серія: Менеджмент та підприємництво, (936), 105-110.

250. Кравець, С., & Павленко, Ю. (2019). Розвиток геотермальної енергетики в Україні: стан, проблеми та перспективи. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки, 1(87), 70-76.

251. Кравченко, О., & Савін, І. (2018). Роль державної підтримки в розвитку відновлювальної енергетики в Україні. Вісник Київського національного університету

технологій та дизайну. Серія: Економічні науки, (4), 60-67.

252. Кривенко, І., & Дробот, О. (2017). Сучасний стан розвитку геотермальної енергетики в Україні. Енергетика: економіка, технології, екологія, (4), 57-63.

253. Курмаєв, П.Ю. та Стойка, В.О. (2016). Аналіз сучасних світових тенденцій у сфері енергетики. Економіка. Фінанси. Право, 8/1, 23–26.

254. Лазурко, В. (2018). Аналіз розвитку сонячної енергетики в Україні. Економічний часопис-XXI, (173), 42-46.

255. Лупашку, Т. (2019). Розвиток гідроенергетики в Україні: сучасний стан та перспективи. Енергетика: економіка, технології, екологія, (3), 41-48.

256. Лященко, С., & Коломієць, О. (2019). Розвиток сонячної енергетики в Україні: стан, проблеми та перспективи. Економічний простір, (134), 83-92.

257. Мазуренко, О. (2019). Розвиток вітрової енергетики в Україні: досягнення та проблеми. Економічний простір, 140(10), 78-83.

258. Матвійчук, Л.Ю. та Герасимчук, Б.П. (2013). Економічна доцільність використання альтернативних джерел енергії. Економічний форум, 4, 12–16.

259. Мельник, В., & Микитенко, О. (2016). Перспективи розвитку вітроенергетики в Україні. Науковий вісник Полтавського університету. Серія: Економічні науки, (4), 80-87.

260. Мельник, Л., Дериколенко, О., Мазін, Ю., Маценко, О., Півень, В. (2020). Modern Trends in the Development of Renewable Energy: the Experience of the EU and Leading Countries of the World. Механізм регулювання економіки, 3(89), 117-133.

261. Мельничук, А., & Семенюк, В. (2018). Використання вітрової енергетики в Україні: стан, проблеми та перспективи. Економіка регіону, (2), 85-91.

262. Миколук, І., & Гончарова, Ю. (2018). Розвиток гідроенергетики в Україні: проблеми та перспективи. Науковий вісник Полісся, (2), 157-163.

263. Нараєвський, С.В. (2012). Класифікація традиційних та альтернативних джерел та технологій виробництва енергії. Економічні науки. Серія: Економіка та управління, 9(1.1), 255–269.

264. Національна рада з відновлення України від наслідків війни. (2022, липень). *Проект Плану відновлення України*. Матеріали робочої групи «Енергетична

безпека». <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/energy-security.pdf>.

265. Неміш, П.Д. (2015). Ефективність використання альтернативних джерел енергії. *Сталий розвиток економіки*, 1, 140–147.

266. Онищенко, В. та Сівіцька, С. (2014). Розвиток альтернативної енергетики з підтримкою інвестицій в умовах енергетичної залежності. *Економічні аналізи-XXI*, 9-10, 34–37.

267. Павленко, В., & Стеценко, В. (2018). Оцінка потенціалу вітрової енергетики в Україні. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського. Серія: Економіка*, 4(2), 42-47.

268. Павленко, О., & Жуковська, О. (2017). Перспективи розвитку біогазової енергетики в Україні. *Економічний вісник Донбасу*, (4), 116-120.

269. Паламарчук, Н., & Голубовська, В. (2016). Аналіз розвитку вітрової енергетики в Україні. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*, 1, 121-126.

270. Подольчук, Д. (2021). «Зелений» тариф та розвиток ринку відновлюваної енергетики в ЄС. *Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference «Modern ways of solving the problems of science in the world»*, February 13-15, Warsaw, Poland. 85-87.

271. Подольчук, Д. (2021). Інвестиційна динаміка на глобальному ринку відновлювальних джерел енергії. *Матеріали міжнародної науково-теоретичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Шевченківська весна 2021»*, Ч. 3 (Секція «Актуальні проблеми міжнародних фінансів»). 41-42. http://journals.iir.kiev.ua/index.php/ec_n/article/view/4200.

272. Подольчук, Д. (2022). Особливості міжнародного інвестування у відновлювальну енергетику. *Економіка і регіон*, № 4 (87), 143-149. [https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4\(87\).2793](https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4(87).2793).

273. Подольчук, Д. (2023) Інвестиції у відновлювальну енергетику ЄС: оцінка ефективності стимулів. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 47. 86-93. DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2023-47-15>.

274. Подольчук, Д. (2023). Towards a greener future: An evaluation of the EU's energy diversification efforts and the potential of Ukraine's renewables market. *Proceedings of*

the VI International Scientific and Practical Conference «Scientific directions of research in educational activity» (February 14-17, 2023) Osaka, Japan. International Science Group. 2023.. 57-59.

275. Подольчук, Д. (2023). Моделювання інтеграції ринку Вде України до спільного ринку електроенергії ЄС. Інвестиції: практика та досвід, (11), 96-104. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.11.96>.

276. Подольчук, Д. (2023). Роль системи торгівлі квотами на викиди у сприянні розвитку відновлюваної енергетики в Європейському Союзі. Механізм регулювання економіки, (1(99)), 23–28. <https://doi.org/10.32782/mer.2023.99.04>.

277. Подольчук, Д. В. (2019). Вплив цифровізації на розвиток сектору відновлювальної енергетики. Науково-практична конференція «Діджиталізація сучасної системи міжнародних економічних відносин». Міжнародні відносини. Серія «Економічні науки», № 20, Ч. 2, 110-112. URL: http://journals.iir.kiev.ua/index.php/ec_n/article/download/4021/3673.

278. Подольчук, Д. В. (2020). Особливості регуляторної підтримки відновлюваної енергетики в ЄС. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні тенденції забезпечення ефективності економіки держави» (м. Київ, 12 вересня 2020 р.). К.: ГО «Київський економічний науковий центр». 20-24.

279. Подольчук, Д. В. (2021). Сучасні тенденції використання відновлювальних джерел енергії. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні питання, напрями та завдання стабілізації економічного розвитку країни» (27 лютого 2021 р.). Київ: Тавр. нац. ун-т ім. В. І. Вернадського. 2021. 76-78.

280. Подольчук, Д. В. (2023). Фінансові аспекти розвитку відновлювальної енергетики.

281. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20.02.2003 № 555-201 IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 24. Ст. 155.

282. Про енергозбереження: Закон України від 01.07.1994 № 74/94-ВР. Введений в дію Постановою ВР № 75/94-ВР від 01.07.94. Відомості Верховної Ради України. 1994. № 30. Ст. 283, 284.

283. Савченко, І., & Дубовик, О. (2018). Роль сонячної енергетики в

економічному розвитку України. Науковий вісник Полісся, (2), 134-141.

284. Савченко, Ю., & Борейко, О. (2019). Розвиток вітрової енергетики в Україні: аналіз стану та перспективи. Економіка та держава, (9), 65-69.

285. Семенчук, О., & Карпенко, О. (2019). Тенденції розвитку геотермальної енергетики в Україні. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки, (4), 112-117.

286. Сидоренко, В., Іваненко, Л., & Кривошеєва, І. (2020). Тенденції розвитку вітрової енергетики в Україні. Інноваційна економіка, 9(2), 74-79.

287. Чайковський, О., & Бас, І. (2018). Розвиток гідроенергетики в Україні: стан, проблеми, перспективи. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Економіка, 2(50), 81-85.

288. Шевчук, О. (2017). Потенціал та перспективи вітрової енергетики в Україні. Економічний вісник НТУУ «КПІ», 8, 94-100.

289. Ярошенко, О., & Давидовська, Ю. (2019). Розвиток відновлювальної енергетики в Україні: проблеми та перспективи. Економічний вісник НТУУ «КПІ», (3), 142-148.

ДОДАТКИ
ДОДАТОК А

Список опублікованих праць за темою дисертації

Публікація в закордонному періодичному науковому виданні, що індексується в наукометричній базі даних Index Copernicus:

1. Podolchuk, D. (2023). Exploring the Relationship between the EU Emissions Trading System and Renewable Energy Development in the EU. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*, 2(3), 1-12. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230203.01>.

Статті у наукових фахових виданнях України, що індексуються в наукометричній базі даних Index Copernicus:

2. Подольчук, Д. (2022). Особливості міжнародного інвестування у відновлювальну енергетику. *Економіка і регіон*, № 4 (87), 143-149. [https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4\(87\).2793](https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4(87).2793).

3. Podolchuk, D. (2022). The Advancement of Renewable Energy in the European Union: an Examination of Support Measures. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*, 21(3(52)), 234–248. [https://doi.org/10.18524/2413-9998.2022.3\(52\).275807](https://doi.org/10.18524/2413-9998.2022.3(52).275807).

4. Podolchuk, D. (2023). Tax Incentives for Renewable Energy Development in the European Union: Historical Overview and Emerging Trends. *Вісник ОНУ імені І.І. Мечникова*, 28(1(95)), 6-10. <https://doi.org/10.32782/2304-0920/1-95-1>.

5. Подольчук, Д. (2023). Моделювання інтеграції ринку Вде України до спільного ринку електроенергії ЄС. *Інвестиції: практика та досвід*, (11), 96-104. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.11.96>.

6. Подольчук, Д. (2023). Роль системи торгівлі квотами на викиди у сприянні розвитку відновлюваної енергетики в Європейському Союзі. *Механізм регулювання економіки*, (1(99)), 23–28. <https://doi.org/10.32782/mer.2023.99.04>.

7. Подольчук, Д. (2023) Інвестиції у відновлювальну енергетику ЄС: оцінка ефективності стимулів. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 47. 86-93. DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2023-47-15>.

Публікації в матеріалах конференцій (тези доповідей)

8. Подольчук, Д. В. (2019). Вплив цифровізації на розвиток сектору відновлювальної енергетики. Науково-практична конференція «Діджиталізація сучасної системи міжнародних економічних відносин». Міжнародні відносини. Серія «Економічні науки», № 20, Ч. 2, 110-112. URL: http://journals.iir.kiev.ua/index.php/ec_n/article/download/4021/3673.

9. Подольчук, Д. В. (2020). Особливості регуляторної підтримки відновлюваної енергетики в ЄС. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні тенденції забезпечення ефективності економіки держави» (м. Київ, 12 вересня 2020 р.). К.: ГО «Київський економічний науковий центр». 20-24.

10. Подольчук, Д. В. (2021). Сучасні тенденції використання відновлювальних джерел енергії. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні питання, напрями та завдання стабілізації економічного розвитку країни» (27 лютого 2021 р.). Київ: Тавр. нац. ун-т ім. В. І. Вернадського. 2021. 76-78.

11. Подольчук, Д. (2021). Інвестиційна динаміка на глобальному ринку відновлювальних джерел енергії. Матеріали міжнародної науково-теоретичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Шевченківська весна 2021», Ч. 3 (Секція «Актуальні проблеми міжнародних фінансів»). 41-42. http://journals.iir.kiev.ua/index.php/ec_n/article/view/4200

12. Подольчук, Д. (2021). «Зелений» тариф та розвиток ринку відновлюваної енергетики в ЄС. Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference «Modern ways of solving the problems of science in the world», February 13-15, Warsaw, Poland. 85-87.

13. Подольчук, Д. В. (2023). Фінансові аспекти розвитку відновлювальної енергетики.

14. Подольчук, Д. (2023). Towards a greener future: An evaluation of the EU's energy diversification efforts and the potential of Ukraine's renewables market. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference «Scientific directions of research in educational activity» (February 14-17, 2023) Osaka, Japan. International Science Group. 2023.. 57-59.

15. Podolchuk, D. (2023). Integrating the Ukrainian renewable energy market into the EU market: Challenges, opportunities, and policy recommendations. *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Бізнес-аналітика: моделі, інструменти та технології»*. 1-3 бер. 2023. К.: НАУ. 282-287.

16. Podolchuk, D. (2023). Achieving renewable energy targets: A comparative assessment of the EU and Ukraine's policy frameworks. *Materials of the International Scientific and Practical Conference «Business Analytics in Foreign Economic Activity»*. March 16, 2023. 65-71. <http://194.44.12.92:8080/jspui/handle/123456789/7495>.

Апробація результатів дослідження

Наукові положення та результати дослідження доповідалися та обговорювалися на засіданнях кафедри міжнародного бізнесу Інституту міжнародних відносин Київського національного університету імені Тараса Шевченка, а також апробовано на 9 міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях: Науково-практичній конференції «Діджиталізація сучасної системи міжнародних економічних відносин» 21.11.2019, Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні тенденції забезпечення ефективності економіки держави», 12 вересня 2020 року. Київ, 2020, Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання, напрями та завдання стабілізації економічного розвитку країни», 27 лютого 2021 року (Україна, м. Київ), Міжнародної науково-теоретичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «ШЕВЧЕНКІВСЬКА ВЕСНА-2021», 29 березня 2021 року, VI International Scientific and Practical Conference modern ways of solving the problems of science in the world, Warsaw, Poland (February 13 – 15, 2023), VI Міжнародна науково-практична конференція «Scientific directions of research in educational activity», 14-17 лютого 2023 р., Осака, Японія, IV міжнародна науково-практична конференція «бізнес-аналітика: моделі, інструменти та технології» Київ, 1-3 березня 2023 р., X Міжнародна науково-практична конференція «бізнес-аналітика в управлінні зовнішньоекономічною діяльністю», 16 березня 2023 року.



Рис. Б.1. Частка відновлюваних джерел енергії у загальному постачанні первинної енергії, 1990 р. та 2020 р.

Джерело: [242]

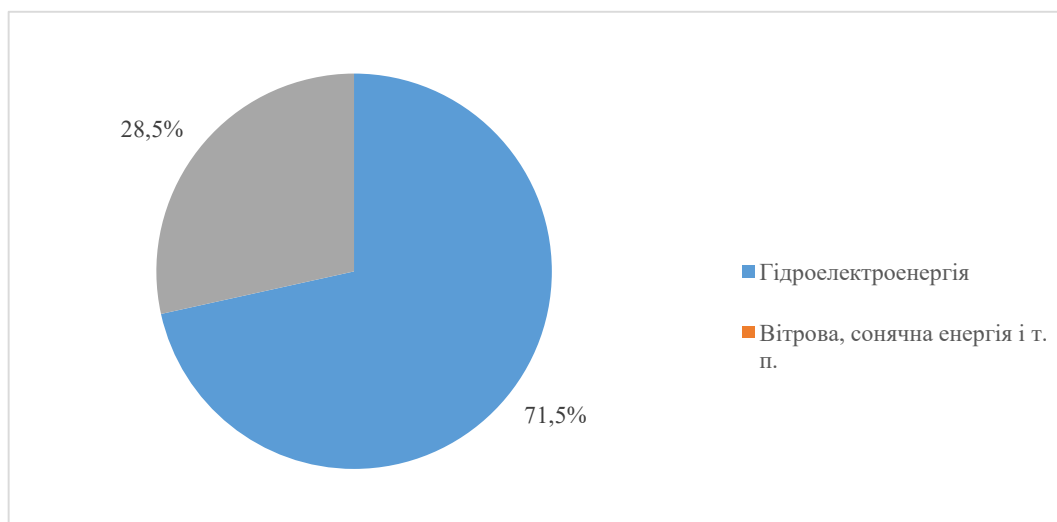


Рис. Б.2. Структура відновлюваних джерел енергії у загальному постачанні первинної енергії, 1990

Джерело: [242]

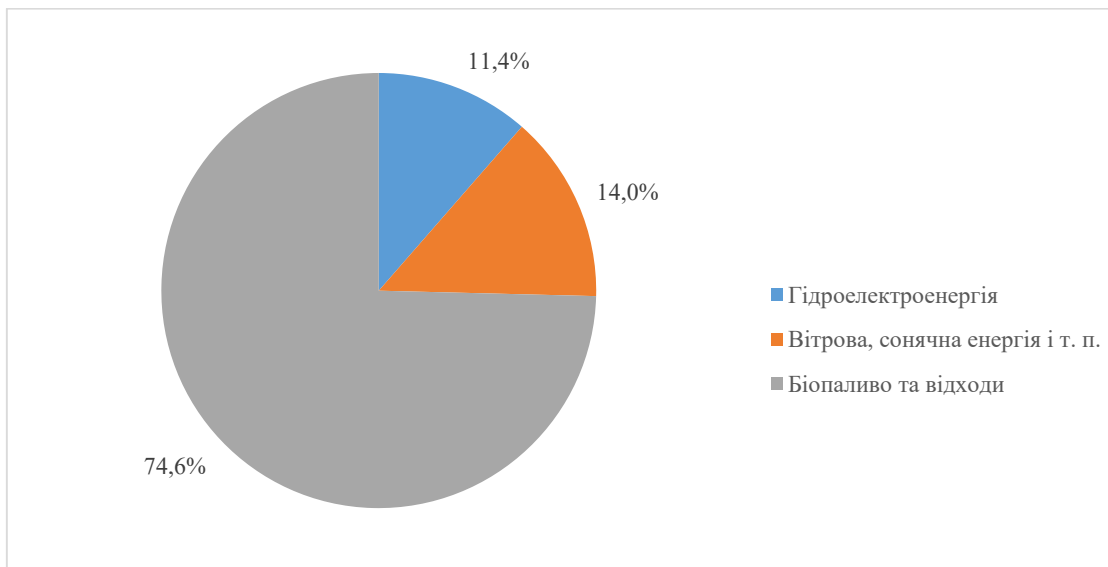
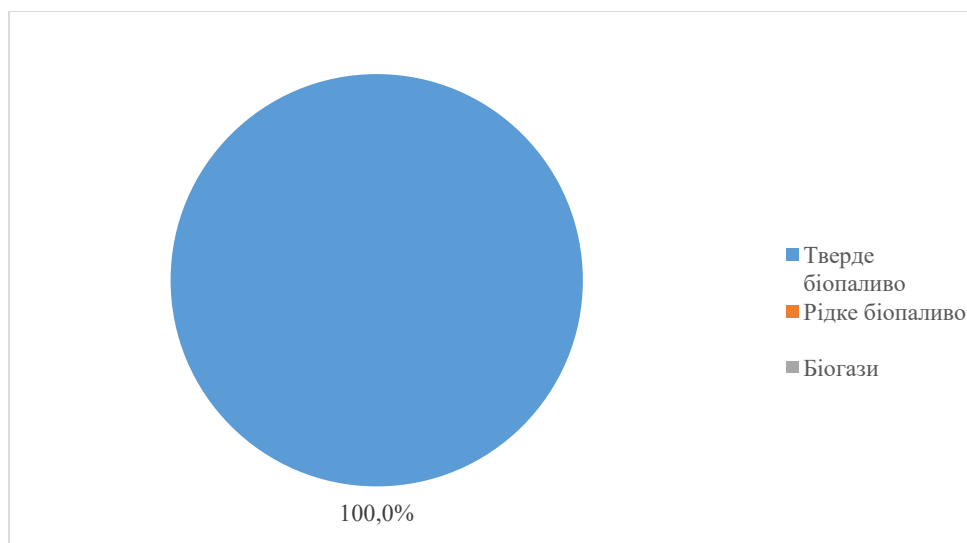


Рис. Б.3. Структура відновлюваних джерел енергії у загальному постачанні первинної енергії, 2020

Джерело: [242]



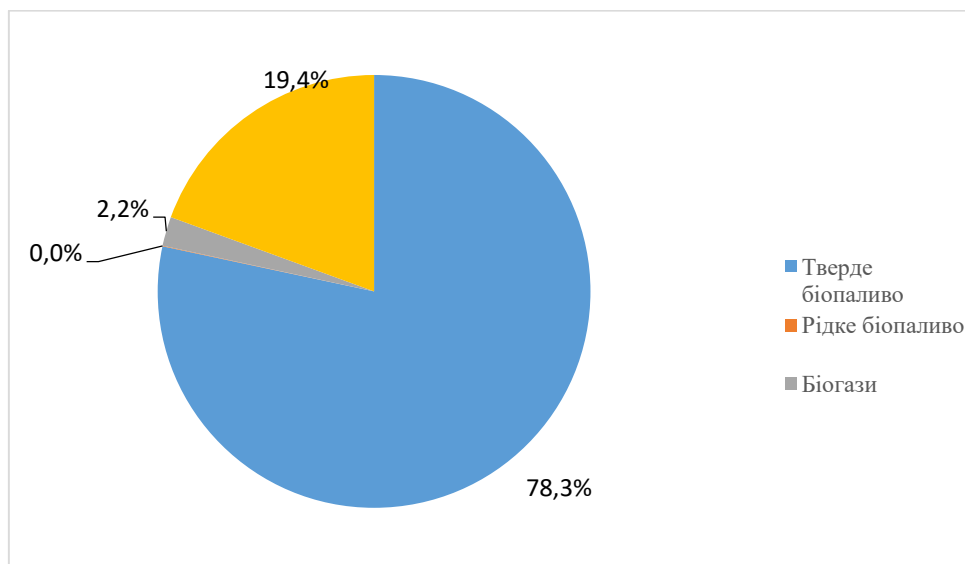


Рис. Б.3. Структура біопалива та відходів у загальному постачанні первинної енергії, 1990 та 2020

Джерело: [242]

ДОДАТОК В

Перелік співвідношень основних та допоміжних змінних моделі системної динаміки

Встановлена потужність відновлюваних джерел енергії (IREC)

$$d(\text{IREC})/dt = \text{Введення потужностей} - \text{Виведення з експлуатації} \quad (1)$$

$$\text{Введення потужностей} = \text{Річні інвестиції у відновлювану енергетику} \times \text{Введення потужностей на одиницю інвестицій} \quad (2)$$

$$\text{Виведення з експлуатації} = \text{IREC} \times \text{річний темп виведення з експлуатації} \quad (3)$$

Інвестиції у відновлювану енергетику (IRE)

$$d(\text{IRE})/dt = \text{Державні інвестиції у відновлювану енергетику} + \text{Приватні інвестиції у відновлювану енергетику} \quad (4)$$

$$\text{Державні інвестиції у відновлювану енергетику} = \text{Державні субсидії на відновлювану енергетику} \times \text{Вплив регуляторної політики} \times \text{Вплив ринкових умов} \quad (5)$$

$$\text{Приватні інвестиції у відновлювану енергетику} = \text{Приватні інвестиції} \times \text{Вплив регуляторної політики} \times \text{Вплив ринкових умов} \quad (3.6)$$

Попит на відновлювану енергію (ВДЕ)

$$d(\text{ВДЕ})/dt = \text{Збільшення ВДЕ} - \text{Зменшення ВДЕ} \quad (7)$$

$$\text{Збільшення ДВДЕ} = (\text{Економічне зростання} + \text{Зростання населення}) \times \text{Частка відновлюваної енергії} \times (1 - \text{Заходи з енергоефективності}) \quad (8)$$

$$\text{Зменшення ДВДЕ} = \text{ДВДЕ} \times \text{Споживчі уподобання} \quad (9)$$

Узгодження регуляторної бази (RFA)

$$d(\text{RFA})/dt = \text{Прийняття політик та директив ЄС} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{Прийняття політик та директив ЄС} = \text{Рівень прийняття політики ЄС} \times (\text{Кількість} \\ \text{політик та директив ЄС} - \text{RFA}) \end{aligned} \quad (11)$$

Річні інвестиції у відновлювану енергетику (AI_RE)

$$\begin{aligned} \text{AI_RE} = \text{Державні субсидії на відновлювану енергетику} + \text{приватні інвестиції у} \\ \text{відновлювану енергетику} \end{aligned} \quad (12)$$

Приріст потужності на одиницю інвестицій (CA_UI)

$$\text{CA_UI} = f(\text{Технологічно-специфічний приріст потужності на одиницю інвестицій}) \quad (13)$$

Середній термін служби установок відновлюваної енергетики (AL_REI)

$$\text{AL_REI} = g(\text{Середній термін служби для конкретної технології}) \quad (3.14)$$

Щорічні темпи виведення з експлуатації (ADR)

$$\text{ADR} = 1 / \text{AL_REI} \quad (15)$$

Державні субсидії для відновлюваної енергетики (GS_RE)

$$\begin{aligned} \text{GS_RE} = \text{Базові державні субсидії} \times \text{Вплив регуляторної політики} \times \text{Вплив} \\ \text{ринкових умов} \end{aligned} \quad (16)$$

Приватні інвестиції у відновлювану енергетику (PI_RE)

$$\text{PI_RE} = \text{Базові приватні інвестиції} \times \text{Вплив регуляторної політики} \times \text{Вплив}$$

ринкових умов (17)

Вплив регуляторної політики (RPI)

$$RPI = f(\text{Регуляторна політика та директиви}) \quad (18)$$

Вплив ринкових умов (MCI)

$$MCI = f(\text{Ціни на енергоносії, економічні фактори}) \quad (19)$$

Технологічні інвестиційні частки (TS_IS)

$$TS_IS = h(\text{Інвестиційна привабливість конкретних технологій}) \quad (20)$$

Економічне зростання (EG)

$$EG = g(\text{Темпи зростання ВВП}) \quad (21)$$

Зростання населення (PG)

$$PG = g(\text{Щорічний приріст населення}) \quad (22)$$

Заходи з енергоефективності (ЗЕЕ)

$$ЗЕЗ = f(\text{Реалізовані заходи з енергоефективності}) \quad (23)$$

Частка відновлюваної енергії (ВДЕ)

$$\text{ЧВДЕ} = f(\text{Встановлена потужність ВДЕ, загальний попит на електроенергію}) \quad (24)$$

Споживчі переваги (СП)

$$SP = f(\text{Тарифи на зелену енергію, децентралізовані системи відновлюваної енергетики}) \quad (25)$$

Рівень прийняття політики ЄС (EU_PAR)

$$EU_PAR = f(\text{Політична воля, Правові обмеження, Інституційна спроможність})$$

(26)

Кількість політик та директив ЄС (N_EU_PD)

$$N_EU_PD = f(\text{Відповідні політики та директиви ЄС щодо відновлюваної енергетики})$$

(27)

Коефіцієнт прогресу (PR)

$$PR = \text{Узгодження нормативно-правової бази} / \text{Кількість політик та директив ЄС}$$

(28)

№ 26.08/23.-19

«26» серпня 2023 р.

Довідка
про практичне впровадження результатів дисертаційного дослідження Подольчука
Дмитра Володимировича на тему «Розвиток комунітарного ринку
відновлювальної енергетики в Європейському Союзі»

Українська асоціація відновлювальної енергетики оцінила результати дослідження Дмитра Подольчука на тему «Розвиток комунітарного ринку відновлювальної енергетики в Європейському Союзі» та вважає їх значущими та корисними для своєї роботи.

Висновки, отримані в ході дослідження, мають значення для розробки стратегічних планів та політик в рамках українського сектору відновлювальної енергетики. Модель системної динаміки, розроблена у дисертації, підтверджує важливість політичної підтримки та регулятивної гармонізації в рамках інтеграції України в спільний ринок відновлювальної енергетики ЄС.

Ми плануємо використовувати отримані висновки для просування політики відновлюваної енергетики та формування партнерських відносин з іншими учасниками ринку. Це дозволить нам стимулювати інвестиції, створювати сприятливі ринкові умови та сприяти розвитку відновлювальної енергетики в Україні.

Голова асоціації



Олексій ОРЖЕЛЬ



Товариство з обмеженою відповідальністю «ЛІГ АГРО»

81652, Львівська область, м. Новий Розділ, проспект Шевченка, буд. 15А, Код ЄДРПОУ
38246490, ІПН 382464913526, тел./факс (032)2953616,
IBAN UA48320478000000026003185116 в АБ «Укргазбанк» у м. Львові від. № 290/13,
МФО 320478

big 17 червня 2023р.

Довідка 03

*про практичне впровадження результатів дисертаційного дослідження
Подольчука Дмитра Володимировича на тему «Розвиток комунітарного ринку
відновлювальної енергетики в Європейському Союзі», поданого на здобуття
наукового ступеня
доктора філософії за спеціальністю 292 «Міжнародні економічні відносини»*

Результати наукового дослідження Подольчука Дмитра Володимировича на тему «Розвиток комунітарного ринку відновлювальної енергетики в Європейському Союзі» мають практичну значимість.

Модель системної динаміки, що була розроблена в ході цього дослідження, виявила важливість сильної політичної підтримки та регулятивної гармонізації для успішної інтеграції українського сектору відновлювальної енергетики до спільного ринку ЄС. Ці результати мають велике практичне значення для нас.

Ми використаємо отримані в ході дослідження висновки для оптимізації нашої бізнес-стратегії та планування діяльності. Наша компанія зосереджується на стимулюванні інвестицій та створенні ринкових умов, що сприяють розвитку відновлювальної енергетики в Україні. Ми переконані, що застосування цих висновків в практиці сприятиме подальшому розвитку сектору відновлюваної енергетики в Україні.

Директор ТОВ «ЛІГ АГРО»



Олександр ГИРИЧ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ
ІНСТИТУТ МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИН
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА

EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC
INSTITUTE OF
INTERNATIONAL RELATIONS
TARAS SHEVCHENKO NATIONAL
UNIVERSITY OF KYIV

04119, м. Київ, вул. Юрія Іллєнка, 36/1
Тел: (044) 481-44-37
Факс: (044) 481-45-55
E-mail: office@iir.kiev.ua



36/1, Yurii Illenka St., Kyiv 04119 Ukraine
Phone: (044) 481-44-37
Fax: (044) 481-45-55
E-mail: office@iir.kiev.ua

№ _____
на _____ від _____

Довідка

про практичне впровадження результатів дисертаційного дослідження Подольчука Дмитра Володимировича на тему «Розвиток комунітарного ринку відновлювальної енергетики в Європейському Союзі», поданого на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 292 «Міжнародні економічні відносини»

Видана аспіранту кафедри міжнародного бізнесу Подольчуку Дмитру Володимировичу про те, що теоретичні положення та практичні рекомендації його дисертаційного дослідження впроваджені у практику науково-педагогічної діяльності кафедри міжнародного бізнесу.

Окремі положення дисертації щодо інституційних та фінансових компонентів механізму створення комунітарного ринку відновлювальної енергетики в Європейському Союзі, а також перспектив розвитку енергетики України в контексті «Зеленої угоди» використані при підготовці навчально-методичних матеріалів із дисциплін «Міжнародний бізнес», «Теорія сталого розвитку та соціальні аспекти міжнародного бізнесу», «Галузеві аспекти міжнародного бізнесу».

В.о.директора



Ігор МІНГАЗУТДІНОВ