

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний університет «Київський авіаційний інститут»

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ОНИСЮК СЕРГІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 339.9:620.9

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ МІЖНАРОДНОЇ
ЕКОНОМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЛОБАЛЬНОГО
ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ**

Галузь знань: 29 Міжнародні відносини

Спеціальність: 292 «Міжнародні економічні відносини»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

_____ Онисюк С. В.

Науковий керівник: Татаренко Н.О., к.е.н., професор кафедри.

Київ – 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГЛОБАЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ.....	19
1.1. Еволюція концепції енергетичного переходу.....	19
1.2. Інституційна архітектура глобального енергетичного ринку.....	40
1.3. Механізми міжнародної економічної взаємодії у сфері енергетики....	58
Висновки до розділу 1.....	67
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ СТАН МІЖНАРОДНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ ТА ТЕНДЕНЦІЇ ЙОГО ТРАНСФОРМАЦІЇ.....	71
2.1. Глобальні тренди розвитку відновлюваної енергетики.....	71
2.2. Міжнародний досвід реалізації енергетичного переходу.....	85
2.3. Ключові виклики та ризики інтеграції України до глобального енергетичного переходу.....	104
Висновки до розділу 2.....	126
РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ МІЖНАРОДНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЛОБАЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ.....	129
3.1. Формування нової архітектури глобального ринку чистої енергії.....	129
3.2. Удосконалення механізмів передачі технологій та інновацій.....	146
3.3. Поглиблення регіональної інтеграції України для прискорення енергетичних трансформацій.....	160
Висновки до розділу 3.....	179
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	183
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	186
ДОДАТКИ	213

АНОТАЦІЯ

Онисюк С.В. Міжнародна економічна взаємодія як механізм забезпечення глобального енергетичного переходу. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 292 «Міжнародні економічні відносини». – Державне некомерційне підприємство «Київський авіаційний інститут», м.Київ, 2026.

У роботі розглянуто глобальний енергетичний перехід як багатовимірний процес, що виходить далеко за межі технічної модернізації енергетичних систем. Він охоплює фінансові, інституційні, технологічні та соціальні аспекти й формує нову архітектуру міжнародної економічної взаємодії. Особливу увагу приділено ролі України в цих процесах та можливостям її інтеграції у світовий енергетичний простір.

Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробці практичних рекомендацій щодо удосконалення механізмів міжнародної економічної співпраці для підтримки глобального енергетичного переходу.

Наукова новизна роботи полягає у запропонованій моделі нової архітектури глобального ринку чистої енергії як багаторівневої системи, що поєднує інституційні, ринкові, інфраструктурні, фінансові та безпекові компоненти. Розроблено механізм передачі технологій та інновацій, який виходить за межі класичних підходів і поєднує фінансові, інституційні та цифрові інструменти. Сформовано напрями поглиблення інтеграції України у сфері енергетики, що відображають якісно новий етап її включення до європейського та глобального енергетичного простору.

Практичне значення результатів полягає у можливості їх застосування для формування державної політики України у сфері енергетики, розробки стратегій інтеграції до європейського енергетичного ринку, удосконалення механізмів міжнародної співпраці та залучення інвестицій у відновлювану енергетику.

Ключові слова: глобальний енергетичний перехід, міжнародна економічна взаємодія, відновлювана енергетика, технологічний трансфер, інтеграція України, архітектура глобального ринку чистої енергії.

SUMMARY

Onysiuk S. V. International Economic Interaction as a Mechanism for Ensuring the Global Energy Transition. – Qualification scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 292 “International Economic Relations”. – National Aviation University, Kyiv, 2026.

This dissertation addresses the global energy transition as a multidimensional process that goes far beyond the technical modernization of energy systems. It encompasses financial, institutional, technological, and social dimensions, shaping a new architecture of international economic interaction. Particular attention is paid to Ukraine’s role in these processes and the opportunities for its integration into the global energy space.

The aim of the study is to provide theoretical justification and develop practical recommendations for improving mechanisms of international economic cooperation to support the global energy transition.

The scientific novelty lies in the proposed model of the new architecture of the global clean energy market as a multi-level system that integrates institutional, market, infrastructural, financial, and security components. A mechanism for technology and innovation transfer is developed, which goes beyond classical approaches and combines financial, institutional, and digital instruments. Strategic directions for deepening Ukraine’s integration into the energy sector are formulated, reflecting a qualitatively new stage of its inclusion in the European and global energy space.

The practical significance of the results is their applicability for shaping Ukraine’s energy policy, designing strategies for integration into the European energy market, improving mechanisms of international cooperation, and attracting investments into renewable energy.

Keywords: global energy transition, international economic interaction, renewable energy, technology transfer, Ukraine’s integration, architecture of the global clean energy market.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. Lesiv, I., Datsun, S., Kremena, R., Shakhovets, A., & **Onysiuk, S.** (2025). Adaptive management systems for enhancing production enterprise efficiency. *African Journal of Applied Research*, 11(1), 484-497. <https://www.ajaronline.com/index.php/AJAR/article/view/865> (Scopus)
2. Iurchenko, M. ., Dzhegur , G. ., Kravchenko , O. S.-., Velgan , O. ., Yurchenko A. ., & **Onysiuk, S.** (2025). Energy Security and Its Role in Regional Development: A Probabilistic Assessment of Socio-Economic Indicators. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 14(SI-1), 264-269. <https://doi.org/10.14419/extrqd70>
3. **Онисюк С.В.** Механізми міжнародної економічної співпраці для підтримки глобального енергетичного переходу: шляхи вдосконалення. Збірник наукових праць "Вчені записки". 2024. № 36(3). С. 254-271. http://doi.org/10.33111/vz_kneu.36.24.03.22.152.158
4. **Онисюк С.В.**, Татаренко Н.О. Енергетичний перехід як стратегія економічного зростання: досвід країн для України. Актуальні проблеми економіки 2026 № 1 (295). С. 345-352 DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-295-345-352
5. **Онисюк С.В.** Нормативно-правове забезпечення глобального енергетичного переходу: міжнародний досвід та перспективи. Актуальні проблеми економіки. - 2026.- № 2 (296). – с.148-161

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Onysiuk S. An examination of The Global Renewables Outlook and international collaboration strategies. XIV Міжнародна науково-практична конференція "Національні економічні стратегії розвитку в глобальному середовищі". Київ, 2023. С. 37-40.
2. Onysyuk S. Financing Sources of the Global Energy Transition Projects. Fundamental shifts in geo-economic systems of the world : international collection of scientific works. National Academy of Sciences of Ukraine; State Organization "Institute for Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine". Kyiv, 2023. P.221-224.
3. Онисюк С.В. Глобальний енергетичний перехід: ключова роль міжнародної економічної співпраці. XXIV Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених "ПОЛІТ сучасні проблеми науки". Київ, 2024. С. 252-254.
4. Onysiuk S. The economics of the energy transition in the EU aviation industry. XI Всесвітній конгрес "Авіація в XXI столітті" – "Безпека в авіації та космічні технології". Київ, 2024. С. 5.1.26–5.1.29. <https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/congress/article/view/19537>
5. Онисюк С.В. Інноваційні підходи до фінансування проектів з відновлюваної енергетики: роль міжнародних фондів та інвестиційних платформ. XV

Міжнародна науково-практична конференція "Національні економічні стратегії розвитку в глобальному середовищі". Київ, 2024. С. 257-259.

6. Онісюк С.В. Інституційні підходи до впровадження кліматично нейтральних технологій. XXV Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «ПОЛІТ сучасні проблеми науки». Київ, 2025. С. 199-202.

ВСТУП

Глобальний енергетичний перехід, який передбачає системне скорочення використання викопних джерел енергії та масштабне впровадження відновлюваних технологій, набуває особливої актуальності в контексті сучасних міжнародних економічних відносин. Його значення виходить далеко за межі технічної модернізації енергетичних систем, адже він інтегрований у глобальну економічну архітектуру та визначає нові параметри співпраці між державами, міжнародними організаціями, фінансовими інституціями та приватним сектором. Успішність цього процесу залежить від здатності світової спільноти координувати зусилля, формувати спільні інвестиційні та інноваційні платформи, а також забезпечувати справедливий розподіл ресурсів і технологій між країнами з різним рівнем економічного розвитку.

Сучасні тенденції світової економіки свідчать, що енергетичний перехід неможливий без створення ефективних міжнародних фінансових механізмів, серед яких ключову роль відіграють «зелені» облігації, фонди сталого розвитку та багатосторонні інвестиційні програми. Вони покликані мобілізувати значні обсяги капіталу для модернізації енергетичної інфраструктури, розвитку технологій з низьким рівнем викидів та підтримки країн, які стикаються з дефіцитом фінансових і технологічних ресурсів. У цьому контексті міжнародна економічна взаємодія постає не лише як інструмент досягнення кліматичних цілей, але й як засіб забезпечення глобальної економічної стабільності та зниження ризиків енергетичної нерівності.

Додатковим чинником важливості обраної теми є геополітична напруженість та зростаюча конкуренція за доступ до критично важливих ресурсів, таких як літій, кобальт чи рідкісноземельні метали, що використовуються у виробництві відновлюваних технологій. Це створює потребу у формуванні прозорих і збалансованих механізмів міжнародної співпраці, які б запобігали монополізації та сприяли справедливому розподілу вигод від енергетичного переходу. Водночас інтеграція цифрових технологій, розвиток ринків вуглецевих квот та трансформація глобальних ланцюгів

постачання вимагають нових підходів до регулювання міжнародної економічної взаємодії, що підкреслює міждисциплінарний характер проблематики.

Дослідженню питання механізму міжнародної економічної взаємодії для забезпечення глобального енергетичного переходу приділяли увагу ряд іноземних авторів, зокрема Ф. Краузе та Г. Боссель вперше системно обґрунтували концепцію «енергетичного переходу» як альтернативного шляху розвитку енергетики, що передбачає перехід до відновлюваних джерел енергії, підвищення енергоефективності та формування нової моделі економічної взаємодії, яка не лише знижує екологічні ризики, але й відкриває перспективи сталого економічного розвитку.

В свою чергу Т. Уннершталл розглядав енергетичний перехід, що можливий лише за умови ретельно продуманого дизайну політики, ефективної імплементації та прозорого розподілу витрат між державою, бізнесом і домогосподарствами. Автор підкреслив, що успіх «енергопреходу» залежить від балансу між екологічними імперативами та економічною життєздатністю, а також від здатності суспільства прийняти фінансові та соціальні виклики, пов'язані з трансформацією енергетичної системи.

Т. Ахмед, розглядаючи енергетичний перехід у Канаді, довів, що він є не лише екологічною необхідністю, але й економічно обґрунтованим процесом, який може бути реалізований завдяки оптимальному поєднанню технологічних інновацій та раціональної політики управління енергетичними ресурсами. Дослідження Т. Ахмеда підкреслює, що успішність цього переходу залежить від здатності держави створити сприятливі умови для інвестицій у відновлювану енергетику, забезпечити ефективне управління витратами та сформувати довгострокову стратегію зниження вуглецевої залежності.

Англійські економісти К. Дженкінс і Д. Хопкін, дійшли висновку, що енергетичний перехід у сфері попиту та ефективності є не лише технічним завданням, але й соціотехнічною трансформацією, яка визначає нові траєкторії розвитку економіки та суспільства. Успішність низьковуглецевих інновацій залежить від їх здатності інтегруватися у соціальні практики та інституційні

структури, формуючи нову модель енергетичного управління, що поєднує екологічні імперативи з економічною життєздатністю.

В.Р. Налуле, африканська авторка доводить, що енергетичний перехід може стати каталізатором економічного розвитку та соціальної стабільності, якщо він буде ґрунтуватися на справедливому доступі до ресурсів, регіональній координації та врахуванні специфіки африканських країн.

В свою чергу І. Солоріо та Г. Йоргенс зосередили свою увагу на вивченні європейської політики у сфері відновлюваних джерел енергії є результатом складної взаємодії між процесами європеїзації та національними політичними практиками держав-членів. На їх думку, вона не лише формує нові стандарти та регуляторні рамки, але й сприяє горизонтальній дифузії інноваційних рішень, створюючи умови для узгодженого розвитку енергетичних систем у межах ЄС.

Ф.В. Гілс доводить, що технологічні переходи слід розглядати як складні еволюційні процеси, які формуються не лише технічними факторами, але й соціальними, економічними та культурними умовами. Це робить концепцію Ф. Гілса фундаментальною для розуміння сучасних енергетичних та екологічних трансформацій, зокрема глобального енергетичного переходу.

Серед інших іноземних авторів, що розглядали питання енергопереходу також варто зазначити Р. Бардацці, М. Базіліан, А. Голдтау, С. Гріффітс, К. Віллімент, М. Г. Пазієнца, М. Пазієнца, Х. Р. Нейра-Кастро, А. Косьцеляк, М. Кітінг, Дж. Кім, Б. К. Совакул, В. Сміл, Г. Вуд, та інші.

Дослідженню ключових особливостей розвитку глобальної енергетики, окремих елементів структури світового енергетичного ринку, національних підходів до вирішення проблем енергетичного переходу, напрямів трансформації світового енергетичного ринку і аналізу його моделі в контексті процесів глобалізації присвячена низка праць вітчизняних вчених, серед яких А. В. Яцків, А. І. Конечний, А. Ф. Гуцал, В. М. Саприкін, Г. В. Рябцев, Д. К. Прейгер, І. А. Франчук, І. Є. Корнілов, І. І. Набок, І. В. Камінська, Н. О. Татаренко, Н. П. Іванова, О. І. Когут-Ференс, О. І. Цапко-Піддубна, О. М. Дяченко, О. В. Хабатюк, О. В. Шевченко, О. Ю. Чигрин, О. В. Кузьменко, П. Б. Юр'єва, С. І. Пірожков, Т. В. Ковальчук, Ю. М. Саква. та ін.

Проте їхні наукові пошуки зосереджені основним чином довкола аналізу наслідків енергетичного переходу і меншою мірою стосуються управління процесом та механізму міжнародної економічної співпраці для підтримки глобального енергетичного переходу, зокрема недостатньо висвітленими залишаються питання формування нової архітектури глобального ринку чистої енергії, удосконалення механізмів передачі технологій та інновацій, а також поглиблення регіональної інтеграції України. Їхнє комплексне опрацювання становить основу досліджень, здатний забезпечити більш повне й системне розуміння ролі України у глобальному енергетичному переході та підвищити ефективність її участі у міжнародних економічних процесах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Дисертаційне дослідження виконано в рамках кафедральної науково-дослідної теми кафедри «Міжнародний рух капіталу в умовах зовнішньої збройної агресії проти України та повоєної відбудови» (номер державної реєстрації №12-2024/15.01.01), де автор надав аналітичний матеріал щодо удосконалення механізмів міжнародної економічної взаємодії в умовах глобального енергетичного переходу, аналіз інституційних та правових засад міжнародного співробітництва у сфері енергетики, оцінку фінансово-економічних інструментів підтримки декарбонізації, а також механізмів координації дій держав і міжнародних організацій.

Тема дисертації відповідає освітньо-науковій програмі «Міжнародні економічні відносини» за спеціальністю 292 «Міжнародні економічні відносини» галузі знань 29 «Міжнародні відносини» в КАІ (зокрема, ОК 1.3.1, ОК 1.3.4 та ОК 1.3.5).

Мета і завдання дослідження.

Метою дисертаційної роботи є теоретичне обґрунтування та розроблення практичних рекомендацій щодо удосконалення механізмів міжнародної економічної взаємодії для забезпечення глобального енергетичного переходу. Відповідно до мети дослідження у дисертаційній роботі поставлено та вирішено такі завдання:

- досліджено еволюцію концепції енергетичного переходу;

- встановлено інституційну архітектуру глобального енергетичного ринку;
- узагальнено міжнародний досвід реалізації енергетичного переходу;
- встановлено глобальні тренди розвитку відновлюваної енергетики;
- вивчено міжнародний досвід реалізації енергетичного переходу;
- систематизовано ключові виклики та ризики інтеграції України до глобального енергетичного переходу;
- сформовано нову архітектуру глобального ринку чистої енергії;
- запропоновано удосконалення механізмів передачі технологій та інновацій;
- розроблено напрями поглиблення регіональної інтеграції України для прискорення енергетичних трансформацій.

Об’єктом дослідження є процес удосконалення механізмів міжнародної економічної взаємодії для забезпечення глобального енергетичного переходу.

Предмет дослідження є сукупність теоретичних, методичних і практичних підходів, пов’язаних з удосконалення механізмів міжнародної економічної взаємодії для забезпечення глобального енергетичного переходу.

У процесі виконання завдань, визначених у дисертації, було застосовано сукупність загальнонаукових та спеціальних методів наукового пізнання. Дослідження ґрунтується на принципах поєднання теоретичних положень із практичними аспектами, системності та комплексності аналізу. Особливу увагу приділено використанню методів прогнозування, що дозволяють окреслити можливі траєкторії розвитку механізмів міжнародної економічної взаємодії у контексті забезпечення глобального енергетичного переходу. Такий підхід забезпечує цілісність дослідження та підвищує його наукову й практичну значущість.

Методи дослідження. Методологічною основою дослідження виступають ряд загальних та спеціальних методів.

Так, в п. 1.1. 1.2. було використано поєднання аналізу, синтезу, індукція та дедукція, які були використані для систематизації підходів до енергетичного переходу та інституційної архітектури глобального ринку. Історико-логічний метод дав змогу простежити еволюцію концепції енергетичного переходу від

заміщення паливних ресурсів до сучасних стратегій декарбонізації. Порівняльний метод використовувався для зіставлення регіональних практик та визначення їхнього впливу на глобальні процеси. Спеціальні методи включали системний підхід, що дозволив розглядати енергетичний перехід як багатовимірну соціотехнічну трансформацію, інституційний аналіз було використано для дослідження ролі міжнародних та регіональних організацій у формуванні глобального енергетичного ринку. В п. 1.3. було застосовано системний підхід, що дав змогу розглядати енергетичний перехід як багатовимірну соціотехнічну трансформацію, що охоплює економічні, політичні та технологічні складові. Поряд з цим інституційний аналіз використовувався для дослідження ролі міжнародних і регіональних організацій у формуванні архітектури глобального енергетичного ринку та визначення їхнього впливу на процеси трансформації. А соціотехнічна багаторівнева перспектива дозволила інтегрувати технологічні інновації, соціальні практики та регуляторні рамки в єдину дослідницьку конструкцію, що забезпечило комплексність і глибину аналізу..

У п. 2.1. для оцінки обсягів потужностей та виробництва відновлюваної енергії у світі та формування топ-рейтингу країні лідерів в цій сфері було використано статистичний та трендовий аналіз, а також рейтингові індикатори що дало змогу простежити динаміку зростання та визначити ключові закономірності. Також у п. 2.2. було використано якісний аналіз, метод кейс-стаді, індексний та порівняльний аналіз для вивчення міжнародного досвіду реалізації енергетичного переходу ґрунтувалося та порівняльних індикаторів енергопереходу, що дало змогу розкрити особливості політик і практик окремих країн та регіонів. У рамках визначення ключових викликів та ризиків інтеграції України було використано методи аналізу та синтезу, що дозволили окреслити інституційні та регуляторні бар'єри в країні. Оцінка частки ВДЕ в енергоспоживанні України базувалася на аналізі енергетичного балансу та статистичних методах, що забезпечило точність кількісних показників.

У рамках Розділу 3 застосовано системний підхід, що у п.3.1. дозволив розглядати глобальний ринок чистої енергії як цілісну багаторівневу систему, а

не як сукупність окремих секторів. Саме цей підхід став основою для формування моделі нової архітектури глобального енергетичного простору та визначення взаємозв'язків між її інституційними, ринковими, інфраструктурними, фінансовими й безпековими компонентами. У п. 3.2. використано структурно-функціональний аналіз, за допомогою якого було досліджено трансформацію ринкових механізмів і появу нових учасників, що дало змогу встановити зміну функцій та ролей суб'єктів енергетичного ринку в умовах цифровізації та декарбонізації. У п. 3.3. при визначенні перспектив інтеграції України та формуванні стратегічних напрямів удосконалення механізмів взаємодії, застосовувалися елементи прогностичного та експертного аналізу, що дозволило оцінити можливі сценарії розвитку та потенційні ризики.

Інформаційною базою дослідження стали офіційні статистичні дані, міжнародні аналітичні звіти, нормативні документи та наукові публікації з проблематики енергетичного переходу. У роботі використано матеріали провідних міжнародних організацій, зокрема IEA, IRENA, World Bank, International Monetary Fund, European Commission та Energy Community. Їхні статистичні бази та щорічні огляди дозволили проаналізувати глобальні тенденції розвитку відновлюваної енергетики, трансформацію ринкових механізмів і фінансові аспекти енергопереходу. Для дослідження українського контексту були використані матеріали Міністерство енергетики України, Державна служба статистики України, НКРЕКП, а також стратегічні документи та нормативно-правові акти у сфері енергетики. Додатково опрацьовано наукові статті, аналітичні доповіді, експертні оцінки та матеріали профільних досліджень, що стосуються формування нової архітектури глобального ринку чистої енергії та інтеграції України до європейського енергетичного простору. Інформаційну базу також доповнюють результати власних наукових досліджень за аналітичними матеріалами з відкритих джерел.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у поглибленому та систематизованому вдосконаленні теоретико-методичних, наукових і практичних положень щодо удосконалення механізмів міжнародної економічної взаємодії для забезпечення глобального енергетичного переходу.

Наукові результати, що визначають новизну дисертаційного дослідження та виносяться на захист, полягають у такому:

уперше:

- сформульовано концептуальні засади аналізу глобального енергетичного переходу, як солідарної стратегії, в рамках якої заявлено принцип пріоритетності цілей сталого розвитку щодо національних стратегій економічного розвитку країн та щодо принципу економічної ефективності;
- запропоновано модель нової архітектури глобального ринку чистої енергії як багаторівневої системи, яка об'єднує шість взаємопов'язаних підсистем, що дало змогу комплексно відобразити вплив різновекторних складових на формування нової якості глобального енергетичного простору в умовах економічної турбулентності та глобальних асиметрій;
- класифіковано принципи та тренди трансформації інститутів і механізмів міжнародної взаємодії в контексті нової архітектури глобального енергетичного переходу та логіки функціонування світового ринку і багаторівневої мережевої системи.

удосконалено:

- категорійний апарат дослідження з уточненням дефініції «енергетичний перехід», яка відображає реакцію на глобальні виклики – зміни клімату, виснаження традиційних джерел енергії та потреб забезпечення світового сталого розвитку;
- концепцію механізмів міжнародної економічної взаємодії як комплексу різнорівневих інструментів економічного регулювання, правових норм та інституційних форм, які визначають параметри співпраці у сферах міжнародного поділу праці, міжнародних фінансів, міжнародної торгівлі, руху капіталу, передачі технологій, формуванні відповідної інфраструктури та логістики і забезпечують досягнення цілей глобального енергетичного переходу
- класифікацію та оцінку ролі економічних та позаекономічних ризиків здійснення глобального енергетичного переходу і формування нової архітектури

глобальної енергетичної безпеки, які деформують розвиток національних і світової економік;

- систематизацію інституційної архітектури глобального енергетичного ринку, яка являє собою багаторівневу систему і комплекс господарських, фінансових, правових та технологічних міжнародних відносин між державами, міжнародними організаціями, транснаціональними корпораціями, господарюючими суб'єктами;

- визначення структури і шляхів забезпечення ефективності та дієвості механізмів міжнародної економічної взаємодії;

набуло подальшого розвитку:

- критерії оцінки ролі нових ринкових агентів у контексті трансформації глобального енергетичного ринку на якісно новому етапі його розвитку;

- оцінка впливу ключових інституцій глобального енергетичного ринку на процес енергетичного переходу з метою визначення їхньої ролі у формуванні регуляторних рамок, забезпеченні інституційної стійкості та прискоренні інтеграції відновлюваних джерел енергії у глобальний енергетичний простір;

- обґрунтування необхідності переходу від ресурсно-галузевої моделі до моделі архітектури можливостей, у якій визначальну роль відіграють цифрові технології, інтероперабельність та інноваційна адаптивність;

- визначення теоретичних засад аналізу міжнародної економічної взаємодії у сфері енергетики, що розглядається як комплекс господарських, фінансових, правових та технологічних відносин;

- уточнення структури відновлюваної енергетики з акцентом на зміну домінування сонячної, водневої та вітрової генерації;

- визначення ролі і наслідків фінансових та політичних чинників на ринку чистої енергії, які постають ключовими складовими, що визначають темпи трансформації та якість глобального енергетичного переходу;

- оцінка перспектив конвергенції і інтеграції енергетичної системи України до глобальної системи енергетичного переходу.

Практичне значення отриманих результатів. Основні наукові положення дисертації доведено до рівня теоретичних узагальнень і практичних рекомендацій, що можуть бути використані органами державного управління, регуляторами, операторами ринку та енергетичними компаніями при прийнятті стратегічних рішень щодо інтеграції відновлюваних джерел енергії, підвищення стійкості енергосистеми та розвитку нових бізнес-моделей, а саме:

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота представляє собою завершене самостійне наукове дослідження у якому викладено авторський підхід щодо теоретико-методичних і науково-практичних аспектів вирішення конкретного наукового завдання розробки теоретичних і прикладних засад удосконалення механізмів міжнародної економічної взаємодії для забезпечення глобального енергетичного переходу. Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки, пропозиції та рекомендації, що виносяться на захист, отримані автором самостійно. Ідеї, положення та гіпотези інших авторів, використані в дослідженні, мають відповідні посилання та застосовуються виключно для аргументації ідей здобувача. У випадках, коли в дисертаційній роботі використано матеріали з наукових праць, опублікованих у співавторстві, включено лише ті положення, які є результатом самостійної роботи здобувача.

Апробація результатів дослідження. Найважливіші теоретичні положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, були апробовані шляхом оприлюднення на наукових і науково-практичних заходах різного рівня, зокрема: «Національні економічні стратегії розвитку в глобальному середовищі» (м. Київ, 2023, 2024), «ПОЛІТ сучасні проблеми науки» (м. Київ, 2024, 2025), «Авіація в XXI столітті» – «Безпека в авіації та космічні технології» (м. Київ, 2024). 11. Апробація результатів дослідження. Найважливіші теоретичні положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, були апробовані шляхом оприлюднення на наукових і науково-практичних заходах різного рівня, зокрема: «Національні економічні стратегії розвитку в глобальному середовищі» (м. Київ, 2023, 2024), «ПОЛІТ сучасні проблеми науки» (м. Київ, 2024, 2025), «Авіація в XXI столітті» – «Безпека в авіації та космічні технології» (м. Київ, 2024).

Публікації. Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено в **10** наукових публікаціях, серед них 2 публікації у наукових фахових виданнях України, 1 публікація у періодичному науковому виданні, проіндексованому у наукометричній базі Scopus, 7 публікацій у збірниках матеріалів конференцій.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГЛОБАЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ

1.1. Еволюція концепції енергетичного переходу

Енергетичний перехід, що передбачає поступову трансформацію від традиційних викопних джерел енергії до відновлюваних та низьковуглецевих технологій, є складним і багатовимірним процесом. Його реалізація потребує не лише внутрішніх реформ у межах окремих держав, але й узгоджених та системних дій на міжнародному рівні. Сучасні глобальні виклики – зміна клімату, зростання енергетичної залежності, що супроводжується геополітичними ризиками, а також необхідність забезпечення сталого розвитку – зумовлюють потребу у формуванні нових моделей співпраці між країнами, міжнародними організаціями та транснаціональними корпораціями. Лише комплексний підхід, що поєднує національні стратегії з міжнародною координацією, може забезпечити ефективність енергетичного переходу та сприяти формуванню стійкої глобальної енергетичної системи.

Енергетичний перехід як наукова та практична концепція сформувалася як відповідь на глобальні виклики, що пов'язані зі зміною клімату, виснаженням традиційних джерел енергії і відповідно необхідністю у забезпеченні сталого розвитку суспільства. Еволюція цього процесу відображає поступовий перехід розвинутих країн від локальних екологічних ініціатив до комплексної міжнародної політики, що в свою чергу охоплює економічні, технологічні та соціальні аспекти. Початково ідея енергетичного переходу з'явилась у зв'язку із необхідністю рядом країн у пошуку альтернатив атомній енергетиці та зменшенню залежності від природних викопних ресурсів, проте у XXI столітті відбулась трансформація у багатовимірну стратегію, що спрямована на досягнення певної кліматичної індиферентності, розвиток відновлюваних джерел енергії, підвищення енергоефективності економік країн і відповідно формування нових моделей економічного зростання. Сучасні дослідження підкреслюють, що енергетичний перехід є не лише технологічним процесом, а й

соціально-економічною трансформацією, що потребує узгодження інтересів держав, бізнесу та громадянського суспільства. У цьому контексті особливого значення набуває аналіз історичних етапів становлення концепції, її інституційного закріплення у міжнародних угодах та національних стратегіях, а також визначення перспективних напрямів розвитку, що дозволяють поєднати екологічну безпеку з економічною конкурентоспроможністю.

Глобальний енергетичний перехід, що передбачає структурну трансформацію національних енергетичних систем у напрямі поступової відмови від викопних ресурсів та формування низьковуглецевої економіки, нині постає як один із ключових викликів і водночас рушійних чинників міжнародного розвитку. Зростання світового попиту на енергетичні ресурси, посилення кліматичних ризиків, нерівномірність доступу до енергії та необхідність зміцнення енергетичної безпеки формують нову архітектуру глобальних економічних взаємовідносин, особливо між розвинутими країнами. За прогнозами Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики, сучасна енергетична система перебуває у стані фундаментальної трансформації, що потребує узгоджених і комплексних дій з боку держав, транснаціональних корпорацій, міжнародних організацій та фінансових інституцій. Лише інтеграція національних стратегій у ширший міжнародний контекст може забезпечити ефективність цього процесу та сприяти формуванню стійкої глобальної енергетичної моделі. [178].

Концепція енергетичного переходу (energy transition) сформувалася як наукова категорія на перетині економічних, соціальних та технологічних досліджень і за останні десятиліття перетворилася на домінуючу парадигму глобального розвитку. Її еволюція відображає зміни у світовому енергетичному балансі, політичних пріоритетах країн світу та міжнародних організацій, а також у технологічній структурі світової економіки.

Перші уявлення про необхідність переходу від використання викопних енергоносіїв до альтернативних джерел енергії виникли в 1970-х роках у відповідь на нафтові кризи, які продемонстрували вразливість енергетичної безпеки країн, що залежні від імпортованих ресурсів. На початковому етапі

енергетичної трансформації основний акцент робився на диверсифікації джерел постачання енергії та розвитку ядерної енергетики. Водночас питання декарбонізації ще не розглядалося як визначальний фактор і не виступало ключовим обмеженням у формуванні енергетичної політики. Лише наприкінці XX – на початку XXI століття, із зростанням проявлення кліматичних ризиків та як наслідок встановлення негативного впливу парникових газів на клімат в контексті глобального потепління, концепція енергетичного переходу стала набувати чіткої екологічної орієнтації.

Концепція енергетичного переходу зазнала суттєвої еволюції як у змісті, так і в масштабах застосування. Спершу цей термін використовувався у вузькому значенні, описуючи історичні зміни домінуючих джерел енергії як то, перехід від використання деревини до вугілля під час індустріальної революції чи від вугілля до нафти й газу у XX столітті [180]. Такі трансформації були зумовлені технологічними інноваціями, доступністю ресурсів та економічною ефективністю.

Наприкінці XX століття, особливо в Німеччині з появою концепції *Energiewende*, термін «енергетичний перехід» набув політичного та нормативного виміру. Енергетичний перехід поступово почали розглядати не лише як природну зміну паливних ресурсів, а й як свідомий вибір суспільства на користь сталого розвитку, зменшення залежності від атомної енергетики та активного впровадження відновлюваних джерел.

Як наукова та політична концепція він відображає трансформацію світових енергетичних систем від домінування викопних ресурсів до відновлюваних і низьковуглецевих технологій. Його еволюція засвідчує зміну парадигми: від історичного опису динаміки використання енергоресурсів до глобальної стратегії сталого розвитку, що інтегрує економічні, технологічні та соціальні виміри.

У 1970–1980-х роках термін «енергетичний перехід» застосовувався переважно для позначення історичних змін у паливно-енергетичному балансі, проте згодом набув значення стратегічної концепції, спрямованої на формування нової моделі розвитку.

У 1990-х роках, з появою концепції *Energiewende* у Німеччині, він набув політичного змісту, пов'язаного з відмовою від атомної енергетики та розвитком відновлюваних джерел. У 2000-х роках поняття стало частиною міжнародних дискусій про «зелену економіку» та боротьбу зі зміною клімату, а після Паризької угоди 2015 року – ключовим механізмом досягнення кліматичної нейтральності [188,189].

У XXI столітті розвиток поняття значною мірою визначається глобальною кліматичною політикою. Згідно Кіотського протоколу (1997 р.) та особливо Паризької угоди (2015 р.) енергетичний перехід було закріплено як ключовий механізм досягнення кліматичної нейтральності та інструмент обмеження негативного впливу окремих країн на процес глобального потепління. Сьогодні цей термін охоплює широкий спектр процесів, серед яких: декарбонізація виробництва електроенергії, електрифікація транспортного сектору, підвищення рівня енергоефективності, цифровізація енергетичних систем, а також створення нових фінансових та управлінських механізмів, спрямованих на підтримку та прискорення трансформаційних змін [188].

Сучасний етап (2020–2025 рр.) характеризується інтеграцією енергетичного переходу у глобальні стратегії, такі як Європейський «Green Deal», а також у національні програми, зокрема українську «Концепцію зеленого енергетичного переходу до 2050 року» [49,126,127,192,]. Таким чином, енергетичний перехід сьогодні розглядається як комплексна соціально-економічна трансформація, що визначає нову архітектуру світової економіки та політики. Поряд з цим еволюція концепції енергетичного переходу відображає зміну парадигми провідних країн світу від локальних екологічних ініціатив до глобальної кліматичної політики. Сьогодні вона є не лише технологічним процесом, а й соціально-економічною трансформацією, що визначає майбутнє розвитку держав і підприємств, табл. 1.1.

Енергетичний перехід у сучасному науковому дискурсі розглядається як багатовимірний процес, що пройшов шлях від суто технологічних трансформацій у сфері використання джерел енергії до формування комплексної

глобальної стратегії, інтегрованої у систему міжнародних економічних та соціальних відносин.

Таблиця 1.1.

Еволюція концепції енергетичного переходу

Період	Технологічний вимір	Економічний вимір	Соціальний вимір
1970–1980-ті рр	Перехід від деревини до вугілля, від вугілля до нафти й газу; розвиток атомної енергетики.	Енергетичні кризи 1970-х, пошук дешевших і доступніших ресурсів.	Зростання усвідомлення екологічних ризиків, перші «зелені» рухи.
1990-ті рр	Початок розвитку відновлюваних джерел (сонце, вітер); концепція Energiewende у Німеччині.	Формування ринків «зеленої» енергетики; дискусії про економічну доцільність відмови від атомної енергетики.	Суспільний тиск на уряди щодо екологічної безпеки; антиядерні рухи.
2000-ні рр	Масове впровадження сонячних і вітрових технологій; розвиток біоенергетики.	Київський протокол (1997), поява механізмів торгівлі квотами CO ₂ .	Зростання ролі міжнародних екологічних організацій; формування поняття «зеленої економіки».
2010-ті рр	Швидке зниження вартості ВДЕ; розвиток технологій зберігання енергії; електромобілі.	Паризька угода (2015), глобальні інвестиції у «чисту» енергетику.	Формування концепції «справедливого переходу»; зростання екологічної свідомості суспільства.
2020–2025 рр	Воднева енергетика, цифровізація енергосистем, Smart Grid, інтеграція ВДЕ у великі мережі.	European Green Deal (2020), ESG-стандарти, фінансування «зелених» проектів.	Українська «Концепція зеленого енергетичного переходу до 2050 р.»; акцент на соціальній адаптації працівників усіх галузей.

Джерело: [48,62,126,127,139,140,219,145,220,226,244]

Якщо на початкових етапах його сутність зводилася до зміни паливно-енергетичного балансу – переходу від традиційних викопних ресурсів до альтернативних джерел, – то нині він охоплює широкий спектр завдань, пов'язаних із забезпеченням сталого розвитку, модернізацією економічних механізмів та трансформацією соціальних структур.

Поняття енергетичного переходу бере свій початок із публікації, здійсненої у 1980 році німецьким Інститутом прикладної екології (Öko-Institut). У цій праці було обґрунтовано необхідність радикальної трансформації енергетичної системи, що передбачала повну відмову від використання ядерної енергії та нафтопродуктів. [188,189].

Ця робота посідає особливе місце в історії формування сучасної енергетичної політики Німеччини та Європейського Союзу. Вона стала одним із

ключових інтелектуальних джерел, що започаткували концепцію енергетичного переходу, яка згодом отримала назву *Energiewende*. Її поява була зумовлена складними економічними та політичними умовами 1970-х років, коли Європа переживала наслідки нафтових криз і вела інтенсивні дискусії щодо безпеки атомної енергетики. Саме в цьому контексті автори, Ф. Краузе, Г. Боссель та Р. Мюллер-Рейсманн, представили комплексне дослідження, яке доводило можливість повної відмови Німеччини від ядерної енергії, нафтопродуктів та імпортованих викопних ресурсів, що на той час сприймалося як радикальна ідея [188,189].

У своїй роботі дослідники обґрунтували технологічну та економічну здійсненність побудови енергосистеми, заснованої на відновлюваних джерелах енергії, ще задовго до того, як відповідні технології набули масового поширення. Вони зробили наголос на необхідності переходу від централізованих електростанцій до децентралізованих моделей енергозабезпечення, що включають регіональні енергетичні системи, локальні теплові мережі та розподілену ними генерацію, фактично передбачивши розвиток сучасних «розумних» мереж. Особливу увагу було приділено енергоефективності: автори підкреслювали, що найдешевша енергія – це та, яка не була спожита, і пропонували системні заходи зі зниження енергоспоживання шляхом теплоізоляції будівель, модернізації промисловості та впровадження низькоенергетичних технологій.

Важливим новаторським аспектом дослідження стало наукове обґрунтування широкого використання поновлюваних джерел енергії – сонячної та вітрової генерації, біомаси, гідроенергетики та геотермальних ресурсів. Автори також акцентували на екологічних і соціальних наслідках енергетичного переходу, серед яких зменшення викидів CO₂, підвищення екологічної безпеки, демократизація енергосистеми та зниження впливу транснаціональних корпорацій на енергетичну політику [188].

Значення цієї праці для подальшого розвитку енергетичної політики було визначальним. Вона заклала концептуальні засади для поетапного відмови від атомної енергетики (*Atomausstieg*), сприяла становленню відновлюваної

енергетики у Федеративній Республіці Німеччина, а також стала підґрунтям для формування поняття *Energiewende* та сучасних кліматичних стратегій Європейського Союзу. [189]. Якщо у 1980 році запропоновані ідеї сприймалися як радикальні, то вже на початку 2000-х років Німеччина розпочала їх практичну реалізацію. Це підтвердило проривний характер дослідження та засвідчило його історичну значущість у формуванні сучасної енергетичної політики.

У своїх дослідженнях В. Сміл прагнув систематизувати історичний розвиток енергетичних систем у довготривалій перспективі, застосовуючи міждисциплінарний підхід. Автор поєднує історичний, економічний, технологічний та соціальний аналіз, демонструючи, яким чином енергія визначала траєкторії цивілізаційного розвитку – від давніх суспільств до індустріальної епохи. У центрі уваги автора процеси поступового заміщення домінуючих джерел енергії, які він трактує як фундаментальні трансформації, що визначають економічну продуктивність, соціальні структури та екологічні наслідки [219,220].

В.Сміла цікавить не лише технічна сторона використання енергоресурсів, а й культурні та інституційні чинники, які впливали на швидкість і характер переходів. В. Сміл демонструє, що перехід від використання деревини до вугілля, а згодом від вугілля до нафти, не був одномоментним явищем, а становив тривалий процес, який охоплював століття та відбувався нерівномірно в різних регіонах світу.

Автор наголошує, що енергетичні трансформації завжди зумовлювалися не лише технологічними інноваціями, але й економічними стимулами, геополітичними викликами та соціальними змінами. У своїй праці він підкреслює, що історичні енергетичні переходи відбувалися поступово, часто супроводжувалися кризами та конфліктами, і лише з часом призводили до стабілізації нових систем. Окрему увагу дослідник приділяє екологічним наслідкам використання енергії, хоча у 1980-х роках проблематика кліматичних змін ще не посідала центрального місця в науковому дискурсі. Таким чином, його книга заклала підґрунтя для подальшого розширення поняття

«енергетичного переходу», яке згодом почало охоплювати не лише економічні та технологічні, а й екологічні та соціальні виміри. [219,220].

Завдяки міждисциплінарному підходу ця праця стала вагомим внеском у формування сучасної теорії енергетичних трансформацій. Вона продемонструвала, що енергетичні системи слід розглядати не лише як технічні інфраструктури, а як складні соціотехнічні утворення, які визначають траєкторії цивілізаційного розвитку.

Праця Т. Уннерсталла «The German Energy Transition: Design, Implementation, Cost and Lessons» належить до найґрунтовніших сучасних досліджень, присвячених аналізу німецької моделі енергетичного переходу. У ній системно розглянуто інституційний дизайн, політичні механізми реалізації, економічні наслідки та соціальні уроки, що робить дослідження вагомим внеском у теоретичне осмислення та міжнародну інтерпретацію цього поняття. [247].

Т. Уннерсталл пропонує науково структуроване визначення «Energiewende», трактуючи його не лише як технологічний процес, а як комплексну соціотехнічну трансформацію. Вона охоплює зміну інституційної архітектури, модернізацію ринку електроенергії, впровадження інноваційних технологій на основі відновлюваних джерел та «розумних» мереж, а також забезпечення соціальної підтримки й політичних механізмів залучення громад. Такий підхід розширює ранні концепції енергетичного переходу, започатковані Інститутом прикладної екології у 1980 році, підкреслюючи багатовимірність і системність трансформацій [247].

Особливу увагу автор приділяє аналізу інструментів державної політики, які визначають динаміку переходу. Він показує, що «Energiewende» є результатом взаємодії таких механізмів, як система тарифів на відновлювану енергію (FIT), Закон про відновлювану енергію (EEG), ринкове ціноутворення, підтримка децентралізованої генерації та регуляторна інтеграція відновлюваних джерел у мережу. У такий спосіб робота сприяє інституційному осмисленню енергетичного переходу, створюючи рамку для порівняння різних національних моделей [247].

Важливим внеском є також економічний аналіз. Автор одним із перших здійснює систематичну оцінку витрат, включаючи прямі трансформаційні витрати на інфраструктуру та розвиток відновлюваних джерел, витрати на підтримку споживачів і виробників, а також зовнішні ефекти, серед яких – скорочення викидів CO₂ та посилення енергетичної безпеки. Він доводить, що хоча витрати є значними у короткостроковій перспективі, вони економічно виправдані у довгостроковому періоді, що зміцнює дискурс про «Energiewende» як стратегічно вигідну інвестицію. Крім того, автор демонструє, як зростання частки відновлюваних джерел змінює цінові сигнали на електроенергетичному ринку, впливає на прибутковість традиційних електростанцій та підкреслює значення гнучкості й систем зберігання енергії, що дозволяє глибше зрозуміти ринкову динаміку в умовах трансформації.

В роботі також подано визначення міжнародного осмислення енергетичного переходу. Т. Уннерсталл порівнює німецький підхід із моделями США, Данії та Великої Британії, виокремлюючи його як унікальний соціотехнічний експеримент і водночас визначаючи універсальні та специфічні елементи. Такий підхід розширює поняття Energiewende до рівня глобальної порівняльної політики. Водночас автор не обмежується описом успіхів, а здійснює критичну рефлексію, окреслюючи проблеми нерівномірного розподілу фінансових тягарів, навантаження на домогосподарства через EEG-Umlage, затримки у розвитку мереж та виклики інтеграції великої частки відновлювальних джерел енергії. Методологічний внесок, даної роботи, полягає у пропозиції застосування структурного підходу до оцінки помилок політики, що дозволяє формувати майбутні дії для інших країн [247].

Значення цієї праці для розвитку глобального наукового дискурсу полягає в тому, що вона трансформувала німецький досвід у теоретичну модель, яка утвердила Energiewende як процес довгострокової декарбонізації, соціотехнічної трансформації, політико-економічного експерименту та інноваційної моделі енергетичної системи майбутнього. Важливим здобутком Т. Уннерсталла стало поєднання академічного та політичного дискурсу: він створив місток між теоретичними моделями трансформації, практичними рекомендаціями для

політиків, економічною оцінкою ринку та аналізом соціальних і екологічних наслідків. Це надало його праці статус своєрідного підручника для політичних реформ і посилило вплив концепції енергетичного переходу в глобальній політиці.

Таким чином, дослідження Т. Уннерсталла є однією з ключових сучасних праць, яка концептуально структурувала поняття енергетичного переходу, запропонувала глибоку економічну та інституційну аналітику, сформувала теоретичні рамки для порівняння міжнародних енергетичних трансформацій і закріпила його як окреме наукове та політичне поняття. Вона стала джерелом, що перетворило *Energiewende* з національної стратегії на глобальну модель енергетичної трансформації.

Заслуговує на увагу й праця Р. Фукета «*The Slow Search for Solutions: Lessons from Historical Energy Transitions*», яка належить до провідних досліджень, присвячених аналізу історичних закономірностей енергетичних трансформацій та їхнього значення для сучасної політики. Автор розглядає енергетичні переходи як тривалі процеси, що розгортаються протягом десятиліть і навіть століть, наголошуючи на їхній повільності та складності. [135].

Автор зазначає, що історичні зміни у використанні енергоресурсів – від деревини до вугілля, а згодом від вугілля до нафти та газу – були зумовлені поєднанням економічних стимулів, технологічних інновацій та соціальних потреб. Важливим висновком є те, що ці переходи рідко мали швидкий чи лінійний характер: вони супроводжувалися кризами, періодами нестабільності та пошуком нових рішень. Дослідник наголошує, що енергетичні системи характеризуються значною інерційністю, яка уповільнює впровадження нових технологій навіть за умов їхньої економічної доцільності [135,136].

У науковому дослідженні підкреслюється, що історичні уроки енергетичних трансформацій мають безпосереднє значення для сучасних викликів, пов'язаних із декарбонізацією та протидією зміні клімату. Р. Фукет доводить, що політика повинна враховувати тривалість і складність енергетичних переходів, а також необхідність створення стимулів для інновацій та інвестицій у нові технології. Він робить висновок, що сучасний пошук рішень

для подолання кліматичної кризи нагадує історичні процеси енергетичних трансформацій, проте потребує значно швидшої динаміки, ніж у минулому.

I. Солоріо та Х. Йоргенс систематизували розвиток європейської політики у сфері відновлюваної енергетики та зробили вагомий внесок у формування сучасного розуміння поняття «енергетичний перехід». Автори пропонують міждисциплінарний аналіз, який поєднує політичну науку, правові дослідження та економічну оцінку, демонструючи, що енергетичний перехід у ЄС слід розглядати не лише як технологічну трансформацію, а як комплексний соціотехнічний процес, що охоплює інституційні зміни, політичні механізми та нові моделі управління [223].

У роботі показано, що європейська концепція «Energiewende» була адаптована на рівні ЄС через створення багаторівневої системи регулювання, яка поєднує директиви, національні стратегії та механізми підтримки відновлюваних джерел енергії. Дослідники наголошують, що саме політичні інструменти – директиви щодо розвитку відновлюваних джерел енергії, система квот, механізм feed-in tariffs, ринкові стимули та заходи інтеграції у внутрішній енергетичний ринок – стали визначальними чинниками закріплення поняття енергетичного переходу в європейському науковому та політичному дискурсі [223].

Автори підкреслюють, що енергетичний перехід у Європейському Союзі має багатовимірний характер: він постає одночасно як технологічне, економічне, політичне та соціальне явище. Такий підхід дозволяє розглядати європейську модель як потенційний орієнтир для інших регіонів світу, водночас акцентуючи на специфіці європейського контексту, де інтеграція ринків і політик відіграє ключову роль.

У цьому зв'язку особливого значення набувають праці Ф. В. Гілса, одного з провідних дослідників у сфері технологічних та енергетичних трансформацій. Його дослідження заклали основу для розвитку концепції соціотехнічних трансформацій та багаторівневої перспективи (Multi-Level Perspective, MLP), яка сьогодні широко застосовується у вивченні процесів енергетичного переходу [138-140].

Автор пропонує розглядати технологічні переходи не як одномоментні зміни, а як «еволюційні процеси ре-конфігурації», що охоплюють взаємодію між нішевими інноваціями, усталеними режимами та ширшим соціо-економічним ландшафтом. Він показує, що нові технології спочатку виникають у нішах, де вони можуть розвиватися без прямої конкуренції з домінуючими системами. Згодом, під впливом зовнішніх факторів економічних криз, політичних змін, культурних трансформацій ці інновації починають проникати у режим, поступово змінюючи його структуру [138-140].

У дослідженні наголошується, що технологічні переходи є складними, нелінійними та багаторівневими процесами, які охоплюють не лише технічні аспекти, а й інституційні, культурні та поведінкові зміни. Ф. В. Гілс підкреслює важливість взаємодії між різними рівнями: «нішевим рівнем інновацій», «режимом усталених практик» та «ландшафтом макросоціальних тенденцій». Саме ця трикомпонентна модель стала концептуальною основою для подальших досліджень у сфері енергетичного переходу, оскільки вона пояснює, яким чином нові технології відновлюваної енергетики можуть поступово трансформувати традиційні енергетичні системи [138-140].

Таким чином, праця Ф.В.Гілса зробила вирішальний внесок у формування сучасного визначення поняття «енергетичний перехід». Вона показала, що перехід слід розуміти не лише як заміну одного джерела енергії іншим, а як «комплексну соціотехнічну трансформацію», що охоплює інновації, інституційні зміни та ширші соціальні процеси. Це визначення стало базовим для сучасної академічної літератури і використовується як теоретична база для аналізу переходів у сфері енергетики, транспорту та інших галузей.

Ще одні дослідники в галузі енергопереходу, Р. Бардацці та М. Пазієнці в своїй роботі інтегрували соціальний вимір у дискусію про енергетичний перехід. Автори аналізують, як трансформація енергетичних систем, що спрямована на декарбонізацію та розвиток відновлюваних джерел, впливає на домогосподарства з низькими доходами та обмеженим доступом до енергетичних ресурсів. У центрі уваги роботи перебуває проблема енергетичної вразливості, яка розглядається не лише як економічне явище, пов'язане з

високими витратами на енергію, а й як соціальна категорія, що визначає рівень справедливості та інклюзивності переходу [90].

Дослідники наголошують, що енергетичний перехід у Європі та світі не може бути успішним без урахування його соціальних наслідків. Політика декарбонізації та інвестиції у відновлювану енергетику створюють нові виклики для найбільш уразливих груп населення. Тому енергетична трансформація має супроводжуватися механізмами підтримки, які забезпечують доступність енергії, знижують ризики енергетичної бідності та сприяють утвердженню соціальної рівності. У цьому контексті монографія розширює визначення поняття «енергетичний перехід», трактуючи його не лише як технологічну та економічну трансформацію, а як процес, що має глибокі соціальні наслідки [90].

Значним внеском роботи в дослідження питання енергетичного переходу є поєднання економічного аналізу з політичними та правовими аспектами, що дозволяє розглядати енергетичний перехід як багатовимірний процес, у якому взаємодіють ринки, інституції та соціальні практики. Р.Бардацці та М.Пазієнца підкреслюють, що справедливість і захист уразливих домогосподарств мають стати центральними елементами політики переходу, інакше він ризикує поглибити соціальну нерівність [90].

Інша робота науковця, що займався питаннями енергопереходу, Т. Ахмеда «Modeling the Renewable Energy Transition in Canada: Techno-economic Assessments for Energy Management», належить до ранніх системних досліджень, що присвячені моделюванню енергетичного переходу на рівні окремої держави зокрема Канади, з використанням інтегрованих техніко-економічних оцінок. Ця праця формує вагомий аналітичний внесок у теоретичне осмислення динаміки переходу до відновлюваних джерел енергії та може розглядатися як частина фундаментального корпусу знань щодо моделювання трансформацій у країнах із високою залежністю від викопних ресурсів [77].

Автор пропонує концептуальну рамку, у якій енергетичний перехід розглядається як керований оптимізаційний процес, що поєднує мінімізацію витрат, скорочення вуглецевих викидів, підвищення енергоефективності та забезпечення надійності енергопостачання. На відміну від соціотехнічних чи

політикоорієнтованих досліджень, у цьому випадку акцент зроблено на математичному моделюванні, аналізі техніко-економічних параметрів та сценарному прогнозуванні. Важливим аспектом є інтегративний підхід, який розглядає вплив технологій відновлюваної енергетики, систем зберігання та управління ними, а також цінових змін на ринку електроенергії як взаємопов'язані елементи єдиної системи [77].

Емпіричний внесок дослідження полягає у врахуванні специфіки канадської енергетичної системи в процесах енергетичного переходу. Вона характеризується значною роллю гідроенергетики, високими обсягами викидів у транспортному секторі, великою територією з низькою щільністю населення, сезонною варіативністю споживання та залежністю окремих провінцій від нафти й газу. Це дозволило сформувати унікальну регіональну модель переходу, яка може бути застосована до інших ресурсноорієнтованих економік. Сценарний аналіз, представлений у праці, охоплює моделювання зростання частки сонячної та вітрової енергії, підвищення ефективності транспорту, впровадження систем управління попитом та розвиток когенерації, що робить дослідження вагомим внеском у розробку стратегій декарбонізації Північної Америки [77].

Методологічно робота спирається на оптимізаційні моделі (LP, MILP та гібридні підходи), які дають змогу моделювати довгострокові енергетичні баланси, оцінювати вплив політик на структуру генерації та ефективність інвестицій у відновлювані джерела енергії. Запропонований інструментарій забезпечує кількісну оцінку альтернативних політичних рішень на рівні держави, зокрема тарифних систем, субсидій, стимулів до енергоефективності та вуглецевих податків. Це підкреслює, що енергетичний перехід може розглядатися як керована політична стратегія, а не лише як ринковий процес, і робить внесок у розвиток теорії transition governance [77].

Глобальне значення дослідження полягає у позиціонуванні канадського досвіду в міжнародному дискурсі енергетичного переходу. До його появи канадський контекст був менш представлений у наукових працях порівняно з ЄС чи Німеччиною. Т. Ахмед заповнив цю прогалину, запропонувавши перше системне техніко-економічне моделювання переходу в Канаді та створивши

структуру для міжнародних порівнянь. Робота охоплює інженерні, економічні, політичні, екологічні та модельні аспекти енергетичної трансформації [77].

Отже, праця Т. Ахмеда здійснює значний внесок у формування поняття енергетичного переходу на глобальному рівні: вона пропонує кількісну модель трансформації, демонструє механізми переходу у великій ресурсній економіці, розробляє обґрунтовані техніко-економічні методи аналізу та інструменти оцінки політики, а також інтегрує канадський досвід у світовий науковий дискурс.

К. Дженкінс та Д. Хопкін здійснили ґрунтовне міждисциплінарне дослідження, присвячене аналізу динаміки інновацій у сфері енергоефективності та управління попитом на енергію. Воно посідає важливе місце серед ключових теоретичних праць, що формують сучасне розуміння енергетичного переходу як соціотехнічного процесу та визначають роль низьковуглецевих інновацій у його реалізації [182].

Автори інтегрують концепцію енергетичного переходу в рамки соціальних практик, моделей поведінки споживачів, технологічних інновацій та інституційних змін. Це дозволяє трактувати його не лише як технічну трансформацію, а як глибоку зміну у сфері поведінки, інституцій та структури енергетичного попиту [182].

Водночас дослідження розвиває багаторівневу перспективу (niche–regime–landscape), демонструючи, що енергоефективність виступає ключовим механізмом руйнування усталених режимів і доповнює роботи, присвячені відновлюваним джерелам енергії. Запроваджене поняття «low-carbon innovation ecosystems» підкреслює взаємопов’язаність технологічних рішень і поведінкових змін, роль цифровізації та «розумних» мереж, а також вплив інновацій на структуру енергетичного попиту. Це розширює класичну теорію переходу, роблячи її більш комплексною та наближеною до реальних соціально-економічних процесів [182].

Емпірична частина монографії містить значний масив досліджень та міжнародних порівнянь, у яких досліджуються бар’єри для впровадження енергоефективних технологій, моделі адаптації споживачів, ринкові стимули та

поведінкові чинники. Автори показують, що скорочення попиту може мати ефект, співставний із нарощуванням частки відновлюваних джерел, а інновації у сфері попиту здатні трансформувати систему швидше, ніж інновації у генерації. Особливу увагу приділено цифровим технологіям, зокрема «smart meters», автоматизованому керуванню попитом, IoT-рішенням у домогосподарствах та аналітиці великих даних, що становить один із перших системних аналізів цифрової трансформації енергетичного попиту [182].

Важливим внеском цього дослідження є формування концепту «Demand-Side Transitions», який акцентує на ролі споживача як активного агента, значенні змін у повсякденних практиках та взаємодії структурних і поведінкових чинників. Робота К. Дженкінса та Д. Хопкіна пропонує бачення «енергетичного переходу знизу», що зосереджується на мікрорівневих трансформаціях у домогосподарствах та їх масштабуванні до рівня національних енергетичних систем. Автори інтегрують енергоефективність у глобальне розуміння енергетичного переходу, доводячи її центральну роль у кліматичній політиці, тоді як раніше вона часто розглядалася як периферійний елемент [182].

Праця стала джерелом для розробки політик Європейського Союзу, зокрема стратегії «Energy Efficiency First», а також підходів до інтегрованого управління попитом у США та Великій Британії. Таким чином, дослідження К. Дженкінса та Д. Хопкіна здійснює вагомий внесок у сучасну теорію енергетичного переходу: воно розширює соціотехнічне бачення трансформацій, вводить концепт низьковуглецевих інновацій на стороні попиту, інтегрує цифровізацію та поведінкові зміни у модель енергетичної трансформації, демонструє центральну роль енергоефективності у глобальній декарбонізації та пропонує методологічну основу для аналізу трансформації енергетичного попиту. Дослідження посідає ключове місце серед сучасних академічних праць у сфері енергетичної політики та інновацій, формуючи цілісне бачення енергетичного переходу в глобальній економіці [182].

Питаннями енергетичного переходу в Латинській Америці в свій час займалися Г. Вуд та Х. Нейра-Кастро їх робота містить комплексне міждисциплінарне дослідження регуляторних механізмів енергетичного

переходу в країнах Латинської Америки при цьому поєднуючи правовий аналіз, політичну економію, дослідження енергетичних ринків, кліматичної політики та інституційних трансформацій. Це одне з найповніших на сьогодні академічних джерел, яке розкриває роль регуляторних інновацій у регіональних енергетичних трансформаціях і водночас формує основу для розвитку порівняльної теорії енергетичного переходу у країнах Глобального Півдня [256].

Автори доводять, що специфіка економічної структури, соціальна нерівність, залежність від експорту викопних ресурсів та політична нестабільність визначають унікальні траєкторії переходу Латинської Америки, відмінні від європейських чи північноамериканських моделей. Автори пропонують концептуальну рамку, у якій енергетичний перехід постає як трансформація інституцій, еволюція регуляторних норм, перехід від державних монополій до конкурентних ринків та формування багаторівневої кліматичної політики. Особливий акцент зроблено на тому, що в країнах Латинської Америки рушійними чинниками змін виступають правові інструменти, ринкові реформи та політичні рішення, а не технологічні інновації, що розширює дискусію про регуляторно-орієнтовані моделі переходу.

У дослідженні здійснено глибокий порівняльний аналіз стратегій Чилі, Колумбії, Бразилії, Мексики, Аргентини, Перу, Уругваю та Коста-Рики, що дозволяє виокремити різні моделі трансформації – від ринково-орієнтованої чилійської до гідроцентричної бразильської чи гібридної мексиканської. Уругвай наведено як приклад успішної інтеграції відновлюваних джерел енергії через державно-приватні механізми [256].

Автори систематизують регуляторні інновації – аукціони для відновлюваних джерел, стимули для незалежних виробників, податкові механізми, стандарти енергоефективності, інструменти підтримки гнучкості мережі та вуглецеві ринки – створюючи емпіричну базу для аналізу політичних комбінацій у сфері енергетики. Важливим є також дослідження взаємодії енергетичного та соціального секторів, зокрема проблем енергетичної бідності, соціальної нерівності та доступності енергії, що інтегрує концепти кліматичної та енергетичної справедливості у теорію переходу [256].

Поряд з цим в своїй роботі, автори акцентують на інтеграції правового аналізу, політичної економії, порівняльного інституційного підходу та дослідження енергетичних ринків, відповідно для вирішення цього питання, було запропоновано нову рамку порівняльного регуляторного аналізу, яка може бути застосована й до інших регіонів Глобального Півдня, зокрема Африки чи Південної Азії [256].

У глобальному контексті робота робить внесок у концепцію різноманітності енергетичних переходів, доводячи, що шлях до декарбонізації не є універсальним і що соціальні та економічні чинники визначають швидкість і напрям трансформацій. Вона надає глибоке розуміння того, як ринкові правила, реформи державних компаній, зміни у власності інфраструктур та кліматичні інструменти формують нові енергетичні режими.

Праця Г. Вуда та Х. Нейра-Кастро є однією з найбільш значущих у сфері досліджень енергетичних переходів поза країнами ОЕСР. Вона формує теоретичну рамку регуляторно-орієнтованого переходу, здійснює глибокий порівняльний аналіз моделей Латинської Америки, інтегрує соціальну справедливість та кліматичну політику у концепцію трансформацій, розширює соціотехнічну теорію переходів на регіони Глобального Півдня та створює методологічну основу для подальших досліджень у сфері регуляторних реформ. Це дослідження суттєво збагатило глобальну теорію енергетичного переходу, додавши до неї регіональний та правовий вимір, які раніше залишалися недостатньо представленими в академічній літературі [256].

В. Р. Налуле є авторкою одного з найбільш комплексних і ґрунтовних академічних досліджень, присвячених закономірностям та перспективам енергетичного переходу в Африці. Її праця формує нову аналітичну рамку для оцінки правових, інституційних та політичних аспектів трансформації енергетичних систем у країнах Глобального Півдня крізь призму африканського контексту. Завдяки глибині та широті аналізу дослідження стало ключовим внеском у формування африканського бачення енергетичного переходу, яке раніше залишалося значно менш розробленим порівняно з європейськими чи північноамериканськими підходами [198].

У теоретичному вимірі авторка підкреслює унікальні характеристики африканського контексту: низький рівень енергетичного доступу, асиметричний розвиток між регіонами, залежність від біомаси, зростаючий попит серед населення, значний потенціал відновлюваних джерел та слабкість інституцій і ринків. Вона доводить, що енергетичний перехід в Африці не може повторювати європейську модель, а має здійснюватися за індивідуальною інклюзивною траєкторією. Основна теоретична теза полягає в тому, що перехід є передусім політико-правовим процесом, а не технологічним. Запропонована концепція *legal transitions* розглядає право як ключовий інструмент створення ринків для відновлюваних джерел енергії, регулювання інфраструктури, забезпечення доступу до електроенергії, визначення інституцій управління ресурсами та формування стимулів і обов'язків. Важливим внеском є також інтеграція проблем енергетичної справедливості, що поєднує перехід із питаннями бідності, доступу до енергії, соціальної рівності та розвитку людини [198].

Проведене дослідження охопило понад п'ятдесят африканських країн, включаючи регіони Північної, Західної, Східної, Центральної та Південної Африки, при цьому було проведено аналіз ринків електроенергії, інфраструктури, правової системи, інституцій регулювання та інвестиційних рамок, особливу увагу приділено приватизації та лібералізації ринків, ролі державних компаній, інвестиційному клімату, регіональним енергетичним пулам, транскордонній торгівлі електроенергією, нерозвиненості мереж і децентралізованим рішенням, а також впливу міжнародних фінансових інституцій. Значний блок присвячено потенціалу відновлюваних джерел: сонячної енергетики, геотермальних ресурсів, гідроенергетики та перспективних вітрових зон. [198]

У глобальному контексті дослідження формує африканську школу вивчення енергетичного переходу, яка інтегрує проблематику розвитку та розглядає перехід як інструмент подолання бідності. Авторка наголошує, що не існує єдиного універсального енергетичного переходу: натомість існує множинність траєкторій, кожна з яких визначається специфічними соціально-економічними та інституційними умовами. Африканський шлях є унікальним

завдяки слабкості ринків, нерозвиненості енергетичних мереж, значній ролі міжнародних кредиторів та динамічним демографічним процесам. Водночас він поєднує енергетику з розвитком, індустріалізацією, соціальними змінами та створенням ринкових інституцій, формуючи нову теоретичну рамку Development-Driven Energy Transition [198].

Узагальнимо погляди ключових авторів на поняття «енергетичний перехід», табл.1.2.

Таблиця 1.2.

Дефініції «енергетичний перехід» з поглядів різних авторів

Автор	Основне визначення / концепція	Ключові акценти
1	2	3
В. Сміл [219-220]	Енергетичний перехід як історичне заміщення одного виду палива іншим	Фокус на енергетичній безпеці, диверсифікації; повільність процесів; відсутність кліматичного виміру
Р. Фукет [135]	Перехід як тривалий, еволюційний процес пошуку рішень	Повільність трансформацій; роль цінових шоків; уроки для сучасної декарбонізації
Ф.В. Гілс [139-140]	Соціотехнічний перехід як еволюційна ре-конфігурація систем	Модель MLP (niche–regime–landscape); інституційні та культурні зміни поряд із технологічними
Т. Ахмед [77]	Перехід як оптимізаційна задача у техніко-економічному моделюванні	Кількісні моделі; сценарний аналіз; політика як керований процес
К. Дженкінс, Д. Хопкін [182]	Перехід як соціотехнічний процес з акцентом на попит	Low-carbon innovation ecosystems; роль поведінки споживачів; цифровізація та енергоефективність
Г. Вуд та Х. Нейра-Кастро [256]	Регуляторно-орієнтований перехід у країнах Латинської Америки та Карибського регіону	Інституційні та правові зміни; policy mixes; соціальна справедливість
В.Р. Налуле [198]	Африканський перехід як політико-правовий та розвитковий процес	Legal transitions; енергетична справедливість; розвиток інфраструктури та індустріалізація
І. Солоріо, Х. Йоргенс [223]	Європейський перехід як багаторівнева політика	Інтеграція директив, ринкових механізмів; багатовимірність (технологія, економіка, політика, суспільство)
Р. Бардацці, М. Пазієнці [90]	Перехід як соціальний процес із фокусом на вразливі домогосподарства	Енергетична бідність; інклюзивність; соціальна рівність як умова успіху переходу

Джерело: складено автором

Як ми бачимо протягом своєї історичної трансформації поняття «енергетичний перехід» від вузького розуміння як заміщення паливних ресурсів виросло до сучасного багатовимірного трактування як соціотехнічної, політико-

правової та глобальної трансформації, що включає питання справедливості, інклюзивності та розвитку.

Враховуючи всі розглянуті сьогодні підходи, від історичних концепцій заміщення паливних ресурсів, соціотехнічної багаторівневої перспективи, техніко-економічних моделей оптимізації, інновацій на стороні попиту, регуляторно-правових рамок у Латинській Америці та Африці, багаторівневої політики ЄС, глобальних стратегій декарбонізації та соціальної інклюзивності можна сформулювати узагальнене визначення.

На нашу думку, енергетичний перехід – це комплексна, багатовимірна соціотехнічна трансформація енергетичних систем, яка охоплює історичне заміщення паливних ресурсів, впровадження відновлюваних джерел енергії, підвищення енергоефективності та цифровізацію в поєднанні з глибокими інституційними, правовими, економічними й культурними змінами. Він є водночас технологічним, політичним і соціальним процесом, що визначається множинністю траєкторій у різних регіонах світу, інтегрує питання енергетичної безпеки, кліматичної політики, соціальної справедливості та розвитку, і має на меті забезпечення стійкої, інклюзивної та низьковуглецевої енергетичної системи.

У сучасному розумінні енергетичний перехід виступає не лише як технологічна інновація, спрямована на підвищення ефективності та екологічної безпеки енергетичних систем, але й як інституційно закріплений інструмент глобальної політики, що визначає нові параметри економічної взаємодії між державами та міжнародними організаціями. Його реалізація передбачає створення фінансових і правових механізмів підтримки «зеленої» трансформації, розвиток ринків відновлюваної енергетики, впровадження ESG-стандартів та забезпечення соціальної справедливості у процесі переходу.

Отже враховуючи еволюцію поняття «енергетичний перехід», можна стверджувати, що сьогодні він є ключовим чинником досягнення кліматичної нейтральності, що визначає стратегічні орієнтири світової економіки та формує нову архітектуру глобального розвитку. Він поєднує технологічні інновації, економічні стимули та соціальні трансформації, перетворюючись на

універсальний інструмент модернізації, який забезпечує баланс між екологічними вимогами, економічною конкурентоспроможністю та суспільними потребами.

1.2. Інституційна архітектура глобального енергетичного ринку

Інституційна архітектура глобального енергетичного ринку є складною багаторівневою системою, що поєднує міжнародні організації, міждержавні угоди, регіональні інтеграційні об'єднання, національні регулятори та приватні корпорації. Вона формувалася протягом XX століття під впливом геополітичних криз, технологічних інновацій та процесів економічної глобалізації, а нині визначає основні траєкторії енергетичного переходу та декарбонізації.

На ранніх етапах домінували інституції, орієнтовані на забезпечення стабільності поставок викопних енергоносіїв. Ключову роль відігравали такі структури, як ОПЕК (Organization of the Petroleum Exporting Countries), що координувала політику видобутку та ціноутворення на нафтовому ринку, та «Міжнародне енергетичне агентство (ІЕА)», створене у 1974 році для гарантування енергетичної безпеки країн ОЕСР після нафтових криз. Ці інституції заклали основу для глобального управління енергетичними потоками, проте їхня діяльність була зосереджена переважно на викопних ресурсах.

Інституційна архітектура світового енергетичного ринку тривалий час формувалася навколо двох ключових полюсів ОПЕК (координація пропозиції нафти серед країн-експортерів) та Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА) як координатора енергетичної безпеки та аналітичного центру країн ОЕСР. Сьогодні ролі ОПЕК та Міжнародного енергетичного агентства перетинаються у полі енергетичного переходу: ОПЕК впливає на цінові сигнали та інвестиційну динаміку у сфері викопного палива, тоді як ІЕА формує рамки політик, здійснює моніторинг і пропонує стратегічне бачення декарбонізації, електрифікації та розвитку чистої енергетики. Це створює напружене, але водночас продуктивне поле взаємодії між забезпеченням стабільності постачання викопних ресурсів та прискоренням переходу до низьковуглецевих енергетичних систем [115-133].

ОПЕК, як міжурядова організація країн-експортерів нафти, координує видобуток і політику цін, фактично виступаючи системним модератором пропозиції на світовому нафтовому ринку. Рішення щодо збільшення або скорочення видобутку, ухвалені у взаємодії з союзом ОПЕК+, мають безпосередній і миттєвий вплив на світові ціни на енергоносії, інфляційні тенденції та купівельну спроможність споживачів. У свою чергу, ці зміни визначають інвестиційні цикли у відновлювану енергетику та формують умови доступу до ринків капіталу для «зелених» технологій. [172,143,187]. У періоди підвищеного видобутку ОПЕК+ ціни на нафту знижуються, що може тимчасово послаблювати економічні стимули до декарбонізації та відкладати інвестиції у чисту енергетику. Натомість обмеження видобутку підтримують високий рівень цін і здатні опосередковано стимулювати підвищення ефективності, розвиток електрифікації та зростання попиту на відновлювані джерела енергії [172].

Вплив рішень ОПЕК на енергетичний перехід має подвійний характер. З одного боку, зниження цін на нафту зменшує витрати домогосподарств і промисловості, послаблюючи короткостроковий політичний тиск на швидку трансформацію. З іншого боку, підвищена волатильність і циклічність ринків посилюють стимули до структурної диверсифікації, розвитку енергоефективності та зміцнення енергетичної безпеки шляхом ширшого використання відновлюваних джерел та технологій накопичення енергії. Таким чином, ОПЕК залишається ключовим гравцем на глобальному енергетичному ринку, дії якого встановлюють «рамкові умови» для темпів і траєкторій переходу, особливо в нафтозалежних економіках.

ІЕА була заснована після першої нафтової кризи 1974 року для забезпечення надійності постачання енергії, розвитку енергоефективності й технологічних інновацій; згодом її мандат був оновлений для прискорення «людиноцентричних» чистих енергетичних переходів у глобальному масштабі, включно з розширенням співпраці з країнами, що розвиваються, та охопленням безпеки в газі та електроенергії [165-172]. Сьогодні ІЕА виконує інтелектуальну і координуючу функцію: ініціює та веде глобальний «stocktake» енергетичних переходів, відстежуючи робочі місця, інвестиції, технологічний прогрес і

політики, демонструючи, що чиста енергетика вже забезпечує більшу частку зайнятості у світовому енергетичному секторі та що перехід набуває економічної інерції [255].

Через аналітичні продукти ІЕА формує інтегроване бачення трьох взаємопов'язаних цілей – енергетичної безпеки, стійкості та прискореної електрифікації, наголошуючи, що вони більше не є паралельними, а взаємозалежними пріоритетами політики й інвестицій. Це позиціонує ІЕА як «нормативного архітектора» переходу і як організацію, яка з'єднує техніко-економічну аналітику, системні сценарії та рекомендації щодо відповідної політики, надаючи країнам орієнтири й механізми моніторингу для узгодження з кліматичними цілями.

Дії ОПЕК на ринку нафти визначають коротко- та середньострокові цінові сигнали, що впливають на фінансову доступність чистих енергетичних інвестицій; аналітичні рамки та рекомендації ІЕА формують довгострокову траєкторію переходу, вбудовуючи безпеку постачання у логіку декарбонізації та електрифікації [116,165-169,187]. Коли рішення ОПЕК+ призводять до зниження цін на нафту, країнам стає простіше стримувати інфляцію і соціальні витрати, але зростає ризик затримки деяких «зелених» капіталовкладень; коли ж напруженість на ринку викопного палива зростає, рекомендації ІЕА щодо активізації джерел відновлювальної енергії, мережевої гнучкості та енергоефективності отримують додаткову політичну підтримку як засіб зменшення залежності від волатильного імпорту [116,143,165-169].

Стратегічно це означає, що успішна реалізація енергетичного переходу потребує поєднання короткострокових інтервенцій, спрямованих на зниження цінової волатильності та мінімізацію соціальних ризиків, із довгостроковими структурними реформами. Останні мають забезпечувати підвищення інвестиційної привабливості «зелених» проєктів, розвиток систем передачі та зберігання енергії, а також формування нових ринкових правил. У цьому полі координація між ОПЕК, ІЕА та регіональними інтеграторами (оператори систем передачі, регулятори, банки розвитку) стає критичною для уникнення «lock-in»

ефектив у викопному паливі та для прискорення інвестицій у чисту енергетику [116,165-169].

З кінця XX століття архітектура почала змінюватися у напрямі багатополярності та диверсифікації, та з'явилися нові гравці, такі як IRENA (International Renewable Energy Agency), що просуває розвиток відновлюваних джерел енергії, та численні регіональні енергетичні пули (наприклад, ENTSO-E у Європі, SAPP у Південній Африці), які забезпечують інтеграцію електроенергетичних систем. Паралельно розвиваються глобальні кліматичні інституції, зокрема Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (UNFCCC) та Паризька угода, які інтегрують екологічний вимір у енергетичну політику [176-181].

На сьогодні, IRENA (International Renewable Energy Agency) є центральною міжурядовою організацією, створеною у 2009 році для просування відновлюваних джерел енергії на глобальному рівні. IRENA виконує функції аналітичного центру, платформи для обміну знаннями та координатора політик, надаючи країнам дорожні карти розвитку відновлюваної енергетики, оцінки інвестиційних потреб та технологічні сценарії. У контексті енергетичного переходу ця організація закріплює його як глобальну стратегію, що поєднує декарбонізацію, електрифікацію та соціальну інклюзивність [176-181].

В свою чергу регіональні енергетичні пули (наприклад, ENTSO-E у Європі та SAPP у Південній Африці) є інституційними механізмами інтеграції електроенергетичних систем на регіональному рівні, так ENTSO-E координує роботу операторів систем передачі у Європі, забезпечуючи балансування, транскордонні потоки та розвиток єдиного внутрішнього ринку електроенергії. SAPP виконує аналогічну функцію у Південній Африці, сприяючи інтеграції національних систем та оптимізації використання ресурсів. Їхня роль у переході полягає у створенні інфраструктурних та інституційних умов для масштабної інтеграції джерел відновлювальної енергії, розвитку гнучкості мереж та підвищення надійності постачання [118].

Також суттєвий вплив на глобальний енергетичний ринок має Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (UNFCCC) що, ухвалена у 1992 році, заклала

правову основу для глобальної кліматичної політики. Вона визначає принципи спільної, але диференційованої відповідальності держав та створює інституційні механізми для моніторингу й координації дій зі скорочення викидів. У контексті енергетичного переходу UNFCCC інтегрує екологічний вимір у енергетичну політику, ставлячи декарбонізацію як ключове завдання міжнародних переговорів [242].

Поряд з цим Паризька угода 2015 року є найбільш значущим міжнародним договором у сфері клімату, що закріплює ціль утримання глобального потепління «значно нижче 2 °C» та прагнення до 1,5 °C [244].

Вона створює механізм національно визначених внесків (NDCs), які безпосередньо впливають на енергетичну політику держав, стимулюючи розвиток відновлюваної енергетики, підвищення енергоефективності та впровадження інноваційних технологій. Паризька угода фактично інституціоналізувала поняття енергетичного переходу як глобальної політичної та правової категорії, що визначає траєкторії розвитку енергетичних систем у XXI столітті [244].

Таким чином, зазначені інституції спільно формують багаторівневу архітектуру глобального енергетичного переходу, у якій поєднуються аналітичні інструменти, інфраструктурні рішення, міжнародне право та політичні зобов'язання. Інституційна архітектура глобального енергетичного ринку постає як багаторівнева система, що включає взаємодію міжнародних організацій, регіональних інтеграційних структур, правових механізмів та галузевих асоціацій.

Узагальнена таблиця 1.3 демонструє, як ці інституції співпрацюють між собою, які рівні дії вони охоплюють та який внесок здійснюють у процес енергетичного переходу. Вона підтверджує, що сучасна трансформація енергетичних систем не може бути пояснена виключно технологічними чи економічними чинниками, адже є результатом складної інституційної координації, де глобальні, регіональні та національні актори формують спільну архітектуру управління.

**Вплив ключових інституцій глобального енергетичного ринку на
енергоперехід**

Інституція	Рівень дії	Основні функції	Внесок у енергетичний перехід
ОПЕК	Глобальний	Координація видобутку та цін на нафту серед країн-експортерів	Формує цінові сигнали для світового ринку; через волатильність цін впливає на інвестиції у відновлювану енергетику
IEA	Глобальний (переважно країни ОЕСР, але з розширеним мандатом)	Моніторинг енергетичних ринків, аналітика, рекомендації політик, координація питань енергетичної безпеки	Створює стратегічні рамки переходу; інтегрує безпекові та кліматичні цілі; розробляє сценарії та дорожні карти
IRENA	Глобальний	Просування відновлюваних джерел енергії, аналітика, підтримка політик, технологічні дорожні карти	Закріплює поняття переходу як глобальної стратегії; стимулює інвестиції у ВДЕ; підтримує країни у розробці NDCs
ENTSO-E	Регіональний (Європа)	Координація операторів систем передачі, інтеграція ринків, розвиток мереж	Забезпечує технічну основу для інтеграції ВДЕ; сприяє формуванню єдиного європейського ринку електроенергії
SAPP	Регіональний (Південна Африка)	Інтеграція національних електроенергетичних систем, оптимізація використання ресурсів	Поглиблює регіональну співпрацю; створює умови для масштабної інтеграції ВДЕ у країнах Африки
UNFCCC	Глобальний	Формування правової основи міжнародної кліматичної політики; моніторинг та координація дій зі скорочення викидів	Інтегрує екологічний вимір у енергетичну політику; закріплює принципи спільної, але диференційованої відповідальності
Паризька угода (Paris Agreement)	Глобальний	Міжнародний договір, що закріплює ціль утримання глобального потепління нижче 2 °C та прагнення до 1,5 °C	Інституціоналізує енергетичний перехід як глобальну політичну мету; створює механізм NDCs, що стимулює розвиток ВДЕ та енергоефективності

Джерело: складено автором за [116,118,143,163,165-168,200,242,244]

Сучасний енергетичний перехід не може бути пояснений виключно технологічними чи економічними чинниками. Він є результатом складної інституційної координації, у межах якої глобальні, регіональні та національні актори формують спільну архітектуру управління трансформацією енергетичних систем. Взаємодія цих інституцій визначає темпи, напрями та рівень соціальної

інклюзивності переходу, перетворюючи його не лише на технічне завдання, а й на політичний та цивілізаційний проєкт.

Сучасна інституційна архітектура, рис. 1.1. характеризується багаторівневістю та взаємного переплетення функцій. На глобальному рівні діють організації, що формують стратегічні рамки (IEA, IRENA, UNFCCC), на регіональному це різноманітні інтеграційні об'єднання та енергетичні пули, на національному регулятори та міністерства, а на корпоративному транснаціональні компанії та фінансові інститути. Важливим елементом є також недержавні гравці, в особі аналітичних центрів, екологічних організацій, інвестиційних фондів, які впливають на формування норм та стандартів.

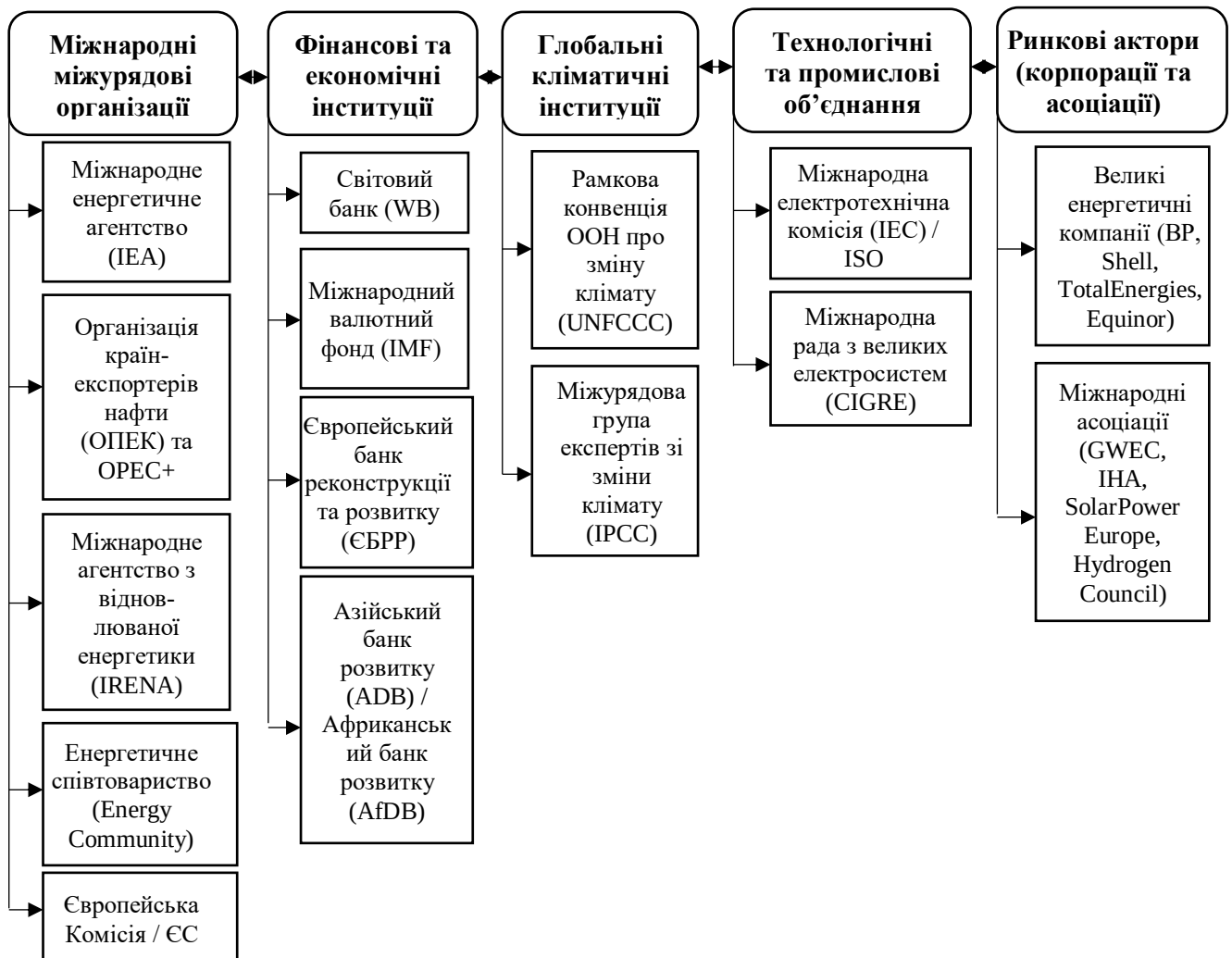


Рис. 1.1. Сучасна інституційна архітектура глобального енергетичного ринку

Джерело: складено автором

Інституційна структура, що визначає сучасний глобальний енергетичний ринок, являє собою багаторівневу мережу організацій із різними функціями та

каналами впливу, які спільно формують траєкторію енергетичного переходу. На міжурядовому рівні аналітичні агентства та політичні платформи виконують функції генераторів знань і орієнтирів для державних стратегій. Зокрема, Міжнародне енергетичне агентство (IEA) розробляє сценарії декарбонізації та політичні рекомендації, які слугують основою для глобальних дорожніх карт, таких як «Net Zero by 2050». Ці документи стимулюють диверсифікацію енергетичних систем і створюють нормативний тиск на скорочення використання викопних ресурсів [165].

Паралельно організації, що координують видобуток і постачання вуглеводнів, зокрема ОПЕК та ОПЕС+, впливають на темпи переходу через регулювання пропозиції та стабілізацію цін на нафту. Їхня діяльність має подвійний ефект: з одного боку, вона підтримує попит на традиційні енергоносії, а з іншого – частково стимулює інвестиції у диверсифікацію економік країн-експортерів.

Міжнародне агентство з відновлюваної енергетики (IRENA) виступає каталізатором розгортання відновлюваних джерел енергії, забезпечуючи технічну та політичну підтримку, сприяючи стандартизації рішень у сфері зеленого водню та координуючи міжнародні інвестиційні програми у ВДЕ.

Інституції регіональної інтеграції, зокрема Energy Community, виконують роль трансляторів європейських норм і практик у сусідні юрисдикції, прискорюючи гармонізацію законодавства та інтеграцію відновлюваних джерел у національні енергетичні системи. Європейська Комісія, формулюючи пакети регуляторних ініціатив від Green Deal до Fit for 55, ETS та Hydrogen Strategy задає жорсткі регуляторні стандарти, які мають експортний ефект і формують глобальні тренди у політиці декарбонізації [126,127].

Фінансові та економічні інституції відіграють вирішальну роль у перерозподілі капіталу та створенні економічних стимулів для переходу. Багатосторонні банки та міжнародні фінансові організації, зокрема Світовий банк, Європейський банк реконструкції та розвитку, Азійський та Африканський банки розвитку, спрямовують фінансування на модернізацію електромереж і проекти ВДЕ, одночасно дедалі частіше обмежуючи підтримку нових проєктів

на викопному паливі. Міжнародний валютний фонд інтегрує енергетичні реформи у макрофінансові програми, впливаючи на політику субсидій та ціноутворення в країнах-реципієнтах, що створює додаткові макроекономічні стимули для зменшення залежності від викопних джерел.

Глобальні кліматичні механізми забезпечують нормативно-наукову основу для формування національних та міжнародних зобов'язань. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату та Паризька угода встановлюють юридично-політичний каркас, у межах якого національно визначені внески (NDCs) спрямовують держави на поступове скорочення викидів. Наукові оцінки Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC) визначають критичні межі викидів та формують сценарії декарбонізації, що слугують орієнтирами для політиків та інвесторів, підвищуючи обґрунтованість і терміновість впровадження низьковуглецевих технологій [155,163,244].

Технічні та промислові об'єднання забезпечують сумісність, надійність і масштабованість технологічних рішень. Міжнародні органи стандартизації, такі як IEC та ISO, розробляють технічні норми для відновлюваних джерел, зеленого водню та інтелектуальних мереж, сприяючи глобальній уніфікації обладнання та інфраструктури. Професійні ради та інженерні асоціації, зокрема CIGRE, підтримують розвиток великих електроенергетичних систем, підвищення гнучкості мереж та інтеграцію відновлюваних джерел, що є критично важливим для забезпечення операційної стійкості за умов зростання частки змінних джерел генерації.

Ринкові актори, включно з великими енергетичними корпораціями та галузевими асоціаціями, визначають практичні темпи та напрями інвестицій. Трансформація бізнес-моделей провідних нафтогазових компаній у напрямі електрифікації та інвестицій у водень і відновлювані джерела змінює структуру попиту на капітал і технології. Галузеві асоціації та коаліції виробників ВДЕ виконують функції лобістів і координаторів стандартів, сприяючи поширенню передових практик та технологічних рішень на міжнародному рівні.

У сукупності ці інституції взаємодіють через комплекс механізмів: вироблення аналітичних орієнтирів і політичних рекомендацій, фінансування та

технічну допомогу, регуляторну гармонізацію, стандартизацію технологій і формування ринкових сигналів. Ефективність енергетичного переходу залежить від узгодженості цих каналів: коли наукові сценарії трансформуються у чіткі політичні рамки, фінансові інструменти спрямовують капітал у трансформаційні проекти, а технічні стандарти забезпечують масштабованість рішень, перехід відбувається швидше та з меншими системними ризиками. Натомість розбіжності між інституціями, фрагментація регуляторних підходів або недостатність фінансування міжмережевої інфраструктури уповільнюють процес декарбонізації та підвищують вразливість енергосистем. Таким чином, інституційна архітектура не лише визначає правила функціонування, але й формує економічні та технічні умови, від яких залежить успіх глобального енергетичного переходу.

Інституції, що оперують на глобальному рівні, виконують роль генераторів знань і орієнтирів для національних політик та міжнародних ринкових очікувань. Міжнародне енергетичне агентство (IEA) виробляє аналітичні сценарії та рекомендації політики, які слугують базою для довгострокових дорожніх карт декарбонізації; через свої сценарії та оцінки IEA впливає на формування державних стратегій, інвестиційних пріоритетів і ринкових очікувань, створюючи нормативний тиск на скорочення використання викопного палива. Організації, що координують видобуток і постачання вуглеводнів, зокрема ОПЕК та ОПЕК+, через управління пропозицією і вплив на ціни можуть уповільнювати або пом'якшувати темпи переходу, одночасно здійснюючи інвестиції у диверсифікацію економік експортерів, що породжує складний, гібридний ефект на глобальну енергетичну динаміку [115].

Міжнародне агентство з відновлюваної енергетики (IRENA) виступає каталізатором розгортання відновлюваних джерел енергії, поєднуючи технічну експертизу, політичну підтримку та координацію інвестиційних програм; його аналітичні продукти і регіональні огляди підкреслюють необхідність інтегрованого планування, розширення мереж і масштабування відновлювальних джерел енергії як ключових факторів прискорення декарбонізації [176-181]. Інституції регіональної інтеграції, зокрема ініціативи та

механізми, що підтримують енергетичні спільноти, сприяють трансляції європейських норм і практик у сусідні юрисдикції, стимулюючи гармонізацію законодавства, підвищення прозорості ринків та локальну участь у проєктах джерел відновлювальної енергії.

Європейська Комісія виконує роль регуляторного центру, формуючи комплексні політики та інструменти (Green Deal, Fit for 55, ETS, Hydrogen Strategy), які встановлюють жорсткі стандарти вуглецевого регулювання та створюють ефект поширення регуляторних практик за межі ЄС. Ці ініціативи задають рамки для інвестицій, стимулюють розвиток інфраструктури для водню та електрифікації й визначають орієнтири для глобальної політики декарбонізації [122-128].

У сукупності інституції взаємодіють через канали аналітики, фінансування, технічної допомоги, регуляторної гармонізації та стандартизації, а також через ринкові механізми — ціни, аукціони та інвестиційні потоки. Ефективність енергетичного переходу залежить від узгодженості цих каналів: коли наукові сценарії трансформуються у чіткі політичні рамки, а фінансові інструменти підтримують розвиток міжмережевої інфраструктури та масштабування відновлюваних джерел енергії, перехід відбувається швидше та з меншими системними ризиками.

Фінансові та економічні інституції відіграють ключову роль у формуванні стимулів і розподілі капіталу, що визначає можливості та темпи енергетичного переходу. Світовий банк, як провідний багатосторонній кредитор, спрямовує значні ресурси на проєкти з відновлюваної енергетики та модернізації інфраструктури, поступово переглядаючи політику підтримки проєктів, пов'язаних із викопним паливом. Така трансформація портфеля фінансування змінює інвестиційні сигнали для держав-реципієнтів і приватного сектору, сприяючи переорієнтації капіталу на низьковуглецеві рішення.

Міжнародний валютний фонд, діючи через макрофінансові програми та умови кредитування, інтегрує енергетичні реформи у ширші фінансові та монетарні рамки. Це стимулює скорочення субсидій на викопні енергоносії та впровадження ринкових механізмів ціноутворення, що має системний вплив на

структуру попиту, бюджетну стійкість і конкурентоспроможність відновлюваних технологій у країнах-реципієнтах [173-174].

Європейський банк реконструкції та розвитку є одним із найбільш активних інвесторів у відновлювану енергетику та проекти з енергоефективності в Європі та сусідніх регіонах. Він підтримує декарбонізацію промисловості та модернізацію енергопостачальників через поєднання кредитних інструментів, технічної допомоги та політичного діалогу, сприяючи створенню локальних ринків для впровадження ВДЕ та підвищенню інвестиційної привабливості «зелених» проектів [120-121].

Регіональні багатосторонні банки, зокрема Азійський банк розвитку та Африканський банк розвитку, виступають каталізаторами енергетичного переходу в країнах, що розвиваються. Вони мобілізують фінансові ресурси для модернізації електромереж, підвищення їхньої стійкості та інтеграції змінних джерел генерації, а також фінансують проекти з відновлюваної енергетики, які поєднують економічний розвиток із зниженням вуглецевої інтенсивності.[ADB ADB]. У сукупності діяльність цих інституцій формує фінансово-економічне середовище, в якому поєднання кредитних умов, політичних вимог і технічної підтримки визначає темпи інвестицій у низьковуглецеві технології та здатність країн адаптуватися до глобальних кліматичних зобов'язань.

UNFCCC є основною міжнародною платформою для переговорів щодо зміни клімату. Важливим досягненням є Паризька угода, яка встановлює глобальні зобов'язання щодо обмеження підвищення температури.

Країни, що підписали Паризьку угоду, зобов'язані подавати національно визначені внески (NDCs), які конкретизують їхні цілі щодо скорочення викидів парникових газів [UNFCCC]. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (UNFCCC) виступає фундаментальною міжнародною платформою, що формує правову та політичну основу для колективних дій у сфері кліматичної політики. Саме в її межах Паризька угода 2015 року закріпила принципи та механізми, які визначають сучасний глобальний підхід до енергетичного переходу. Як нормативний орієнтир, угода формалізувала прагнення до обмеження глобального потепління та створила рамки для національного планування,

унаслідок чого NDCs стали ключовим інструментом трансляції міжнародних зобов'язань у конкретні політичні та інвестиційні рішення. Через механізми звітності, перегляду та міжнародного співробітництва UNFCCC стимулює підвищення амбіцій, сприяє обміну технологічними та фінансовими рішеннями та створює політичний тиск на держави для послідовного зниження вуглецевої інтенсивності економік [242].

Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC) забезпечує науково обґрунтовану базу для політичних рішень і стратегічного планування, формуючи комплексні оцінки стану кліматичної системи, прогнозів та сценаріїв майбутніх змін. Її аналітичні продукти визначають критичні межі викидів, часові горизонти досягнення кліматичних цілей та можливі траєкторії декарбонізації. Це робить IPCC центральним джерелом доказової інформації для розробки національних стратегій, інвестиційних пріоритетів і міжнародних угод. Наукові висновки IPCC не лише інформують політиків і ринки про технічні та екологічні обмеження, але й формують методологічні підходи до оцінки ризиків, адаптації та пом'якшення наслідків, що є критично важливим для обґрунтування термінових і довгострокових заходів у процесі енергетичного переходу [163].

Міжнародна електротехнічна комісія (IEC) та Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) відіграють ключову роль у формуванні глобальних технічних стандартів у галузі електротехніки та промисловості. Їхня діяльність сприяє розвитку інновацій, забезпечуючи єдині технічні вимоги для різних країн, що знижує бар'єри для міжнародної торгівлі та підвищує безпеку продукції. Вони активно працюють над удосконаленням стандартів, які відповідають сучасним вимогам технологічного прогресу [165-166].

CIGRE (Міжнародна рада з великих електричних систем) є спеціалізованою організацією, що об'єднує експертів з усього світу для обміну досвідом та розробки рекомендацій щодо ефективного управління енергетичними системами. Вона відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку електричних мереж, сприяючи інтеграції новітніх технологій та зниженню екологічного впливу [103].

Міжнародні органи стандартизації, зокрема IEC та ISO, виконують фундаментальну функцію у формуванні технічних рамок, що забезпечують сумісність, безпеку та масштабованість інфраструктурних рішень у процесі енергетичного переходу. Через розробку та впровадження узгоджених технічних норм для відновлюваних джерел енергії, водневих технологій та інтелектуальних мереж ці організації створюють передумови для інтероперабельності обладнання й систем у глобальному масштабі, зменшують транзакційні витрати для виробників і операторів, а також підвищують довіру інвесторів до нових технологічних рішень. Стандарти IEC та ISO визначають вимоги до безпеки, ефективності та тестування компонентів, протоколів обміну даними й процедур сертифікації, що сприяє уніфікації технічних підходів і полегшує транснаціональне впровадження інноваційних рішень [165-166].

Професійні інженерні асоціації та технічні ради, зокрема Міжнародна рада з великих електросистем (CIGRE), відіграють комплементарну роль, концентруючи увагу на практичних аспектах проєктування, експлуатації та модернізації великих енергетичних систем. CIGRE відіграє важливу роль у розвитку концепцій інтелектуальних мереж, підвищенні гнучкості енергетичних систем та інтеграції змінних джерел генерації. Організація формує технічні рекомендації, забезпечує обмін досвідом між операторами та реалізує дослідницькі ініціативи, спрямовані на вирішення проблем балансування, резервування та управління мережею в умовах зростання частки відновлюваних джерел енергії. У сукупності діяльність стандартів та професійних об'єднань формує техніко-організаційний фундамент, необхідний для надійного, безпечного та економічно ефективного переходу енергетичних систем до низьковуглецевої моделі.

Ринкові гравці, зокрема великі енергетичні корпорації та міжнародні галузеві асоціації, відіграють визначальну роль у практичній реалізації енергетичного переходу, оскільки їхні інвестиційні рішення, корпоративні стратегії та лобістська активність формують як пропозиційну, так і попитову складові ринку. Великі нафтогазові компанії, трансформуючи бізнес-моделі та спрямовуючи капітал у проєкти з відновлюваної енергетики й водневі технології,

можуть прискорювати або уповільнювати темпи декарбонізації залежно від масштабів і пріоритетів своїх інвестицій; їхня трансформація від традиційних виробників в енергетичні холдинги, орієнтовані на електрифікацію, змінює структуру інвестиційних потоків, створює попит на нові інфраструктурні рішення і впливає на формування ринкових стандартів.

Міжнародні асоціації та коаліції у сфері відновлюваної енергетики виконують комплементарну функцію, консолідуючи технічні знання, просуваючи політичні ініціативи та сприяючи стандартизації нових технологій. Завдяки підготовці аналітичних матеріалів, участі у формуванні регуляторних рамок та координації промислових програм вони посилюють інституційну підтримку масштабування вітрових, сонячних і водневих рішень. Крім того, такі об'єднання формують лобістські платформи для створення сприятливого інвестиційного середовища та забезпечують узгодження технічних і ринкових практик на міжнародному рівні. У результаті взаємодія корпоративних стратегій та діяльності галузевих асоціацій визначає не лише темпи впровадження технологій, але й якість інституційних умов, необхідних для стійкого та ефективного енергетичного переходу.

Регіональні інституції та ринки відіграють ключову роль у формуванні архітектури глобального енергетичного простору, оскільки саме вони забезпечують інтеграцію енергетичних систем, сприяють транскордонній торгівлі та формують політики, адаптовані до специфічних потреб окремих географічних зон (див. табл. 1.4).

У межах Європейського Союзу функціонує один із найбільш розвинених та інтегрованих внутрішніх енергетичних ринків світу, підтримуваний розгалуженою мережею формальних інституцій та наднаціональних регуляторних органів. Ці структури забезпечують прозорість, конкуренцію та стабільність транскордонних потоків енергоресурсів, що є визначальним чинником для досягнення стратегічних цілей ЄС у сфері енергетичної безпеки та декарбонізації.

**Регіональні інституції, що діють на глобальному енергетичному
ринку та їх вплив на енергетичний перехід**

Географічний регіон	Регіональна інституція	Характеристика та функції	Вплив на енергетичний перехід та інтеграцію
1	2	3	4
Європа	Європейський Союз (ЄС)	Високоінтегрований внутрішній енергетичний ринок; наднаціональна регуляторна система (ACER, ENTSO-E, ENTSO-G).	Створює єдині стандарти декарбонізації; забезпечує розвиток відновлювальних джерел енергії, Smart Grids, водневої інфраструктури; посилює транскордонні зв'язки.
	Енергетичне співтовариство	Інтеграція країн за межами ЄС (у т.ч. України) у європейський енергоринок.	Гармонізація законодавства, розвиток ринкових механізмів, інтеграція відновлювальних джерел енергії та мереж.
Північна Америка	CAISO (Каліфорнія)	Оператор системи з однією з найвищих часток відновлювальних джерел енергії у США; управління високовольтними мережами та балансування.	Платформа для створення регіонального ринку Заходу США; демонструє успішну інтеграцію великої частки сонячної та вітрової генерації.
	ISO-NE, PJM, ERCOT	Регіональні оператори США з різними моделями ринкового управління.	Розвиток конкурентних ринків електроенергії, модернізація мереж, інтеграція відновлювальних джерел енергії та систем зберігання.
Латинська Америка	MER (Регіональний ринок Центральної Америки)	Спільна інституційна структура шести держав регіону, що регулює міждержавну торгівлю.	Підвищення стабільності та гнучкості систем, інтеграція відновлювальних джерел енергії, підвищення енергобезпеки.
	SINEA, Andean Power Integration	Ініціативи інтеграції енергоринків у Південній Америці.	Розвиток транскордонної інфраструктури та оптимізація використання гідроресурсів.
Азія	ACEAN (через HAPUA, ASEAN Centre for Energy)	Координація енергетичних політик, підготовка планів інтеграції, проєкт ASEAN Power Grid.	Формування регіональної мережі, збільшення відновлювальних джерел енергії, підвищення енергетичної стійкості та доступності.
	SAARC Energy Centre (Південна Азія)	Сприяє співпраці у сфері енергетики серед держав Південної Азії.	Підтримка проєктів з інтеграції мереж та диверсифікації джерел.

1	2	3	4
Близький Схід та Північна Африка (MENA)	Союз для Середземномор'я (UfM)	Координація регіональних платформ для ринків газу та електроенергії.	Підвищує прозорість, сприяє гармонізації правил та розвитку регіональної інфраструктури.
	GCC Interconnection Authority (Перська затока)	Інтеграція енергосистем країн-членів Ради співробітництва арабських держав Перської затоки.	Забезпечує надійність і розвиток спільного електричного ринку, підтримує впровадження ВДЕ.
Африка	WAPP (Західна Африка)	Створення єдиного регіонального ринку електроенергії в межах ЕКОВАС.	Зміцнення енергобезпеки, збільшення доступу до електроенергії, розвиток інтерконекторів і ВДЕ.
	EAPP (Східна Африка)	Координація розвитку електроенергетичних мереж і торгівлі між країнами Східної Африки.	Підвищення гнучкості систем, розвиток гідроенергетики і транскордонних мереж.
Океанія	AEMO (Австралія)	Управління енергоринками Австралії, інтеграція ВДЕ та планування мережі.	Розвиток масштабних проєктів ВДЕ, модернізація системи, підвищення гнучкості та надійності.

Джерело: складено автором за [75,76,82,85,98,103,118,119,150,155,238,252]

Інституційна архітектура глобального енергетичного ринку є багаторівневою, поліцентричною та географічно диференційованою системою, у межах якої міжнародні, регіональні та галузеві організації формують рамкові умови для енергетичного переходу. Представлені у таблиці організації виконують різні, але взаємодоповнюючі функції – від розроблення глобальних норм і сценаріїв трансформації енергетики (IEA, IRENA, UNFCCC), до фінансової підтримки інновацій та низьковуглецевих технологій (Світовий банк, ЄБРР, ADB), а також регулювання ринків викопного палива (ОПЕС, форум газового експорту).

У Європі вирішальну роль відіграють інституції ЄС, які створюють найбільш жорсткі кліматично-енергетичні стандарти та задають темп світової декарбонізації.

У Північній Америці акцент робиться на ринкових механізмах, інноваціях та інвестиціях, тоді як країни Азії зосереджуються на розвитку енергетичної інфраструктури з огляду на стрімке зростання попиту. В Африці та Латинській

Америці ключову роль відіграють міжнародні фінансові організації, які забезпечують інвестиції у стійку енергетику та сприяють подоланню енергетичної бідності. На Близькому Сході визначальний вплив мають організації експортерів енергоресурсів, що формують глобальні цінові сигнали та підтримують стабільність ринку.

Таким чином, інституційна архітектура глобального енергетичного ринку визначає стратегічні, фінансові, технологічні та нормативні вектори енергетичного переходу. Її ефективність залежить від рівня взаємодії між організаціями, узгодженості політик та економічних інтересів регіонів.

У США прикладом регіонального ринкового оператора є Каліфорнійський незалежний системний оператор (CAISO), який управляє передачею електроенергії через високовольтні мережі значної частини штату. CAISO забезпечує надійність електропостачання та водночас слугує інституційною моделлю для ширших ініціатив зі створення спільного регіонального ринку на західному узбережжі, демонструючи потенціал масштабування подібних рішень.

У Південно-Східній Азії інтеграційні процеси координуються під егідою АСЕАН. Зокрема, Рада керівників енергетичних підприємств (NAPUA) сприяє співпраці в енергетичній сфері. Одним із ключових проєктів є Енергетична мережа АСЕАН, спрямована на взаємопов'язаність національних енергосистем та підвищення їхньої ефективності.

У Середземноморському регіоні важливу координаційну функцію виконує Союз для Середземномор'я, який створює спеціалізовані платформи, зокрема Платформу регіональних електроенергетичних ринків. Її діяльність спрямована на розвиток інтегрованих ринків електроенергії та природного газу, зміцнення енергетичної безпеки та підтримку структурних реформ.

В Африці значний поступ демонструє Програма регіонального ринку електроенергії Західної Африки (WAPP), орієнтована на створення єдиного ринку електроенергії в межах ЕКОВАС. Її метою є підвищення доступності та надійності енергопостачання шляхом об'єднання національних мереж і розширення транскордонних потоків електроенергії.

У Центральній Америці модель енергетичної інтеграції реалізується через Регіональний ринок електроенергії (MER), створений на основі Договору Марко. Цей механізм забезпечує функціонування наднаціональної платформи для торгівлі електроенергією між шістьма країнами регіону. Його розвиток підтримується міжнародними партнерами, зокрема Європейським Союзом, що сприяє підвищенню операційної ефективності та розширенню інфраструктурних можливостей.

Узагальнюючи, регіональні інституції є ключовими елементами глобальної енергетичної архітектури, забезпечуючи координацію, узгодженість політик та підвищення гнучкості енергосистем, що має вирішальне значення для успішного розвитку енергетичного переходу. У XXI столітті архітектура глобального енергетичного ринку дедалі більше визначається викликами енергетичного переходу. Це означає, що поряд із традиційними завданнями енергетичної безпеки та стабільності постачання інституції мають інтегрувати цілі декарбонізації, розвитку відновлюваних джерел, енергоефективності та соціальної справедливості. Виникає потреба у нових механізмах координації між державами, ринками та суспільством, що робить інституційну архітектуру не лише економічним, а й політичним та соціальним феноменом.

Отже, інституційна архітектура глобального енергетичного ринку є результатом історичної еволюції та сучасних трансформацій, які поєднують традиційні інституції викопної енергетики з новими структурами, орієнтованими на сталий розвиток. Вона виступає ключовим інструментом управління глобальними енергетичними потоками та визначає можливості й обмеження для реалізації енергетичного переходу в різних регіонах світу.

1.3. Механізми міжнародної економічної взаємодії у сфері енергетики

Сфера енергетики характеризується високим рівнем глобальної взаємозалежності, інтенсивними транснаціональними потоками ресурсів, капіталу та технологій, а також складною інституційною архітектурою. У цьому контексті механізми міжнародної економічної взаємодії формують основу

функціонування глобального енергетичного ринку та відіграють ключову роль у забезпеченні сталості енергетичного переходу. Їхнє дослідження дозволяє зрозуміти, яким чином економічні, фінансові, правові та політичні інструменти впливають на трансформацію енергетичних систем, створюють стимули для інвестицій, знижують ризики та сприяють інтеграції ринків.

Міжнародна економічна взаємодія у сфері енергетики визначається як сукупність господарських, фінансових, правових і технологічних відносин між державами, компаніями та міжнародними організаціями, спрямованих на виробництво, обмін, транспортування та споживання енергоресурсів [Unnerstall, 2017; Nalule, 2020]. Її специфіка зумовлена стратегічною значущістю енергетики, високою капіталомісткістю інфраструктури, геополітичними ризиками та глобальними екологічними викликами.

Основними елементами цієї взаємодії є:

- ринкові механізми (торгівля енергоресурсами, біржові інструменти, ціноутворення);
- інвестиційні та фінансові інструменти;
- регуляторно-інституційні режими;
- технологічна співпраця та трансфер знань;
- геополітичні інструменти та стратегії енергетичної безпеки.

Міжнародна взаємодія у сфері енергетики функціонує як багаторівнева система економічних, фінансових, інституційних та політичних механізмів, що забезпечують стабільність глобального енергетичного ринку та підтримують процес енергетичного переходу. Її структура охоплює ринкові інструменти, фінансово-інвестиційні потоки, регуляторно-інституційні режими, технологічний обмін та геополітичні стратегії, які разом визначають характер розвитку сучасної світової енергетики [165].

Міжнародна економічна взаємодія у сфері енергетики ґрунтується на комплексі ринкових, інвестиційно-фінансових, регуляторно-інституційних, технологічних та геополітичних механізмів, що формують глобальну архітектуру енергетичної системи. Ринкові інструменти становлять основу світового енергетичного простору, визначаючи правила обігу ресурсів,

формування цін та узгодження інтересів учасників. Міжнародна торгівля нафтою, газом, вугіллям та електроенергією здійснюється через довгострокові контракти, спотові поставки та регіональні ринки. Традиційна перевага довгострокових угод поступово доповнюється зростанням частки спотових операцій під впливом лібералізації та розвитку інфраструктури зрідженого природного газу. Важливу роль відіграють біржові майданчики, такі як ICE, NYMEX та EEX, що забезпечують стандартизовану торгівлю деривативами на енергоресурси й вуглецеві квоти, виконуючи функцію індикаторів світових цін та інструментів хеджування ризиків. У Європейському Союзі ключовим елементом є система торгівлі викидами EU ETS, яка стимулює інвестиції у низьковуглецеві технології. Механізми ціноутворення базуються на світових еталонних індикаторах, таких як Brent, WTI, TTF та JKM, тоді як у сфері електроенергетики відбувається перехід до ринкових моделей через добові та внутрішньодобові ринки й аукціони на потужність, що сприяє інтеграції відновлюваних джерел [165,170].

Інвестиційні та фінансові механізми визначають темпи модернізації енергетичних систем. Прямі іноземні інвестиції виступають основним каналом транснаціональної участі у проєктах видобутку, транспортування та розвитку відновлюваної енергетики. Транснаціональні корпорації, такі як ExxonMobil, TotalEnergies, Shell та Ørsted, забезпечують фінансування масштабних глобальних проєктів. Водночас міжнародні фінансові організації, серед яких Світовий банк, ЄБРР, ЄІБ та Глобальний екологічний фонд, надають грантове й кредитне фінансування, підтримуючи енергетичний перехід, розвиток зеленої генерації та енергоефективність. Поширення зелених фінансових інструментів, зокрема облігацій, кліматичних фондів та механізмів blended finance, формує ядро інноваційного фінансування, а стандарти ICMA/GBP забезпечують прозорість цих операцій. Додатково важливим є фінансування досліджень і розробок у сферах водневої енергетики, акумулювання, технологій уловлювання та зберігання вуглецю, а також цифровізації енергосистем. Це фінансування здійснюється як приватним сектором, так і міжнародними програмами, зокрема Mission Innovation [173-181].

Регуляторно-інституційні режими визначають правила функціонування глобального енергетичного ринку. Міжнародні організації, серед яких Міжнародне енергетичне агентство, ОПЕК, IRENA, Енергетичне співтовариство та Енергетична хартія, координують політики держав, здійснюють моніторинг ринків і забезпечують методологічну підтримку, сприяючи прозорості та прогнозованості енергетичної політики. Міжнародно-правові режими охоплюють норми СОТ, енергетичні угоди, транскордонні стандарти інтеграції мереж (ENTSO-E, ENTSO-G) та правила транзиту. Політика декарбонізації, закріплена Паризькою кліматичною угодою та національно визначеними внесками, формує глобальний інституційний каркас енергетичного переходу, де стандарти викидів, вуглецеві мита та ринки виступають рушіями структурної трансформації [1173-181].

Технологічна співпраця та трансфер знань є ключовими чинниками розвитку інновацій і впровадження низьковуглецевих технологій. Транснаціональні корпорації та міжнародні проєкти забезпечують поширення технологій у сферах відновлюваної енергетики, енергоефективності, водневої генерації та цифрових систем управління. Програми технічної допомоги, такі як UNDP, USAID та JICA, сприяють їхній адаптації у країнах, що розвиваються. Спільні дослідницькі ініціативи, включно з Horizon Europe, IRENA Innovation and Technology Centre, програмами G20 та OECD, координують дослідження у сферах smart-grid, штучного інтелекту та електрифікації. Цифровізація енергетики, розвиток платформ прогнозування виробітку відновлюваних джерел, стандарти кібербезпеки та хмарні технології формують інфраструктуру нового покоління, що потребує міжнародної сумісності та координації [206].

Геополітичні інструменти та стратегії енергетичної безпеки залишаються визначальними у світовій політиці. Конкуренція за ресурси, інфраструктуру та критичні матеріали (літій, кобальт, нікель) формує стратегічну взаємодію між провідними державами. Прикладами є проєкти Belt and Road Initiative, Північний морський шлях та газопроводи, що з'єднують Близький Схід і Європу. Енергетична дипломатія, яку активно застосовують ЄС, США, країни Перської затоки та Китай, сприяє узгодженню поставок, транзиту та стабілізації ринку.

Механізми енергетичної безпеки – диверсифікація джерел, створення стратегічних резервів, розвиток альтернативної генерації та регіональна інтеграція (зокрема через ENTSO-E у Європі) – знижують вразливість до зовнішніх ризиків і підвищують стійкість енергосистем [207].

Отже, міжнародна економічна взаємодія у сфері енергетики є багатовимірним процесом, що поєднує ринкові, фінансові, інституційні, технологічні та геополітичні механізми, забезпечуючи формування глобальної енергетичної системи та її поступову трансформацію у напрямі сталого розвитку. Її комплексний характер визначає можливості реалізації енергетичного переходу, тоді як системна координація між державами та міжнародними організаціями виступає ключовим чинником стабільності й стійкості світової енергетики.

Механізми торгівлі енергоресурсами та енергопродуктами охоплюють широкий спектр економічних і фінансових інструментів, що забезпечують функціонування глобальної енергетичної системи. Їхню структуру можна узагальнено представити у вигляді схеми (рис. 1.2).

У сфері міжнародної торгівлі вуглеводнями ключове значення й надалі мають класичні експортно-імпортні ланцюги, що реалізуються через поставки нафти та природного газу трубопроводами й морськими перевезеннями, включно з використанням танкерів та LNG-танкерів.

Контрактні механізми здебільшого базуються на довгострокових угодах типу take-or-pay та моделях ціноутворення, прив'язаних до нафтових індексів, що забезпечує фінансову передбачуваність для інвесторів і постачальників. Паралельно розвиваються спотові ринки, які підвищують гнучкість торгівлі, але водночас характеризуються високим рівнем волатильності. Важливим чинником трансформації ринку стало поширення зрідженого природного газу, що дозволило диверсифікувати географію постачань і стимулювало розвиток короткострокових контрактних практик.

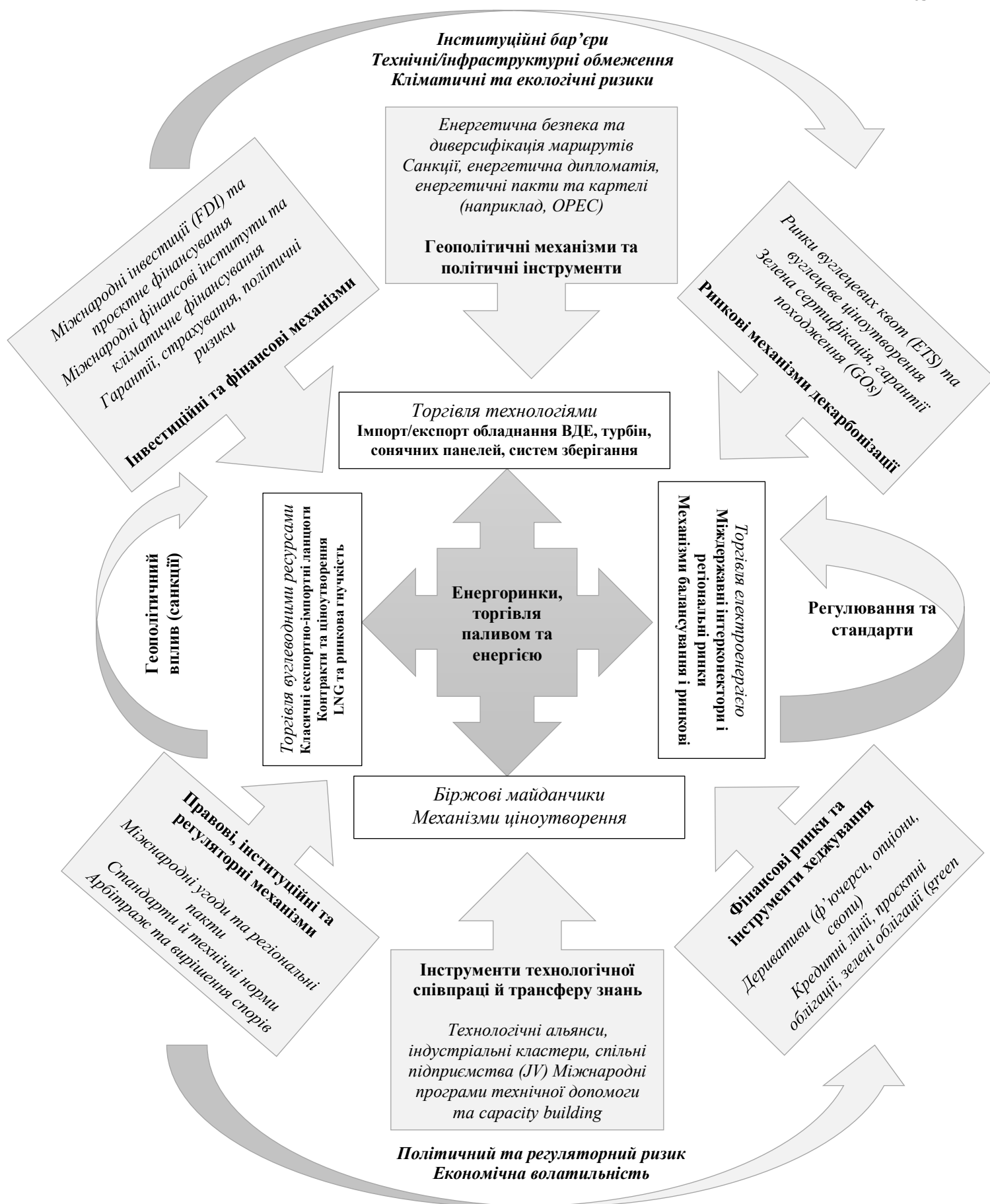


Рис. 1.2. Механізм міжнародної економічної взаємодії у сфері енергетики
Джерело: складено автором за [109-137,142-144,156-181]

Міжнародна торгівля електроенергією ґрунтується на функціонуванні міждержавних інтерконекторів та регіональних ринків, які створюють умови для обміну потужністю та енергією, формують механізми ціноутворення на біржах і сприяють балансуванню відновлюваних джерел. Системи балансування включають ціноутворення на добових і внутрішньодобових ринках, оплату резервних потужностей, а також розвиток програм гнучкості та систем зберігання енергії. Важливим напрямом міжнародної взаємодії є також торгівля технологіями та обладнанням – імпорт і експорт турбін, сонячних панелей та систем акумуляування. Це забезпечує поширення інноваційних рішень, сприяє формуванню глобальних ланцюгів доданої вартості та прискорює інтеграцію низьковуглецевих технологій у національні енергетичні системи.

Інвестиційні та фінансові механізми охоплюють прямі іноземні інвестиції у видобуток, генерацію та інфраструктуру, що визначають технологічний вибір і темпи модернізації енергетичних систем. Проектне фінансування, реалізоване на умовах non-recourse або limited-recourse, є ключовим інструментом для великих інфраструктурних проектів – LNG-терміналів, трубопроводів чи масштабних об'єктів відновлюваної енергетики. Воно забезпечує кредиторам повернення коштів через грошові потоки самого проекту. Важливу роль відіграють міжнародні фінансові інститути, серед яких Світовий банк, ЄБРР, Азійський та Африканський банки розвитку, що надають кредити, гранти, гарантії та технічну допомогу, стимулюючи інвестиції у країнах, що розвиваються. Кліматичне фінансування реалізується через механізми UNFCCC та Зелений кліматичний фонд, мобілізуючи ресурси для скорочення викидів і адаптації. Приватні інвестори дедалі більше орієнтуються на ESG-критерії, використовуючи зелений бондинг та інші інструменти сталого фінансування. Для зниження ризиків застосовуються гарантії експортно-кредитних агентств і страхові продукти, що покривають політичні та кредитні ризики.

Ринкові механізми декарбонізації включають системи торгівлі викидами за моделлю cap-and-trade та вуглецеве оподаткування, які формують ціну на вуглець і впливають на інвестиційні рішення у глобальній енергетиці. У межах Паризької угоди діють механізми співпраці, що забезпечують трансграничні

потоки фінансових зобов'язань і сертифікатів. Додатковим інструментом є зелена сертифікація та гарантії походження, які підтверджують виробництво електроенергії з відновлюваних джерел і створюють додану вартість для відповідних проєктів.

Правові, інституційні та регуляторні механізми формуються через міжнародні угоди та регіональні пакти, що регламентують енергетичну співпрацю, транскордонну торгівлю та захист інвестицій, забезпечуючи передбачуваність умов для учасників ринку. Гармонізація регуляторних норм, зокрема через європейські директиви, сприяє інтеграції ринків. Міжнародні стандарти ISO та IEC забезпечують інтероперабельність обладнання й технологій, знижуючи транзакційні витрати та прискорюючи впровадження відновлюваних джерел. Арбітражні механізми, такі як ICSID та ICC, широко застосовуються для вирішення інвестиційних спорів, знижуючи юридичні ризики та підвищуючи привабливість інвестицій.

Фінансові ринки пропонують інструменти хеджування через деривативи — ф'ючерси, опціони та свопи на енергетичні товари, що дозволяють мінімізувати цінові ризики. Додатковими механізмами мобілізації капіталу є кредитні лінії, проєктні та зелені облігації. Технологічна співпраця реалізується через альянси, індустріальні кластери та спільні підприємства, що стимулюють поширення інновацій і локалізацію виробництва. Міжнародні програми технічної допомоги та capacity building підтримують країни у впровадженні стандартів, регуляторних практик та нових технологій.

Геополітичні механізми охоплюють санкції, енергетичну дипломатію, пакти та картелі, зокрема ОПЕК, які використовуються для впливу на ціни, доступ до ресурсів і стратегічний контроль. Енергетична безпека та диверсифікація маршрутів постачання стають предметом міждержавного стратегування, що безпосередньо впливає на інвестиційні рішення та торгові потоки.

Водночас міжнародна економічна взаємодія у сфері енергетики стикається з низкою ризиків і бар'єрів. Політичні та регуляторні ризики пов'язані з непередбачуваними змінами політик, націоналізацією чи обмеженнями на

іноземні інвестиції. Економічна волатильність проявляється у коливаннях цін на нафту й газ та валютних ризиках. Інституційні бар'єри виникають через різноманітність регуляторних режимів і відсутність гармонізованих стандартів. Технічні та інфраструктурні обмеження включають вузькі місця в інтерконекторах і недостатній рівень мережевої гнучкості. Нарешті, кліматичні та екологічні ризики зумовлені екстремальними погодними явищами, жорсткістю екологічних норм та соціально-політичним протистоянням навколо реалізації окремих проєктів.

Таким чином, сучасна система міжнародної торгівлі енергоресурсами та енергопродуктами є багатовимірною та комплексною, поєднуючи економічні, фінансові, правові, технологічні та геополітичні механізми, які водночас створюють можливості для розвитку та формують значні виклики для глобальної енергетичної безпеки.

Енергетичний перехід має комплексні позитивні та негативні ефекти, що визначають його глобальну динаміку. З одного боку, він стимулює мобілізацію фінансових ресурсів, технологічний трансфер та інтеграцію ринків; з іншого — загострює проблеми залежності від викопних ресурсів, політичних конфліктів і нерівності доступу до фінансів. Аналіз наукових праць у сфері енергетичного переходу показує, що позитивні ефекти полягають насамперед у мобілізації капіталу для інвестицій у відновлювану енергетику та енергоефективність [253].

Зростання ринку зелених облігацій і розвиток механізмів сталого фінансування створюють нові канали капіталу, спрямовані на проєкти низьковуглецевої генерації. Це забезпечує економічну диверсифікацію та формує довгострокові стимули для приватних і інституційних інвесторів. Важливим є також технологічний трансфер, що здійснюється через міжнародні програми співпраці та інвестиції транснаціональних корпорацій. Він сприяє поширенню інновацій у сферах відновлюваних джерел енергії, систем зберігання та цифровізації енергетики, що особливо актуально для країн, які перебувають на етапі модернізації енергосистем [253].

Ще одним позитивним наслідком є оптимізація використання ресурсів через регіональну інтеграцію, яка дозволяє ефективніше застосовувати

інтерконектори та балансувати виробіток відновлюваних джерел. Це знижує системні ризики та підвищує стійкість енергетичних систем. Крім того, розвиток ринкових сигналів для інвестицій у відновлювані джерела енергії через механізми ціноутворення на вуглець та системи торгівлі квотами створює економічні стимули для переходу до низьковуглецевої економіки [110].

Водночас існують і негативні ефекти. Значна частина країн-експортерів енергоресурсів залишається залежною від доходів від викопних палив, що ускладнює їхню диверсифікацію та може призводити до економічної нестабільності.

Висновки до розділу 1

У межах теоретико-методологічної частини дослідження глобального енергетичного переходу було проаналізовано ключові аспекти, що визначають його концептуальну та інституційну основу.

Еволюція концепції енергетичного переходу демонструє поступове зміщення акцентів від традиційної моделі розвитку, орієнтованої на використання викопних ресурсів, до сучасної парадигми, що ґрунтується на принципах сталості, декарбонізації та інтеграції відновлюваних джерел енергії. У цьому контексті простежується формування нових теоретичних підходів, які поєднують економічні, екологічні та соціальні виміри трансформації енергетичних систем.

Аналіз історичного розвитку дефініції «енергетичний перехід» засвідчує, що ця концепція сформувалася як відповідь на комплекс глобальних викликів — зміну клімату, поступове виснаження традиційних джерел енергії та необхідність забезпечення сталого розвитку суспільства. Її еволюція відображає розширення рамок енергетичної політики: від локальних екологічних ініціатив, спрямованих на зменшення негативного впливу окремих секторів, до формування цілісної міжнародної стратегії, яка охоплює економічні, технологічні та соціальні аспекти розвитку. У цьому процесі відбувається трансформація підходів до енергетики — від вузько галузевих рішень до

інтегрованої моделі, що поєднує екологічні пріоритети з економічною ефективністю та соціальною справедливістю.

З науково-методологічної точки зору енергетичний перехід слід розглядати як багатовимірну соціотехнічну трансформацію енергетичних систем. Вона включає історичне заміщення паливних ресурсів, поступове впровадження відновлюваних джерел енергії, підвищення рівня енергоефективності та цифровізацію управлінських процесів. Ці зміни супроводжуються глибокими інституційними, правовими, економічними та культурними перетвореннями, що формують нову архітектуру глобальної енергетики. Таким чином, енергетичний перехід виходить за межі технологічних інновацій і постає як комплексний процес, що охоплює політичні та соціальні виміри, визначається множинністю траєкторій у різних регіонах світу та відображає специфіку їхнього економічного й культурного розвитку.

Особливе значення у цьому контексті має інтеграція питань енергетичної безпеки, кліматичної політики, соціальної справедливості та економічного розвитку. Енергетичний перехід спрямований на формування стійкої, інклюзивної та низьковуглецевої енергетичної системи, здатної забезпечити баланс між екологічними вимогами та економічними інтересами, а також створити умови для рівного доступу до енергетичних ресурсів. У цьому сенсі він постає не лише як технологічна модернізація, але й як стратегічна трансформація суспільних відносин, що визначає нові параметри глобальної взаємодії у сфері енергетики.

Узагальнюючи, енергетичний перехід слід трактувати як системний процес, що поєднує наукові концепції та практичні інструменти, інтегрує економічні, політичні та соціальні фактори й формує нову парадигму розвитку, орієнтовану на досягнення цілей сталості та декарбонізації у світовому масштабі.

У межах теоретико-методологічної частини дослідження було проаналізовано інституційну архітектуру глобального енергетичного ринку, яка визначається діяльністю міжнародних організацій, міждержавних угод та регуляторних режимів, що формують правила функціонування світової енергетики. Вона забезпечує координацію політик, моніторинг ринкових

процесів та створення нормативної бази для інтеграції енергетичних систем, сприяючи прозорості та прогнозованості глобальної енергетичної політики.

Дослідження показало, що інституційна архітектура глобального енергетичного ринку є багаторівневою системою, яка охоплює міжнародні організації, регіональні об'єднання, національні регулятори, корпорації та недержавних акторів. Вона сформувалася під впливом геополітичних криз, технологічних змін і процесів глобалізації та нині визначає напрями енергетичного переходу. Ключову роль традиційно відіграють ОПЕК, яка координує пропозицію нафти, та ІЕА, що забезпечує аналітику й стратегічне бачення декарбонізації. Сучасна архітектура характеризується взаємопереплетенням функцій різних рівнів і формує основу для реалізації політик сталого розвитку.

Окремо було розглянуто механізми міжнародної економічної взаємодії у сфері енергетики, які утворюють складний комплекс інструментів, де ринкові, фінансові, правові та політичні елементи взаємопов'язані. Їхня ефективність у забезпеченні енергетичного переходу залежить від узгодженості політик, доступності фінансування, технічної інтеграції ринків та здатності мінімізувати інвестиційні ризики. Важливими чинниками прискорення процесів декарбонізації є гармонізація регуляторних норм, розвиток інфраструктури інтеграції ринків, активне використання кліматичних фінансових інструментів та формування стійких механізмів управління ризиками.

Міжнародна економічна взаємодія у сфері енергетики визначається як комплекс господарських, фінансових, правових та технологічних відносин між державами, транснаціональними корпораціями та міжнародними організаціями, спрямованих на виробництво, обмін, транспортування та кінцеве споживання енергоресурсів. Її специфіка обумовлена стратегічною значущістю енергетики для національної та глобальної економіки, високою капіталомісткістю інфраструктурних проєктів, наявністю геополітичних ризиків та необхідністю реагування на глобальні екологічні виклики. Саме ці чинники формують багатовимірний характер енергетичної взаємодії, що поєднує економічні інтереси з політичними та екологічними пріоритетами.

До основних елементів міжнародної економічної взаємодії належать ринкові механізми, які охоплюють торгівлю енергоресурсами, використання біржових інструментів та формування систем ціноутворення. Вони забезпечують функціонування глобальних ринків нафти, газу, вугілля та електроенергії, створюючи умови для балансування попиту й пропозиції та формування інвестиційних сигналів. Інвестиційні та фінансові інструменти виступають ключовим чинником модернізації енергетичних систем, адже прямі іноземні інвестиції, проєктне фінансування та кліматичні фонди визначають темпи впровадження нових технологій і розвиток інфраструктури.

Регуляторно-інституційні режими формуються міжнародними організаціями, міждержавними угодами та регіональними інтеграційними об'єднаннями, які встановлюють правила функціонування ринку, забезпечують прозорість та прогнозованість політик, а також сприяють гармонізації стандартів. Технологічна співпраця та трансфер знань реалізуються через міжнародні програми, спільні дослідження та інвестиції транснаціональних корпорацій, що забезпечує поширення інновацій у сферах відновлюваної енергетики, енергоефективності та цифровізації.

Таким чином, міжнародна економічна взаємодія у сфері енергетики є багаторівневим і комплексним процесом, що поєднує ринкові, фінансові, інституційні, технологічні та геополітичні механізми, створюючи основу для реалізації глобального енергетичного переходу та досягнення цілей сталого розвитку.

Узагальнюючи, можна зробити висновок, що теоретико-методологічні основи глобального енергетичного переходу окреслюють цілісну картину трансформаційних процесів, які поєднують концептуальні засади, інституційну архітектуру та міжнародні механізми економічної взаємодії, створюючи підґрунтя для подальших емпіричних досліджень і практичної реалізації стратегій сталого розвитку.

РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ СТАН МІЖНАРОДНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ ТА ТЕНДЕНЦІЇ ЙОГО ТРАНСФОРМАЦІЇ

2.1. Глобальні тренди розвитку відновлюваної енергетики

Глобальні тренди розвитку відновлюваної енергетики визначають сучасну парадигму трансформації світової економіки та енергетичного сектору. В умовах загострення проблеми зміни клімату, зростання вартості викопних ресурсів та необхідності забезпечення енергетичної безпеки держави дедалі активніше переходять до використання відновлюваних джерел енергії. Сучасний енергетичний перехід супроводжується масштабним нарощуванням інвестицій у сонячну та вітрову генерацію, які демонструють найвищі темпи зростання серед усіх сегментів енергетики. Важливим напрямом розвитку стають технології накопичення та зберігання енергії, що забезпечують інтеграцію відновлюваних джерел у національні енергосистеми та підвищують їхню стабільність.

Особливе значення набуває воднева енергетика, яка розглядається як стратегічний інструмент переходу до низьковуглецевої економіки, здатний забезпечити чистою енергією транспорт, промисловість та житловий сектор. Паралельно відбувається цифровізація енергетичних систем, що включає впровадження інтелектуальних мереж, використання аналітики даних та автоматизованих систем управління для підвищення ефективності й гнучкості енергопостачання.

Трансформація міжнародного енергетичного ринку здійснюється під впливом комплексу взаємопов'язаних факторів, серед яких ключове значення мають екологічні, технологічні, інституційні та структурні зміни. Екологічний вимір визначається глобальними кліматичними процесами та посиленням міжнародних вимог щодо скорочення викидів парникових газів, що формує нові параметри розвитку світової енергетики. Технологічний прогрес охоплює активний розвиток відновлюваних джерел енергії, систем накопичення, водневих технологій та цифрових платформ управління енергетичними мережами. Інституційні зміни пов'язані з імплементацією міжнародних

кліматичних угод, зокрема Паризької, а також із формуванням нових регуляторних механізмів, спрямованих на забезпечення сталого розвитку. Водночас трансформація попиту визначається процесами електрифікації транспорту, декарбонізації промисловості та підвищенням рівня енергоефективності. Сукупність зазначених чинників формує нову парадигму функціонування енергетичних ринків, у межах якої економічна результативність дедалі тісніше інтегрується з екологічною відповідальністю та соціальною стійкістю.

Відновлювана енергетика сьогодні виступає одним із ключових чинників глобального енергетичного переходу, що визначає поступове відходження від використання викопних ресурсів на користь чистих джерел енергії. Зростаюче значення відновлюваної енергетики зумовлене низкою взаємопов'язаних чинників. По-перше, кліматичні цілі декарбонізації, закріплені міжнародними угодами, зокрема Паризькою, стимулюють держави до скорочення викидів парникових газів та переходу на низьковуглецеві технології. По-друге, економічна ефективність виробництва енергії з відновлюваних джерел постійно зростає завдяки зниженню вартості технологій та масштабуванню виробництва, що робить цей напрям конкурентоспроможним порівняно з традиційними джерелами. По-третє, розвиток відновлюваної енергетики сприяє зміцненню енергетичної безпеки, оскільки забезпечує диверсифікацію постачання та зменшує залежність від імпорту викопного палива. Нарешті, технологічні інновації – у сферах сонячної та вітрової генерації, систем накопичення енергії та водневих технологій – відкривають нові можливості для інтеграції відновлюваних джерел у глобальні енергетичні системи. У сукупності ці чинники формують основу сучасної енергетичної трансформації, яка поєднує екологічну відповідальність, економічну доцільність та стратегічну стійкість.

За інформацією Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики (IRENA), світова енергетика демонструє безпрецедентні темпи розвитку у сфері відновлюваних джерел. Протягом останніх п'яти років глобальна встановлена потужність ВДЕ зросла більш ніж на 50 %, що свідчить про системний перехід від викопних ресурсів до чистої енергії. Станом на 2024 рік загальна потужність

відновлюваної енергетики досягла 4 448 ГВт (рис. 2.1.), що стало рекордним показником у світовій історії енергетики та підтвердило стратегічну роль ВДЕ у формуванні нової архітектури міжнародного енергетичного ринку [264].

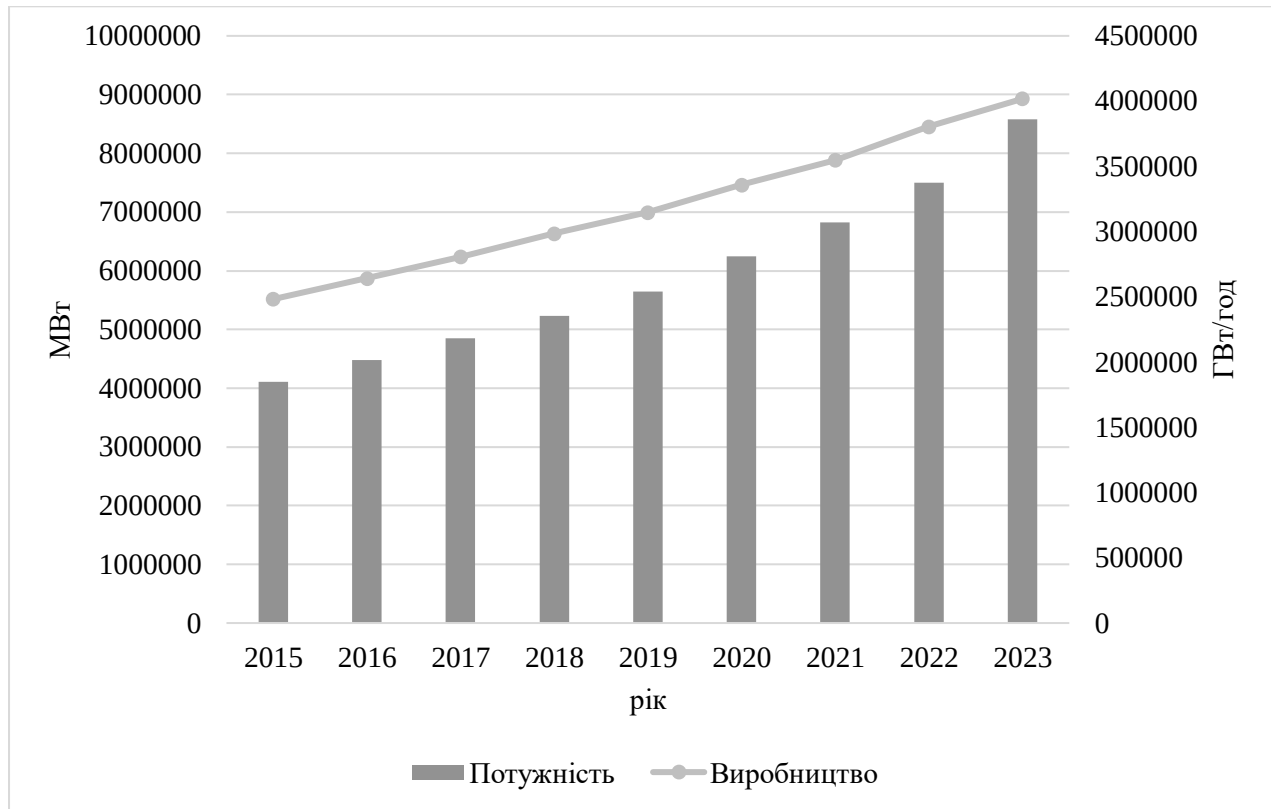


Рис. 2.1. Загальний обсяг потужностей та виробництва відновлюваної енергії у світі, 2015-2023 рр.

Джерело: [176,181]

У період 2015–2024 років глобальний розвиток відновлюваної енергетики характеризувався стійким і прискореним зростанням як встановлених потужностей, так і обсягів виробництва електроенергії. Загальна потужність зросла з 1,85 млн ГВт у 2015 році до понад 4,44 млн ГВт у 2024 році, що означає більш ніж дворазове збільшення за десятиріччя. Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел піднялося з 5,52 тис. ТВт·год у 2015 році до майже 8,93 тис. ТВт·год у 2023 році, що свідчить про значне розширення ролі ВДЕ у світовому енергетичному балансі.

Водночас темпи приросту потужностей перевищували темпи приросту виробництва, що відображає структурні зміни у портфелі відновлюваних джерел. Зростання частки сонячної та вітрової генерації, які мають нижчий середній коефіцієнт використання встановленої потужності порівняно з гідро- чи

геотермальною енергетикою, призвело до зниження середнього рівня ефективності використання потужностей. Це свідчить про перехід від домінування традиційних відновлюваних джерел до масштабного розгортання технологій із більшою варіативністю виробництва. Основними чинниками такого зростання стали імплементація міжнародних кліматичних угод, зокрема Паризької, які стимулювали держави до скорочення викидів парникових газів; економічне здешевлення технологій сонячної та вітрової генерації, що забезпечило їхню конкурентоспроможність; активна інвестиційна політика та підтримка з боку міжнародних фінансових інституцій; а також структурні зміни попиту, пов'язані з електрифікацією транспорту, декарбонізацією промисловості та підвищенням енергоефективності.

Динаміка розвитку відновлюваної енергетики у 2015–2024 роках демонструє не лише кількісне зростання, але й якісну трансформацію світового енергетичного ринку. Вона відображає поступовий перехід від використання викопних ресурсів до екологічно відповідальної та технологічно інноваційної моделі виробництва електроенергії. Цей процес є результатом поєднання екологічних, технологічних, економічних та інституційних факторів, що формують нову глобальну енергетичну парадигму, орієнтовану на стійкість та екологічну відповідальність.

Енергетичний перехід відображає не лише технологічний прогрес, але й політичну волю держав, які реалізують кліматичні цілі та інвестують у розвиток сонячної, вітрової, гідро- та біоенергетики. Він також підтверджує зростання економічної ефективності відновлюваних джерел, адже зниження вартості виробництва робить їх конкурентоспроможними порівняно з традиційними джерелами. У сукупності ці фактори засвідчують, що відновлювана енергетика стала фундаментом глобального енергетичного переходу.

За даними міжнародних оглядів, найбільші обсяги потужностей у сфері відновлюваної енергетики зосереджені у кількох ключових країнах (табл. 2.1) [6,30,52,152]. У сучасній структурі глобального енергетичного переходу провідні позиції займають десять країн, які забезпечують найбільші обсяги встановлених потужностей. Китай виступає абсолютним світовим лідером,

концентруючи майже третину глобальних потужностей завдяки масштабним інвестиціям у сонячну, вітрову та гідроенергетику. Сполучені Штати Америки демонструють стрімке нарощування сонячної та вітрової генерації, що підтримується активною політикою окремих штатів. Бразилія утримує ключові позиції завдяки потужній гідроенергетиці та біоенергетиці, які формують значну частку «зеленої» енергії у внутрішньому балансі.

Таблиця 2.1.

10 країн-лідерів по впровадженню відновлюваної енергії 2015-2024 рр

Країна	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Китай	479103	541016	620856	695463	758870	896412	1017852	1156126	1453701	1817956
США	194900	215087	229678	244874	262734	292548	325822	352490	385283	427886
Бразилія	116653	131694	136252	139872	144611	150690	161303	176580	194463	213864
Індія	78582	90414	105258	118227	128475	134774	147418	163295	175874	204485
Німеччина	97228	103665	111625	117782	123641	129800	136502	142842	159886	178655
Японія	66905	75563	83596	90722	98683	107934	115170	121368	126871	130406
Іспанія	47740	47825	47975	48316	54636	57348	62048	74441	80881	88498
Італія	50252	51022	51944	52963	54126	55195	56541	59478	64777	72115
Велика Британія	30800	35437	40038	43906	46664	47828	49600	53406	56127	60051
Франція	42706	44676	47526	50090	52819	55055	58534	62080	67447	74340

Джерело: [176-181,206-209]

Ще один потужний представник азіатського регіону, Індія, реалізуючи масштабні державні програми розвитку сонячних та вітрових станцій, входить до п'ятірки світових лідерів. Аналізуючи дані таблиці, можна стверджувати, що Німеччина є беззаперечним європейським лідером, забезпечуючи високий рівень інтеграції відновлюваних джерел у національну енергосистему. Японія активно розвиває сонячну енергетику та інвестує у водневі технології, що визначає її стратегічну орієнтацію на інноваційні рішення. А, Іспанія створила сильні позиції у сонячній та вітровій генерації, що забезпечує значну частку ВДЕ у виробництві електроенергії.

Італія вирізняється розвиненою сонячною енергетикою та стабільною політикою підтримки «зеленої» генерації. Велика Британія утвердилася як світовий лідер у сфері офшорної вітрової енергетики, реалізуючи масштабні інвестиційні проєкти. Франція, спираючись на потужну гідроенергетику,

водночас активно розвиває сонячні та вітрові станції у рамках європейської кліматичної політики.

Зазначені країни формують ядро глобального розвитку відновлюваної енергетики, поєднуючи різні моделі та інструменти реалізації енергетичного переходу, що забезпечує їхню провідну роль у формуванні нової архітектури світового енергетичного ринку.

У 2023 році глобальний розподіл потужностей відновлюваної енергетики характеризувався значною регіональною асиметрією (рис. 2.2). Абсолютним лідером виступає Азія, яка акумулювала понад 1,96 млн ГВт, що становить 44,31 % світових потужностей. Такий результат пояснюється масштабними інвестиціями Китаю, Індії та інших азійських країн у сонячну, вітрову та гідроенергетику, а також активною державною політикою підтримки «зеленої» генерації.

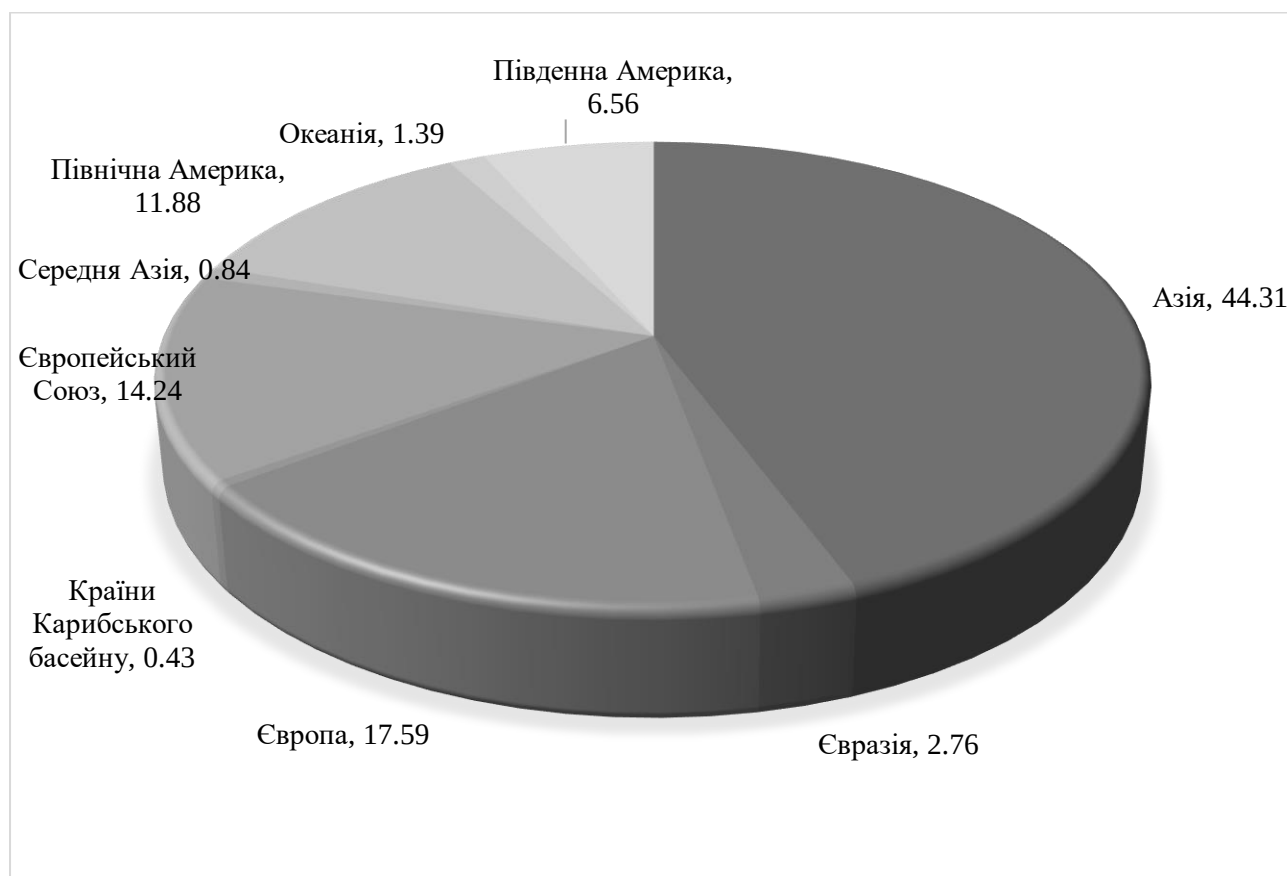


Рис. 2.2. Регіональна структура ВДЕ світу у 2023 році, %

Джерело: складено автором за [176-181,206-209]

Європа забезпечила 778 тис. ГВт (17,59 %), при цьому Європейський Союз окремо акумулював 630 тис. ГВт (14,24 %), що свідчить про високий рівень

інтеграції відновлюваних джерел у європейську енергосистему та реалізацію кліматичної політики ЄС.

Країни Північної Америки досягли 526 тис. ГВт (11,88 %), серед них провідну роль відіграє США зі стрімким розвитком сонячної та вітрової генерації. Також значну частку мають країни Південної Америки, що забезпечила 290 тис. ГВт (6,56 %), що значною мірою зумовлено потужною гідроенергетикою Бразилії.

Менші частки належать Океанії (61,6 тис. ГВт; 1,39 %), Євразії (122 тис. ГВт; 2,76 %), Середній Азії (37 тис. ГВт; 0,84 %) та Карибському регіону (18,9 тис. ГВт; 0,43 %). Їхні показники пояснюються обмеженими інвестиційними можливостями та меншою масштабністю енергетичних систем.

Таким чином, регіональна структура відновлюваної енергетики у 2023 році засвідчила домінування Азії та Європи, які разом забезпечили понад 60 % світових потужностей. Це підтверджує, що саме ці регіони виступають ключовими драйверами глобального енергетичного переходу, тоді як інші регіони поступово нарощують свою частку, орієнтуючись на власні природні ресурси та економічні можливості. У 2024 році глобальний розподіл потужностей відновлюваної енергетики продемонстрував подальше посилення домінування азійського регіону (рис. 2.3), що свідчить про збереження його провідної ролі у формуванні нової архітектури світового енергетичного ринку.

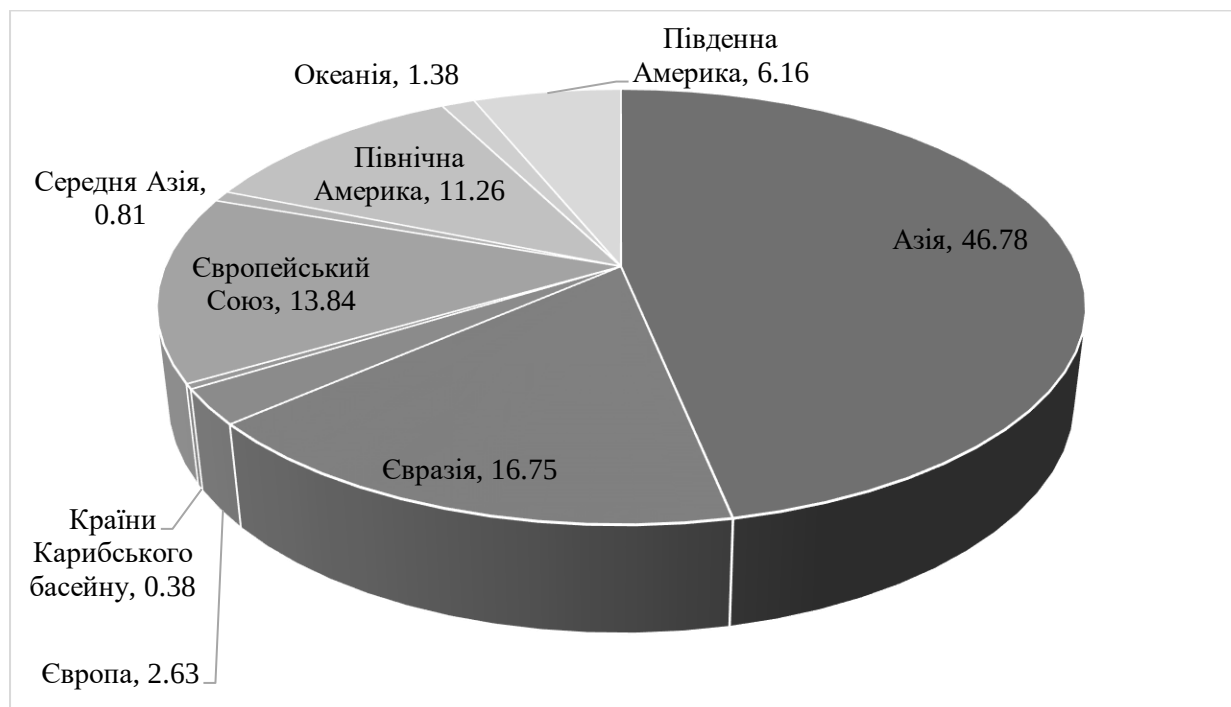


Рис. 2.3. Регіональна структура ВДЕ світу у 2024 році, %

Джерело: складено автором за [176-181,206-209]

У 2024 році Азія акумулювала понад 2,37 млн ГВт, що становить 46,78 % світових потужностей. Такий результат пояснюється масштабними інвестиціями Китаю, Індії та інших країн регіону у сонячну, вітрову та гідроенергетику, а також активною державною політикою підтримки «зеленої» генерації. Європа забезпечила 850 тис. ГВт (16,75 %), при цьому Європейський Союз окремо акумулював 702 тис. ГВт (13,84 %), що свідчить про високий рівень інтеграції відновлюваних джерел у європейську енергосистему та реалізацію кліматичної політики ЄС.

Північна Америка зосередила 571 тис. ГВт (11,26 %), де провідну роль відіграють США зі стрімким розвитком сонячної та вітрової генерації, а також Канада. Південна Америка забезпечила 313 тис. ГВт (6,16 %), значний внесок у якій традиційно належить Бразилії. Найменші частки припадають на Океанію (70 тис. ГВт; 1,38 %), Євразію (133 тис. ГВт; 2,63 %), Середню Азію (41 тис. ГВт; 0,81 %) та Карибський регіон (19 тис. ГВт; 0,38 %), що пояснюється обмеженими фінансовими можливостями та меншою масштабністю енергетичних систем.

Таким чином, регіональна структура відновлюваної енергетики у 2024 році демонструє чітке домінування Азії та Європи, які разом забезпечують понад 63 % світових потужностей. Це підтверджує їхню провідну роль як ключових драйверів глобального енергетичного переходу, тоді як інші регіони поступово нарощують свою частку, орієнтуючись на власні природні ресурси та економічні можливості.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що глобальний енергетичний перехід визначається діяльністю обмеженого кола країн, які формують його ядро. Китай утримує беззаперечне лідерство завдяки масштабним державним інвестиціям. США та Індія демонструють швидке нарощування потужностей, орієнтуючись на сонячну та вітрову генерацію. Бразилія та Франція мають сильні позиції у гідроенергетиці, тоді як Велика Британія виступає світовим лідером у сфері офшорної вітрової енергетики. Німеччина та Іспанія показують приклади успішної інтеграції ВДЕ у національні енергосистеми, а Японія активно інвестує

у водневій технології. Очевидним є те, що, топ-10 країн-лідерів у сфері ВДЕ поєднують різні моделі розвитку – від масштабних державних програм до інноваційних технологій, що забезпечує їхню ключову роль у глобальному енергетичному переході.

У 2023 році відновлювані джерела енергії забезпечили 29,9 % світового виробництва електроенергії, що еквівалентно 8 928 ТВт·год. Решта 70,1 % (20 939 ТВт·год) була сформована за рахунок викопного палива, ядерної енергетики, гідроакумулюючих електростанцій та інших невідновлюваних джерел. Сукупно це довело загальний обсяг світового виробництва електроенергії у 2023 році до 29 867 ТВт·год [1]. Можна зробити висновок, що структура генерації засвідчує вагоме зростання ролі відновлюваної енергетики, яка поступово зміцнює свої позиції у глобальному енергетичному балансі, хоча невідновлювані джерела залишаються домінуючими.

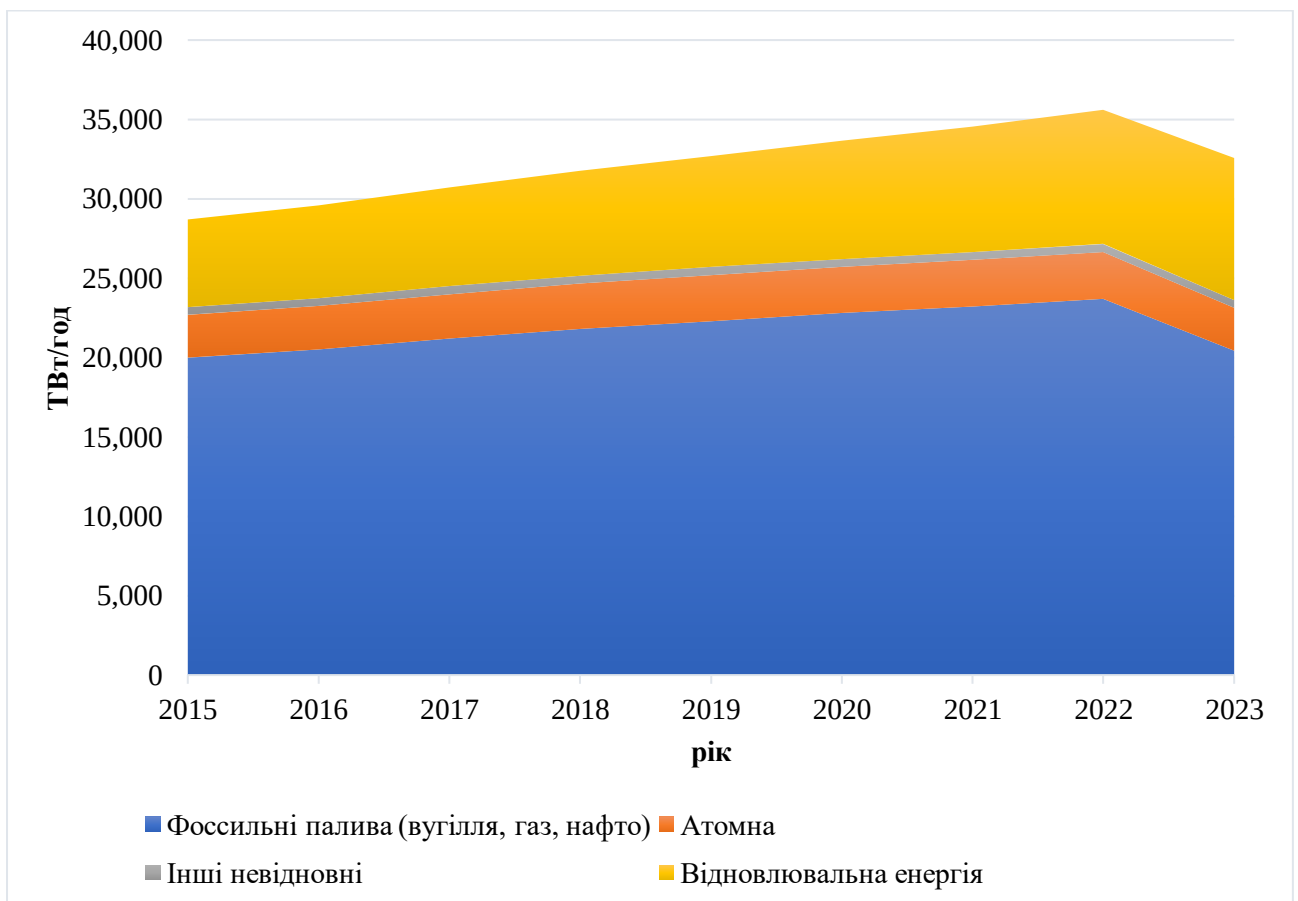


Рис. 2.4. Виробництво електроенергії за джерелами енергії, 2015-2023 рр, ТВт/год

Джерело: складено автором за [176-181,206-209]

За досліджуваний період світова енергетика демонструвала поступову трансформацію у напрямі зростання ролі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) при збереженні домінування викопних палив.

Фосильні палива залишалися основним джерелом виробництва електроенергії, забезпечуючи понад 20 тис. ТВт·год у 2015–2022 роках із піковим значенням близько 23,7 тис. ТВт·год у 2022 році. Однак у 2023–2024 роках спостерігається помітне скорочення – до 20,4 тис. ТВт·год у 2023 році та 18,75 тис. ТВт·год у 2024 році. Це свідчить про початок структурного зниження ролі викопних ресурсів у глобальному енергетичному балансі, що зумовлено як кліматичною політикою, так і економічними факторами (зростання вартості вугілля та газу, геополітичні ризики постачання).

Атомна енергетика демонструвала відносну стабільність, коливаючись у межах 2,7–2,95 тис ТВт·год протягом 2015–2022 років. У 2023 році виробництво знизилося до 2,69 тис ТВт·год, але у 2024 році відбулося відновлення до 2,8 тис ТВт·год. Це підтверджує роль атомної генерації як стабілізуючого чинника у світовій енергетичній системі, що компенсує варіативність виробітку відновлюваних джерел. Інші невідновні джерела, зокрема гідроакumuлюючі станції та специфічні технології, залишаються маргінальними, забезпечуючи близько 0,5 тис. ТВт·год щорічно без істотних змін у динаміці розвитку.

Відновлювана енергетика демонструє найдинамічніше зростання: від 5,5 тис. ТВт·год у 2015 році до майже 8,93 тис. ТВт·год у 2023 році. Це означає приріст на понад 60 % за десятиріччя. Зростання пояснюється масштабним введенням сонячних та вітрових потужностей, здешевленням технологій, підтримкою державних програм та корпоративних угод на постачання «зеленої» енергії.

Отже структура світового виробництва електроенергії у 2015–2024 роках демонструє поступове зниження частки викопних палив та стабільність атомної генерації при стрімкому зростанні відновлюваних джерел. Це підтверджує перехід до нової моделі енергетичного балансу, де ВДЕ стають ключовим драйвером декарбонізації, а атомна енергетика виконує роль базового стабілізатора.

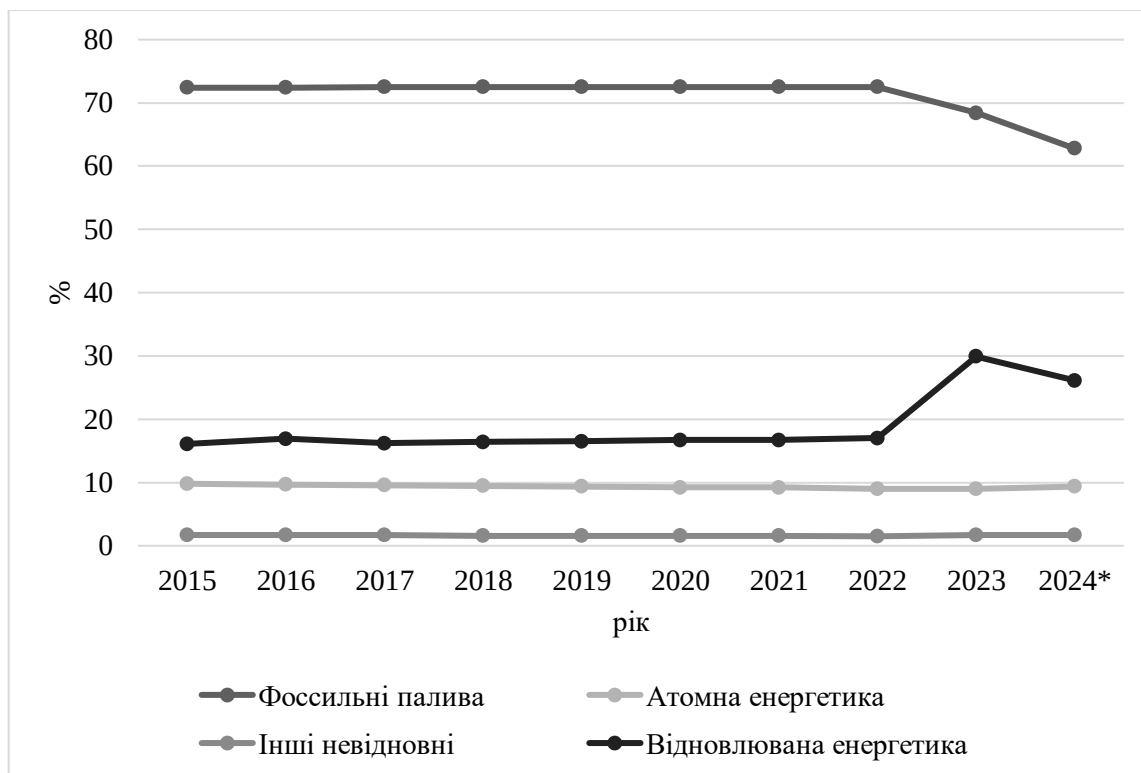


Рис. 2.5. Частка різних джерел у світовому виробництві електроенергії за 2015–2024 роки, %

*Для 2024 року наведені частки на основі прогнозованих даних.

Джерело: складено автором за [176-181,206-209]

З таблиці видно, що протягом 2015–2022 років структура світового виробництва електроенергії залишалася відносно стабільною: викопні палива займали понад 72 %, атомна енергетика – близько 9–10 %, а відновлювані джерела – 16–17 %. Проте у 2023 році відбувся якісний зсув: частка ВДЕ зросла майже до 30 %, що стало результатом масштабного введення сонячних та вітрових потужностей, здешевлення технологій та політичної підтримки декарбонізації. У 2024 році частка ВДЕ дещо знизилася за рахунок коливань у виробництві, але загальна тенденція свідчить про поступове витіснення різних видів викопного палива і зміцнення ролі відновлюваної енергетики у глобальному балансі.

Аналіз структури виробництва електроенергії з відновлюваних джерел є необхідним для розуміння тенденцій глобального енергетичного переходу та визначення ролі окремих технологій у формуванні сучасного енергетичного балансу. Розглянемо динаміку розвитку виробництва відновлювальних джерел енергії за видами протягом останніх десяти років, рис. 2.6.

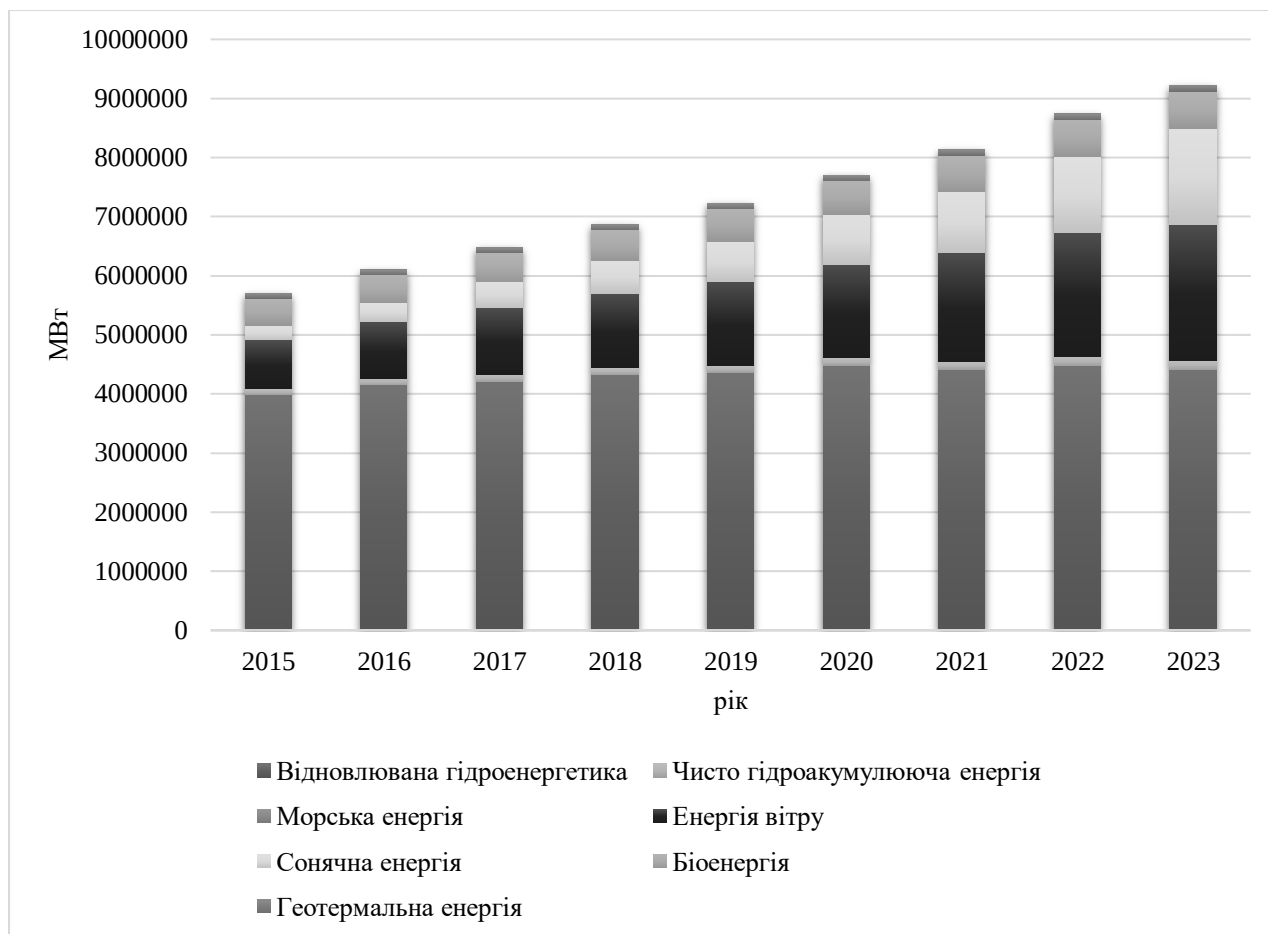


Рис. 2.6. Динаміка виробництва електроенергії з відновлюваних джерел за видами, 2015–2023 рр.

Джерело: складено автором за [176-181,206-209]

Дані свідчать про багатовекторний розвиток відновлюваної енергетики у світі протягом 2015–2023 років. Найбільшу частку традиційно займає гідроенергетика, яка забезпечує понад 4,4 млн ГВт·год у 2023 році. Хоча абсолютні показники гідроенергетики залишаються високими, темпи її приросту є відносно помірними, що відображає зрілість технології та обмеженість доступних нових гідроресурсів. Чисто гідроакumuлююча енергія демонструє поступове зростання — від 94 тис. ГВт·год у 2015 році до майже 148 тис. ГВт·год у 2023 році, що підтверджує її значення як інструменту балансування енергосистеми та інтеграції змінних джерел.

Морська енергетика займає незначну частку у структурі відновлюваної генерації, причому її показники залишаються нижчими за 1 тис. ГВт·год і характеризуються поступовим скороченням. Це пояснюється високою вартістю відповідних технологій та обмеженим масштабом їх комерційного застосування.

Найдинамічніше зростання демонструють вітрова та сонячна енергетика. Вітрова генерація зросла майже у три рази — з 828 тис. ГВт·год у 2015 році до понад 2,3 млн ГВт·год у 2023 році. Сонячна енергетика збільшилася більш ніж у шість разів — з 252 тис. ГВт·год до 1,62 млн ГВт·год за той самий період. Зростання відновлюваної енергетики свідчить про технологічний прорив, здешевлення обладнання та масштабне впровадження у країнах із різними кліматичними умовами. Біоенергетика демонструє стабільну позитивну динаміку: від 456 тис. ГВт·год у 2015 році до понад 631 тис. ГВт·год у 2023 році. Це підтверджує її значення як гнучкого джерела енергії, здатного забезпечувати базове навантаження та підтримувати баланс енергосистеми. І як окремий напрямок геотермальна енергетика, зберігає відносну стабільність, коливаючись у межах 81–98 тис. ГВт·год, що пояснюється географічною обмеженістю ресурсів. У підсумку, структура відновлюваної енергетики у світі демонструє поступове зниження домінування гідроенергетики на користь сонячної та вітрової генерації, які стають ключовими драйверами глобального енергетичного переходу.

Біоенергетика та геотермальна енергетика залишаються стабільними нішевими джерелами, тоді як морська енергетика перебуває переважно на стадії експериментального розвитку. Таким чином, глобальні тенденції розвитку відновлюваної енергетики відображають поступовий перехід від традиційних джерел до інноваційних, екологічно чистих технологій, які формують основу майбутньої архітектури світової енергетики. Цей процес має комплексний характер і поєднує технологічні інновації, економічні стимули та політичні рішення, що у сукупності визначають нову модель сталого розвитку.

Упродовж останнього десятиріччя відновлювана енергетика перетворилася на ключовий драйвер глобального енергетичного переходу, демонструючи стійке зростання як встановлених потужностей, так і фактичного виробництва електроенергії. Загальна встановлена потужність ВДЕ у світі більш ніж удвічі зросла, перевищивши 4,4 ТВт у 2024 році, тоді як виробництво електроенергії з відновлюваних джерел досягло майже 9 тис. ТВт·год у 2023

році. Це свідчить про системну трансформацію світового енергетичного балансу, у межах якої відновлювані джерела поступово витісняють викопні ресурси.

Структурно найбільшу частку у виробництві відновлюваної енергії традиційно забезпечує гідроенергетика, яка зберігає статус базового джерела завдяки зрілості технологій та масштабності ресурсної бази.

Водночас саме сонячна та вітрова генерація демонструють найдинамічніше зростання, що зумовлено технологічним проривом, здешевленням обладнання та масштабними інвестиціями. Їхня частка у глобальному портфелі ВДЕ постійно зростає, формуючи нову архітектуру енергетичних систем.

Біоенергетика та геотермальна енергетика залишаються стабільними нішевими сегментами, які забезпечують диверсифікацію та гнучкість енергетичного балансу, тоді як морська енергетика перебуває переважно на стадії експериментального розвитку.

Регіонально найбільший внесок у розвиток відновлюваної енергетики забезпечує Азія, яка акумулює майже половину світових потужностей, насамперед завдяки масштабним інвестиціям Китаю та Індії. Європа та Північна Америка залишаються стратегічними центрами інновацій та інтеграції відновлюваних джерел у національні енергосистеми, тоді як Південна Америка демонструє сильні позиції у гідроенергетиці.

Причини глобального зростання ВДЕ мають комплексний характер: імплементація міжнародних кліматичних угод (зокрема Паризької), політика декарбонізації та енергетичної безпеки, економічне здешевлення технологій, розвиток систем накопичення енергії та цифрових платформ управління, а також структурна електрифікація кінцевого попиту (транспорт, промисловість, житловий сектор).

Таким чином, сучасні глобальні тенденції розвитку відновлюваної енергетики свідчать про перехід від традиційної моделі, заснованої на викопних ресурсах, до нової парадигми, що поєднує екологічну відповідальність, економічну ефективність та технологічні інновації. Відновлювані джерела енергії поступово перетворюються не лише на альтернативний, а й на

домінуючий сегмент світової генерації, формуючи основу стійкої та диверсифікованої глобальної енергетичної системи.

2.2. Міжнародний досвід реалізації енергетичного переходу

Міжнародний досвід реалізації енергетичного переходу свідчить про формування глобальної тенденції до системної трансформації енергетичних секторів, що охоплює як розвинені країни, так і держави, що розвиваються. Спільним орієнтиром виступає прагнення до декарбонізації економіки, зниження залежності від викопних палив та інтеграції відновлюваних джерел енергії у структуру виробництва й споживання. У більшості країн світу простежується зростання інвестицій у сонячну та вітрову генерацію, розвиток технологій накопичення енергії та цифрових систем управління, що забезпечують гнучкість і стійкість енергетичних мереж. Важливим чинником є також виконання міжнародних кліматичних зобов'язань, зокрема Паризької угоди, яка визначає рамкові цілі зі скорочення викидів парникових газів.

Загальні тенденції включають посилення ролі ESG-інвестицій, що стимулюють перехід до сталих бізнес-моделей, а також зростання уваги до питань енергетичної безпеки в умовах геополітичних ризиків. У сучасній світовій економіці енергетичний перехід трактується як довгостроковий системний процес трансформації енергетичного сектору, спрямований на скорочення використання викопного палива, декарбонізацію виробництва електроенергії та підвищення ролі відновлюваних джерел. На міжнародному рівні він формується під впливом глобальних кліматичних зобов'язань, зокрема Паризької угоди, а також зростаючої потреби в енергетичній безпеці, технологічному оновленні та забезпеченні сталого розвитку. Водночас практична реалізація енергетичного переходу має виразні національні та регіональні особливості, що зумовлює різноманіття моделей і підходів.

Європейський Союз демонструє найбільш комплексну та інституційно оформлену модель енергетичного переходу, яка базується на поєднанні регуляторних, фінансових та ринкових механізмів. У межах Європейського

зеленого курсу та пакету Fit for 55 сформовано правові рамки для досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Це супроводжується активним розвитком відновлюваної енергетики, підвищенням енергоефективності та реформуванням енергетичних ринків. Практика ЄС свідчить, що послідовна політика підтримки ВДЕ та внутрішнього вуглецевого ціноутворення забезпечує стабільне зростання частки чистої електрогенерації, яка в окремі роки перевищує 40 % загального виробництва [127].

Таким чином, у ЄС енергетичний перехід набув ознак системної трансформації електроенергетики, за якої зростання генерації з відновлюваних джерел супроводжується структурним витісненням вугілля та поступовим зниженням ролі природного газу. У 2024 році електричний сектор ЄС продовжив перехід прискореними темпами: сонячна енергетика вперше перевищила вугілля за виробництвом електроенергії, а газова генерація зменшувалася п'ятий рік поспіль, що відбилося на історично низькій частці викопних джерел у виробництві електроенергії [129].

Правове поле ЄС поступово налаштовується на інтеграцію ВДЕ, розвиток «розумних» мереж та забезпечення системної гнучкості. На рівні Єврокомісії здійснюється регулярний моніторинг «Стану Енергетичного Союзу», підтримується методична та аналітична база (Energy Transition Expertise Centre), а також просуваються дослідження щодо якості водню, планування мереж та тарифних структур для інтеграції нових технологій у розподільчі мережі. Ці дослідження створюють підґрунтя для гармонізації стандартів, мінімізації транзакційних витрат та прискорення підключення ВДЕ, що є критичним для досягнення цілей декарбонізації [129].

Протягом останніх п'яти років прискорення енергетичного переходу в Європейському Союзі сприяло істотному скороченню імпорту викопних енергоносіїв, що, у свою чергу, зменшило вразливість економіки до зовнішніх цінових та логістичних шоків і посилило загальну стійкість енергетичної системи. Водночас розвиток технологій накопичення енергії, впровадження механізмів гнучкого попиту та цифрових систем управління забезпечив підвищення стабільності електромереж і створив умови для інтеграції

зростаючих обсягів змінної генерації без необхідності значного нарощування резервних потужностей на основі викопного палива. Паралельно спостерігається структурне витіснення викопної генерації: стійке зростання виробництва електроенергії з вітрових та сонячних джерел супроводжується спадом використання газу та вугілля, що закріплює новий низьковуглецевий стандарт у складі електроенергетичного міксу ЄС.

Ключові тенденції енергетичного переходу Європейського Союзу відображають системний характер трансформацій, що відбуваються у структурі виробництва та споживання енергії (рис. 2.1).

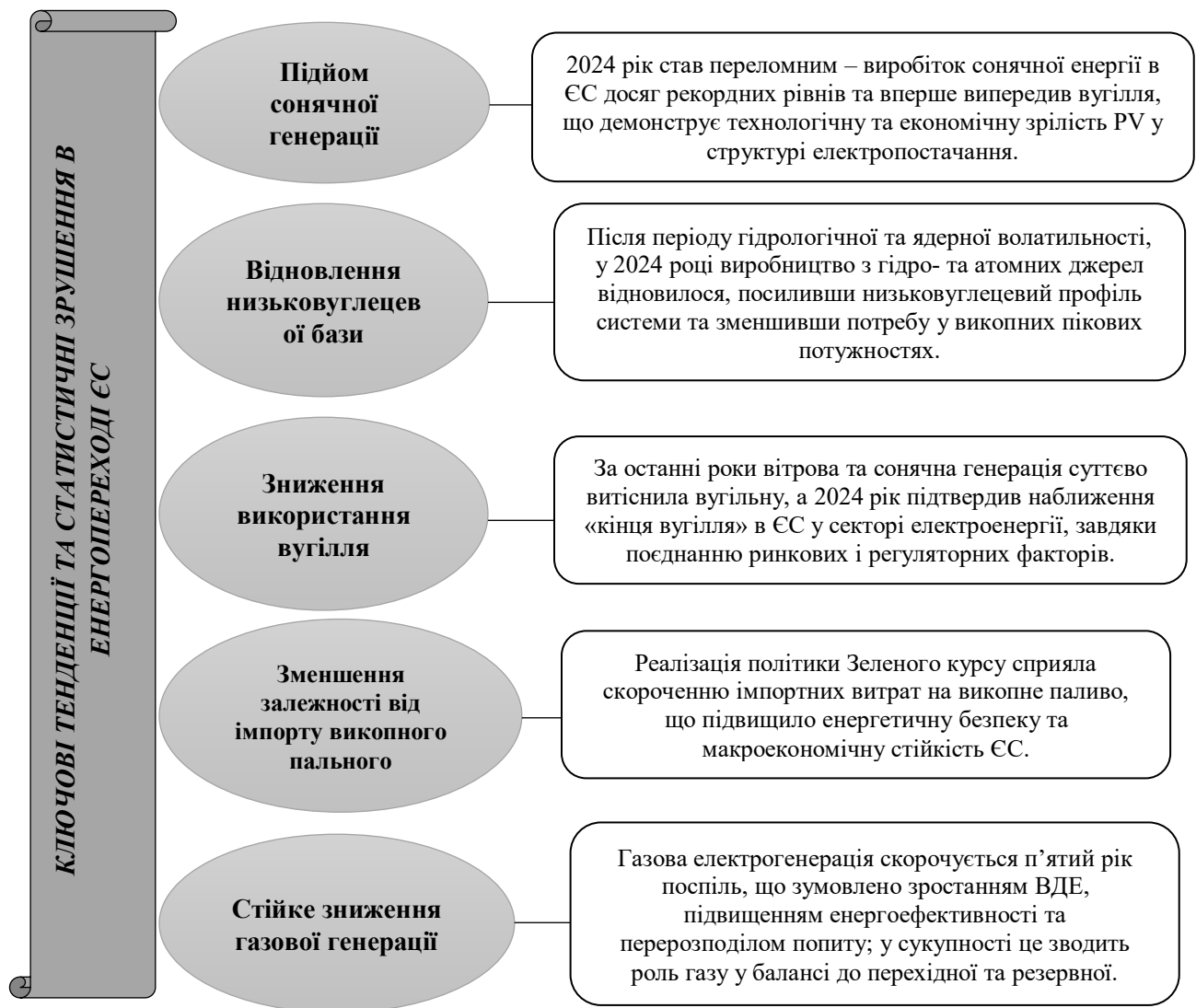


Рис. 2.7. Ключові тенденції та статистичні зрушення в рамках енергопереходу ЄС

Джерело: складено автором

Упродовж останніх років Європейський Союз демонструє послідовний рух у напрямі декарбонізації, що поєднує технологічні інновації, регуляторні механізми та економічні стимули. Особливо показовим став 2024 рік, коли відбулися кілька переломних процесів: рекордне зростання сонячної генерації, відновлення низьковуглецевої бази за рахунок гідро- та атомних джерел, а також стійке скорочення ролі викопних палив у структурі електроенергетичного балансу.

Ці зміни підтверджують не лише технологічну зрілість відновлюваних джерел енергії, але й ефективність політики Європейського зеленого курсу, спрямованої на зменшення імпортозалежності та підвищення макроекономічної стійкості. Таким чином, сучасний етап енергетичного переходу в ЄС характеризується інтеграцією екологічних, економічних та політичних чинників, що формують новий низьковуглецевий стандарт розвитку енергетики.

Порівняльний аналіз індикаторів та динаміки енергетичного переходу в Європейському Союзі за останні п'ять років дасть змогу виявити ключові тенденцій і структурні зрушення у виробництві та споживанні енергії, табл. 2.2.

Таблиця 2.2.

Порівняльні індикатори енергопереходу ЄС за 2019–2024

Індикатор	2019	2024	Зміна	Коментар
Частка ВДЕ у виробництві електроенергії	34%	44%	+10 п.п.	Зростання завдяки сонцю та вітру
Сонячна генерація (виробіток, ТВт·год)	120	240	+100%	У 2024 вперше перевищила вугілля за виробітком
Вітрова генерація (виробіток, ТВт·год)	350	520	+48%	Стабільне нарощування, особливо офшорних потужностей
Вугільна генерація (частка у міксі)	15%	8%	–7 п.п.	«Кінець використання вугілля» наближається, спад удвічі
Газова генерація (частка у міксі)	20%	15%	–5 п.п.	П'ятий рік поспіль скорочення
Атомна генерація (виробіток, ТВт·год)	780	800	+3%	Відновлення після періоду зниження
Гідроенергетика (виробіток, ТВт·год)	360	370	+3%	Відновлення після гідрологічної волатильності
Імпорт викопного палива (вартість, млрд €)	320	210	–110	Зниження витрат завдяки скороченню споживання газу та вугілля
Викиди CO ₂ від енергетики (млн т)	1050	820	–22%	Поступове зниження завдяки декарбонізації

Джерело: складено автором [111,165-172]

Динаміка за п'ять останніх у ЄС демонструє перехід від інкрементального нарощування ВДЕ до системної перебудови енергетичних ринків і інфраструктури. Інституційні орієнтири ЄС – інтегроване планування, розширення мереж, електрифікація та глибша ринкова інтеграція – стали ключовими прискорювачами, що дозволили збільшити змінну генерацію без пропорційного нарощування викопних резервів. Перспективні оцінки підтверджують потребу прискорювати розгортання чистої енергетики і модернізувати мережеву інфраструктуру, зокрема міждержавні інтерконектори та засоби керування гнучкістю, аби мінімізувати транзакційні витрати та час підключення нових проектів [176-181].

Глобальний контекст 2024 року – прискорене зростання попиту на енергію та екстремальні погодні явища – посилив вимоги до європейських енергетичних систем щодо підвищення їхньої гнучкості, цифровізації та стійкості. Попит на електроенергію зростає швидше, ніж у попереднє десятиліття, що підтвердило роль електрифікації як провідника декарбонізації кінцевих секторів (транспорт, тепло). У цих умовах стратегія ЄС щодо модернізації мереж і накопичення енергії виступає необхідною передумовою для інтеграції високих часток змінної генерації та зниження системних витрат на балансування [164-172].

Структурні зміни у генерації (спад вугілля та газу, зростання сонця і вітру) супроводжуються міжкраїноюю варіативністю, що відображає різні стартові умови та інституційні спроможності держав-членів. Базові регіональні характеристики, зокрема демографічні параметри та особливості економічної структури, визначають різний темп електрифікації та модернізації енергетичних мереж. Це зумовлює необхідність адаптивних рамкових політик та узгодженого врядування, спрямованих на вирівнювання прогресу й запобігання концентрації вузьких місць у критично важливих мережевих вузлах.

Сукупний ефект періоду 2019–2024 років полягає у зниженні імпортозалежності та вразливості до зовнішніх шоків, підвищенні макроекономічної стійкості та посиленні промислової конкурентоспроможності завдяки доступу до чистішої та прогнозованої енергії. Прискорене розгортання відновлюваних джерел енергії, поєднане з інвестиціями у гнучкість та цифрові

системи управління, формує основу для подальшого заглиблення процесів декарбонізації та синхронізації з кліматичними цілями.

Водночас реалізація енергетичного переходу супроводжується низкою ризиків: темпи модернізації мереж, узгодженість між ринковими та регуляторними механізмами, а також нерівномірність прогресу між окремими країнами. Це вимагає посилення координації та інституційної спроможності на рівні Європейського Союзу [176-179].

Дані табл. 2.2. свідчать про те, що за п'ятирічний період ЄС здійснив суттєвий прогрес у декарбонізації енергетики. Частка ВДЕ у виробництві електроенергії зросла з третини до майже половини, при цьому сонячна генерація подвоїлася й у 2024 році вперше перевищила виробіток вугілля. Вітрова енергетика також продемонструвала стабільне зростання, особливо завдяки офшорним проектам.

Водночас вугільна генерація скоротилася удвічі, а газова – на п'ять процентних пунктів, що підтверджує структурне витіснення викопних джерел. Відновлення атомної та гідроенергетики після періоду волатильності посилило низьковуглецевий профіль енергосистеми, зменшивши потребу у пікових викопних потужностях.

Зниження імпорту викопного палива більш ніж на €100 млрд у 2024 році порівняно з 2019-м стало важливим чинником макроекономічної стійкості та енергетичної безпеки. Паралельно викиди CO₂ від енергетики скоротилися більш ніж на 20 %, що підтверджує результативність політики Європейського зеленого курсу.

Емпіричні оцінки ефективності енергетичного переходу в ЄС-27 за 2013–2023 роки демонструють суттєву міжкраїнову варіативність, яка відображає різні стартові умови, структуру енергетичних систем та інституційні можливості. Дослідження ефективності процесів фіксує диференціацію за показниками декарбонізації, інтенсивності інвестицій та результативності політик, що вимагає адаптивних підходів до реалізації спільних цілей на рівні держав-членів [96].

Німеччина є одним із найбільш показових прикладів національної реалізації енергетичного переходу в межах ЄС. Концепція *Energiewende*

передбачала одночасну відмову від атомної енергетики та поступове згортання вугільної генерації за умови масштабного розвитку відновлюваних джерел. За останні п'ять років Energiewende перейшла від інкрементального нарощування ВДЕ до системних зрушень у структурі генерації, рівнях викидів та інфраструктурі.

2024 рік став знаковим: частка ВДЕ у чистому публічному споживанні електроенергії вперше перевищила 60 %, а викиди парникових газів знизилися порівняно з попереднім роком, закріпивши історично найнижчий вуглецевий профіль електроенергетичного міксу країни [141,118]. Частка відновлюваних джерел у чистому публічному споживанні електроенергії досягла 62,7 % у 2024 році, що стало рекордним показником та підтвердило структурну домінацію ВДЕ в електросекторі. Сонячна генерація зросла до 72,2 ТВт·год, перевищивши попередні рекорди та випереджаючи планові темпи розширення, а вітрова генерація зберегла провідну роль завдяки стабільному нарощуванню потужностей. На цьому тлі вуглецева інтенсивність електроміксу знизилася до найнижчих історичних рівнів, тоді як імпорт електроенергії збільшився до 24,9 ТВт·год, що відображає балансування системи в умовах швидкої трансформації генераційної структури [141].

Сукупні викиди парникових газів Німеччини у 2024 році скоротилися приблизно на 3% порівняно з 2023-м, до близько 656 млн т CO₂-екв., а відносно 1990 року зменшилися загалом на 48%. Понад 80% кумулятивного скорочення припадає на енергетичний сектор, що підтверджує структурну роль електроенергетики у досягненні національних кліматичних цілей. За оновленою рамкою Закону про захист клімату (KSG), індикативну ціль 2024 року було перевищено приблизно на 36 млн т CO₂-екв., що вказує на прискорення процесу декарбонізації у ключових енергетичних підсекторах [233].

Поряд із цим Німеччина забезпечує реалізацію енергетичного переходу за допомогою комплексної системи врядування та моніторингу. Щорічні звіти незалежної експертної комісії охоплюють оцінку електроенергетики, теплопостачання, безпеки постачання, витрат, рівня викидів, екологічної сумісності та суспільної підтримки, що дозволяє здійснювати системний

контроль і коригування політики. У звіті за 2024 рік зафіксовано прогрес у розгортанні ВДЕ, модернізації мереж і безпеці постачання, водночас окреслено критичні виклики – розбудова мережевої інфраструктури, інтеграція гнучкості (накопичення, керований попит), а також збалансування витрат для споживачів і промисловості в умовах високих інвестиційних потреб [133].

У результаті Німеччина досягла значної частки ВДЕ у структурі електровиробництва, однак зіткнулася з проблемами балансування енергосистеми, зростанням навантаження на мережі та необхідністю додаткових інвестицій у накопичення енергії. Таким чином, німецький досвід підтверджує, що швидкий енергетичний перехід потребує паралельної модернізації інфраструктури та ефективної соціально-економічної компенсації.

У цілому Європейський Союз демонструє узгоджену траєкторію зростання відновлюваної енергетики та структурного витіснення викопної генерації, що підкріплюється регуляторною, інституційною та аналітичною підтримкою. Це підтверджується рекордними показниками виробітку сонячної енергії, історично низькою часткою викопних джерел у промисловому та побутовому використанні, п'ятирічним спадом газової генерації та скороченням імпортованих витрат. Сукупність цих факторів свідчить про перехід від етапу «нарощування ВДЕ» до системної модернізації енергетичних мереж і ринків. Водночас міжкраїнова варіативність ефективності вказує на потребу у гнучких інструментах реалізації та цільових інвестиціях у гнучкість, накопичення та мережеву інфраструктуру, що має забезпечити збалансований і стійкий перехід у всіх державах-членах.

Ще одним лідером енергетичного переходу є Сполучені Штати Америки, де трансформація реалізується переважно на основі ринкових механізмів та технологічних інновацій. Відсутність єдиного централізованого плану компенсується активною роллю окремих штатів, які впроваджують власні кліматичні та енергетичні програми.

США здійснюють енергетичний перехід через масштабні законодавчі та фінансові інструменти. Закон про зниження інфляції (Inflation Reduction Act, 2022) та Bipartisan Infrastructure Law (2021) створили безпрецедентні стимули для

інвестицій у відновлювану енергетику, електромобілі, акумуляторні технології та модернізацію мереж [232,246]. Прийняття Inflation Reduction Act суттєво посилило федеральну підтримку відновлюваної енергетики, систем накопичення та водневих технологій, заклавши передумови для прискореного зростання інвестицій у чисту енергетику [246]. Це дозволило країні стати одним із глобальних лідерів у виробництві батарей, електролізерів, теплових насосів та біопалива.

Інвестиції у чисту енергетику	Сукупне виробництво енергії	Відновлювані джерела енергії	Біопаливо	Електромобілі
у 2024 році США залучили рекордні \$303,3 млрд фінансування для технологій енергетичного переходу (ВДЕ, EV, мережі, зберігання)	у 2024 році країна виробила понад 103 квадрильйони BTU первинної енергії, що стало історичним максимумом. Природний газ забезпечив близько 38% виробництва, залишаючись найбільшим джерелом енергії з 2011 року.	сонячна та вітрова генерація встановили рекордні обсяги виробітку у 2024 році, підтверджуючи їхню роль як ключових драйверів декарбонізації.	США залишаються найбільшим виробником біопалива у світі, що підкреслює диверсифікацію джерел енергії	продажі EV у 2024 році досягли історичних максимумів, що підтверджує ефективність стимулів IRA.

Рис. 2.8. Ключові зрушення в енергопереході США за 2019–2024 рр.

Джерело: складено автором за [159,160,232,246]

За останні п’ять років США продемонструвала якісне прискорення трансформації енергетичного сектору, поєднавши масштабні інвестиції, технологічні інновації та політичні стимули. Рекордні обсяги фінансування у 303,3 млрд.дол США у 2024 році стали свідченням стратегічної орієнтації на чисту енергетику, що охоплює відновлювані джерела, електромобільність, розвиток мереж та систем зберігання. Сукупне виробництво енергії досягло історичного максимуму, при цьому природний газ зберіг провідну роль як «перехідне паливо», забезпечуючи стабільність системи.

Водночас сонячна та вітрова генерація досягли рекордних показників виробітку, підтвердивши свою ключову роль у процесі декарбонізації. Біопаливо та електромобілі засвідчили диверсифікацію джерел енергії та ефективність державних стимулюючих програм.

Розглянемо ключові індикатори, що характеризують інтенсивність енергопереходу в Сполучених Штатах Америки за допомогою табл. 2.3.

Таблиця 2.3.

**Порівняльні індикатори енергопереходу в Сполучених Штатах
Америки, 2019-2024 рр**

Індикатор	2019	2024	Зміна
Інвестиції у чисту енергетику (млрд дол США)	80–100	303,3	200%
Частка природного газу у виробництві енергії	35%	38%	3 п.п.
Виріток сонячної енергії (ТВт·год)	70	>180	160%
Виріток вітрової енергії (ТВт·год)	300	>450	50%
Сукупне виробництво енергії (квадрильйони BTU)	95	103	8%
Продажі EV (млн одиниць)	<0,5	>1,4	200%

Джерело: складено автором за [159-160,232,246]

Аналіз індикаторів енергетичного переходу США свідчить, що країна здійснила якісне прискорення трансформації енергосектору.

По-перше, інвестиції у чисту енергетику зросли більш ніж утричі — з приблизно 80–100 млрд.дол США у 2019 році до 303,3 млрд.дол США у 2024-му. Це стало можливим завдяки масштабним державним програмам, зокрема Inflation Reduction Act (IRA), що стимулює розвиток сонячних та вітрових потужностей, електромобілів і систем зберігання енергії.

По-друге, виробництво сонячної енергії збільшилося на 160% (з біля 70 до понад 180 ТВт·год), а вітрової – на 50% (з близько 300 до понад 450 ТВт·год).

У низці штатів США спостерігається виразна спеціалізація у сфері відновлюваної енергетики: у Техасі та Айові вітрова генерація стала ключовим джерелом електроенергії, тоді як Каліфорнія демонструє рекордні темпи розвитку сонячних станцій [159-160].

Водночас природний газ зберігає статус «перехідного палива», його частка у структурі виробництва енергії зросла з 35 % до 38 %. Це свідчить про те, що, попри стрімке нарощування ВДЕ, газ залишається основним інструментом балансування енергосистеми.

Продажі електромобілів за цей період зросли майже утричі — з менш ніж 0,5 млн у 2019 році до понад 1,4 млн у 2024-му. Така динаміка підтверджує ефективність фінансових стимулів: компанії Tesla, Ford та GM активно розширили виробництво, а інфраструктура зарядних станцій зазнала значного розвитку [159-160,232].

Загалом США демонструють модель енергетичного переходу, що поєднує інновації, інвестиції та поступове витіснення викопних джерел, водночас зберігаючи залежність від природного газу як ключового елементу енергетичного балансу. Ця модель ґрунтується на масштабних інвестиціях та фінансових стимулах, які створили умови для технологічного лідерства у сфері відновлюваної енергетики, електромобільності та акумуляторних технологій. Попри стрімке зростання частки ВДЕ, природний газ продовжує забезпечувати понад третину виробництва енергії, виконуючи функцію «перехідного» палива.

Водночас диверсифікація джерел енергії, зокрема розвиток біопалива, теплових насосів і водневих технологій, сприяє зменшенню ризиків залежності від окремих секторів та підвищує стійкість енергосистеми. Разом із тим, політична поляризація, нерівномірність впровадження ВДЕ між штатами та необхідність модернізації мереж залишаються критичними викликами, що визначатимуть здатність країни досягти стратегічної мети – вуглецевої нейтральності до 2050 року. Таким чином, енергетичний перехід США характеризується поєднанням інноваційного розвитку та поступової структурної перебудови, що створює основу для досягнення довгострокових кліматичних цілей, але водночас зберігає залежність від природного газу як балансового елементу.

Китайська модель енергетичного переходу вирізняється високим рівнем державного планування та масштабністю реалізації. Країна водночас залишається найбільшим у світі споживачем викопного палива і водночас лідером за темпами введення нових потужностей відновлюваної енергетики. Завдяки державній індустріальній політиці Китай сформував домінуючі позиції у глобальних ланцюгах виробництва обладнання для сонячної та вітрової генерації, що суттєво сприяло зниженню вартості відповідних технологій у світі.

Разом із тим, енергетичний перехід у країні здійснюється поступово, з урахуванням потреб економічного зростання та забезпечення соціальної стабільності.

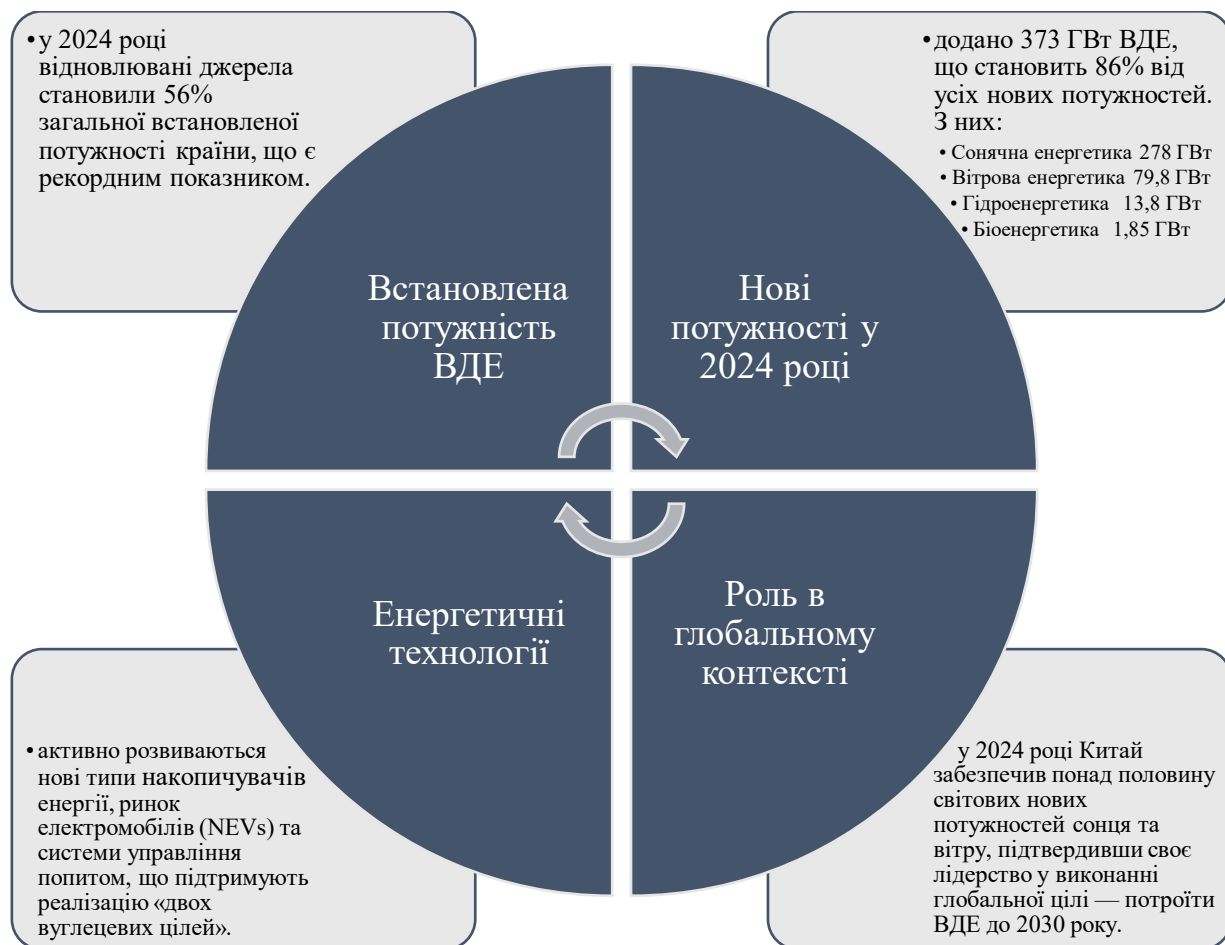


Рис. 2.9. Структурні зрушення енергопереходу Китаю в 2019-2024 рр.

Джерело: складено автором за [102,209,230].

У 2019–2024 роках Китай закріпив статус глобального лідера енергетичного переходу, забезпечивши понад половину світових нових потужностей сонячної та вітрової генерації. Частка відновлюваних джерел у загальній встановленій потужності країни досягла 56 %, а інвестиції у нові технології – включно з накопиченням енергії та електромобільністю – суттєво зросли, підтверджуючи стратегічну спрямованість на довгострокову декарбонізацію та технологічне лідерство. [230].

В зазначеній країні енергетичний перехід реалізується у рамках стратегії «двох вуглецевих цілей» (досягнення піку викидів CO₂ до 2030 року та вуглецевої нейтральності до 2060 року). Політика спрямована на масштабне розгортання ВДЕ, розвиток нових енергетичних технологій та поступове

скорочення залежності від вугілля. Водночас держава зберігає баланс між економічним зростанням, енергетичною безпекою та кліматичними зобов'язаннями [102].

Китай демонструє модель масштабного індустріального переходу, де держава виступає головним драйвером інвестицій та планування. Висока частка відновлюваних джерел енергії у встановленій потужності (56 %) та рекордне введення нових сонячних і вітрових станцій у 2024 році підтверджують технологічну й економічну зрілість сектору. Водночас країна стикається зі структурними викликами, зокрема значною залежністю від вугілля у виробництві електроенергії, потребою модернізації мереж та забезпечення балансування попиту.

Розвиток систем накопичення енергії, електромобільності та цифрових ринкових механізмів свідчить про прагнення інтегрувати ВДЕ у масштабах, що перевищують середньосвітові стандарти. Таким чином, Китай виступає глобальним лідером енергетичного переходу, проте його успіх залежить від здатності поєднати швидке економічне зростання з поступовим зниженням вуглецевої інтенсивності.

Ще одним значним учасником світового енергетичного переходу є Австралія, яка характеризується одним із найвищих у світі потенціалів сонячної та вітрової генерації. Це зумовило швидке зростання децентралізованої генерації, зокрема домашніх сонячних установок. Водночас країна залишається великим експортером вугілля, що надає їй енергетичному переходу суперечливого характеру. Австралійський досвід демонструє важливість інтеграції ВДЕ у мережі з великими територіальними масштабами та низькою щільністю населення.

Здійснивши суттєвий прогрес за останні п'ять років у розвитку відновлюваної енергетики Австралія досягла частки ВДЕ у виробництві електроенергії майже до 40%, при цьому сонячна генерація стала домінуючим джерелом, а країна досягла рекордних показників у встановленні нових потужностей та інвестиціях у накопичення енергії [210,211].

Австралія позиціонує себе як майбутній «супердержавний центр відновлюваної енергетики». Державна політика спрямована на досягнення Net Zero до 2050 року, з акцентом на розвиток сонячної та вітрової генерації, інвестиції у накопичення енергії та підтримку критичних галузей. Урядові програми, в цій країні, стимулюють розгортання ВДЕ на рівні домогосподарств (масове встановлення сонячних панелей на дахах) та великих промислових проєктів.

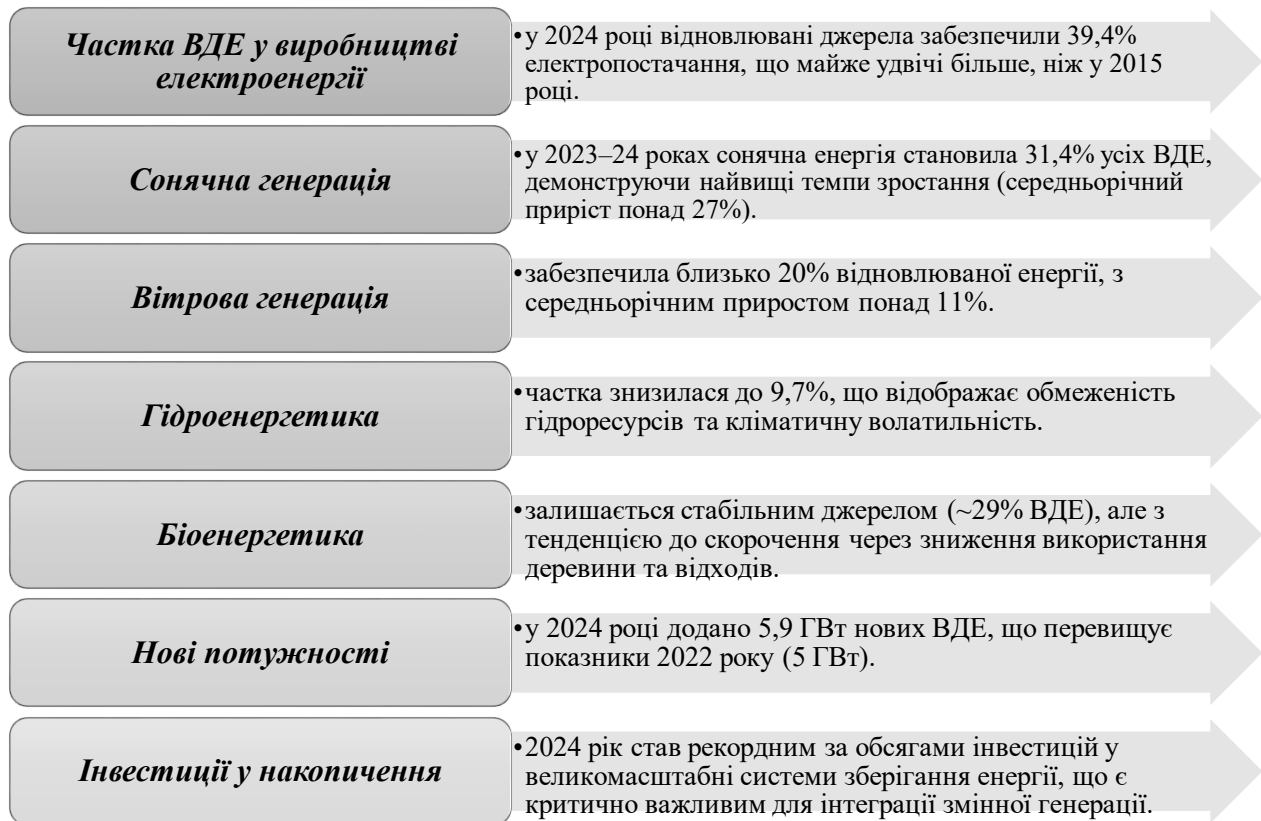


Рис. 2.9. Ключові тенденції в розвитку енергопереходу Австралії

Джерело: складено автором за [104,209,211]

Узагальнюючи статистичні показники 2019–2024 років, можна стверджувати, що Австралія перейшла до якісно нового етапу енергетичного переходу, де відновлювані джерела енергії стали системним чинником національного енергобалансу. Частка ВДЕ у виробництві електроенергії зросла майже до 40%, що свідчить про поступове витіснення традиційних джерел та закріплення сонячної й вітрової генерації як ключових драйверів розвитку. Сонячна енергетика демонструє найвищі темпи приросту, підтверджуючи лідерство країни у децентралізованій генерації, тоді як вітрові проєкти забезпечують стабільне нарощування потужностей.

Зниження ролі гідроенергетики та поступове скорочення біоенергетики відображають структурні обмеження ресурсної бази, що підсилює значення інвестицій у нові технології зберігання енергії. Рекордні вкладення у розвиток систем накопичення у 2024 році стали критично важливими для інтеграції змінної генерації та забезпечення стабільності енергетичної системи. Додавання майже 6 ГВт нових потужностей ВДЕ підтверджує високі темпи розгортання сектору, які перевищують показники попередніх років.

У період 2019–2024 років Австралія продемонструвала суттєве прискорення енергетичного переходу. Частка відновлюваних джерел у виробництві електроенергії зросла з приблизно 25 % до майже 40 % (рис. 2.10), що свідчить про поступове витіснення традиційних джерел та формування нової структури енергетичного балансу.

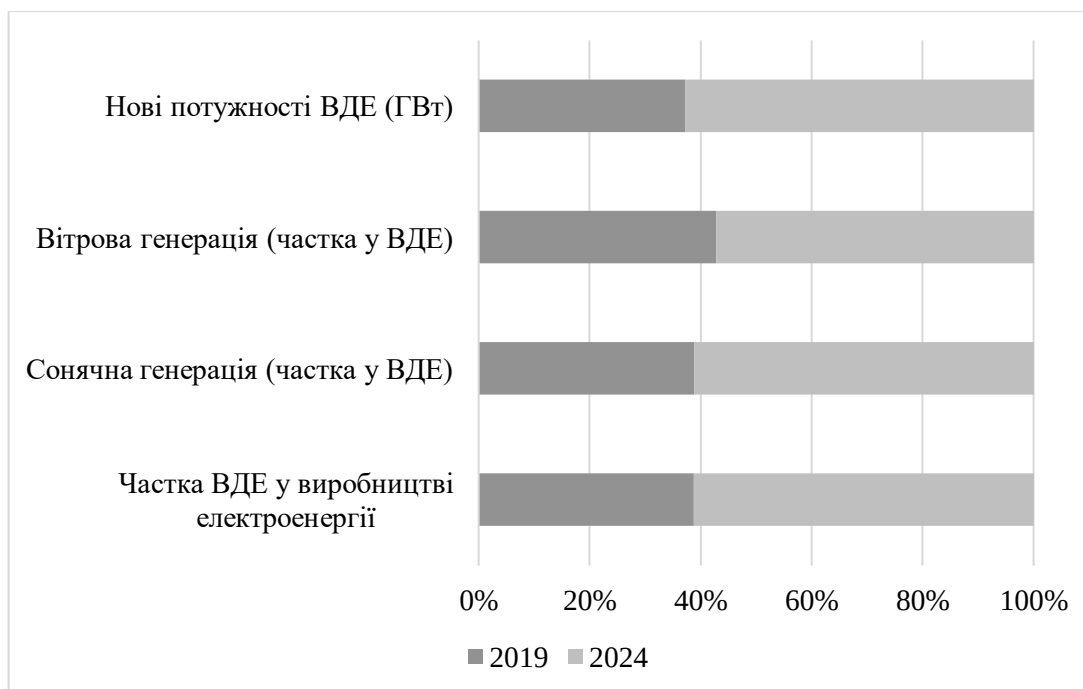


Рис. 2.10. Індикатори енергопереходу Австралії за 2019-2024 рр.

Джерело: складено автором за [104,209,211]

Найбільший приріст показала сонячна генерація, яка збільшила свою частку у структурі ВДЕ на понад 11 п.п., підтверджуючи лідерство країни у децентралізованій генерації. Вітрова енергетика також зросла, хоча більш помірними темпами, забезпечивши стабільне нарощування потужностей.

Австралія демонструє модель енергетичного переходу, що ґрунтується на швидкому розгортанні сонячної генерації та активному залученні

домогосподарств. Масове встановлення сонячних панелей на дахах зробило країну світовим лідером у сфері децентралізованої генерації. Паралельно розвиток вітрових проєктів і рекордні інвестиції у системи накопичення енергії підтверджують прагнення до комплексної інтеграції відновлюваних джерел у національну енергосистему.

Водночас залишаються суттєві виклики: обмеженість гідроресурсів, скорочення біоенергетики, потреба у модернізації мереж та нерівномірність впровадження ВДЕ між окремими штатами. Політична та економічна стратегія Австралії спрямована на трансформацію країни у «експортера зеленої енергії», зокрема через розвиток водневих технологій та розширення міжнародних енергетичних партнерств.

Таким чином, Австралія перебуває на етапі структурного закріплення відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, де сонячна та вітрова генерація виступають основними драйверами, а накопичення та цифровізація – ключовими умовами досягнення цілей Net Zero.

Енергетичний перехід Індії реалізується у рамках Національного плану дій з питань клімату та цільових програм Міністерства нової та відновлюваної енергетики (MNRE). Центральним орієнтиром є досягнення 500 ГВт невикопних потужностей до 2030 року, що відповідає міжнародним зобов'язанням країни у межах Паризької угоди. Політика включає масштабні аукціони на сонячні та вітрові проєкти, підтримку децентралізованої генерації, розвиток зеленого водню та інвестиції у мережеву інфраструктуру.

Індія демонструє модель переходу, що базується на масштабному розгортанні сонячної та вітрової генерації, підтриманому державними аукціонами та інвестиційними програмами. Рекордні темпи введення нових потужностей у 2024 році підтверджують здатність країни досягати амбітних цілей, а зростання частки невикопних джерел понад 40% свідчить про поступове витіснення вугілля у виробництві електроенергії.

Водночас виклики залишаються значними: швидке зростання попиту на електроенергію, необхідність модернізації мереж, інтеграція змінної генерації та забезпечення фінансової стійкості проєктів. Індія стикається з проблемою

регіональної нерівномірності розвитку відновлюваної енергетики, оскільки сонячні та вітрові ресурси зосереджені переважно у кількох штатах – Гуджараті, Раджастхані та Тамілнаді [195].

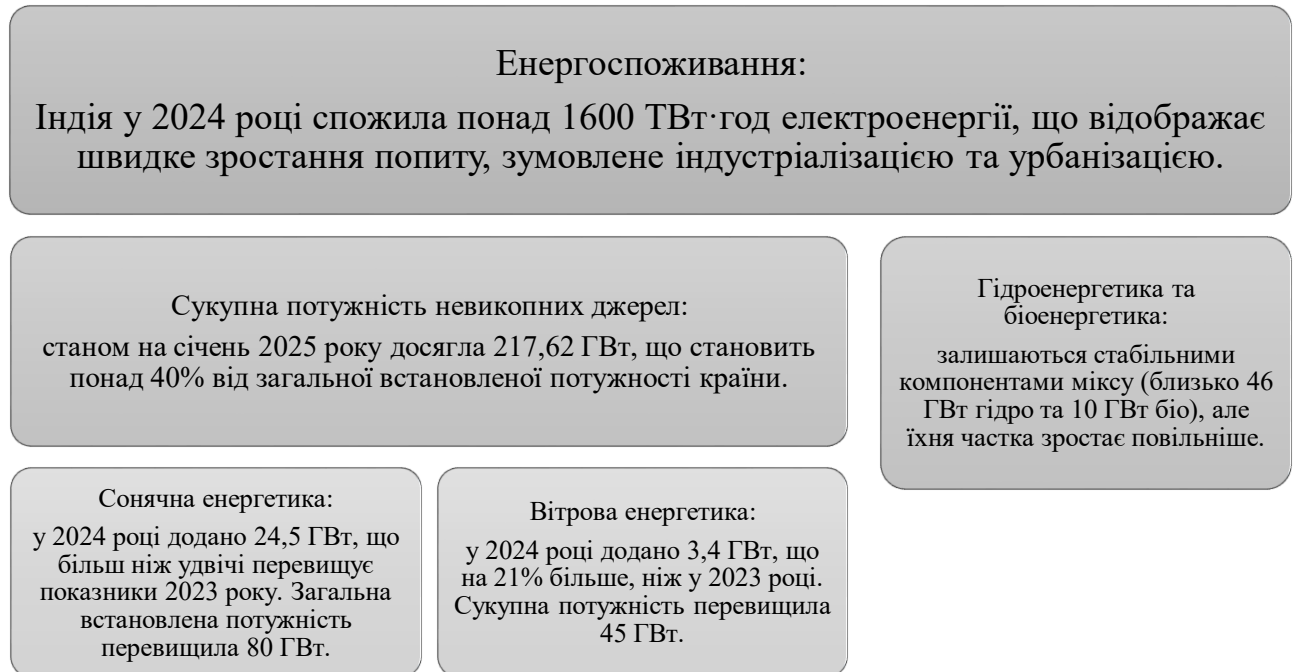


Рис. 2.11. Напрями енергопереходу Індії в 2019-2024 рр

Джерело: складено автором за [161,195]

Таким чином, країна закріплює статус одного з глобальних лідерів енергетичного переходу, проте її успіх залежатиме від здатності поєднати масштабне нарощування ВДЕ з модернізацією інфраструктури та ефективним управлінням зростаючим попитом.

Варто також розглянути досвід Канади, яка реалізує енергетичний перехід у контексті значної ресурсної бази та федеративної системи управління. Висока частка гідроенергетики у виробництві електроенергії створює сприятливі умови для декарбонізації, водночас країна стикається з викликами, пов'язаними з експортно-орієнтованим видобутком нафти та газу. Енергетична політика Канади спрямована на поєднання розвитку ВДЕ, зниження викидів у традиційних галузях та впровадження вуглецевого ціноутворення.

Поряд з цим Бразилія є прикладом країн, що розвиваються, де енергетичний перехід значною мірою ґрунтується на традиційно високій частці гідроенергетики. Доповнення гідрогенерації сонячною та вітровою енергією дозволяє підвищити стійкість енергосистеми та зменшити залежність від

кліматичних коливань. Бразильська модель енергетичного переходу демонструє ефективність аукціонних механізмів підтримки відновлюваної енергетики та поєднання процесів трансформації енергосектору з цілями соціально-економічного розвитку. Міжнародний досвід енергетичного переходу засвідчує різноманітність моделей трансформації енергетичних систем, їхні результати та ключові виклики (табл. 2.4).

Таблиця 2.4.

Міжнародний досвід енергетичного переходу в розрізі країн-лідерів

Країна / регіон	Частка ВДЕ у виробництві електроенергії	Ключові досягнення	Основні виклики
ЄС	44%	Сонячна генерація вперше перевищила вугілля; газова генерація скорочується п'ятий рік поспіль; імпорт викопного палива зменшено	Міжкрайнова варіативність темпів переходу; потреба у модернізації мереж
Німеччина	62,7%	Рекордна частка ВДЕ; сонячна генерація 72,2 ТВт·год; різке падіння вугілля; скорочення викидів на 48% від 1990 р.	Високі витрати на модернізацію мереж; балансування системи через імпорт
США	22% (ВДЕ у виробництві електроенергії), газ 38% у первинній енергії	Рекордні інвестиції 303,3 млрд.дол; сонце >180 ТВт·год, вітер >450 ТВт·год; EV >1,4 млн продажів	Залежність від газу; політична поляризація; нерівномірність між штатами
Китай	56% встановленої потужності	Рекордне введення 373 ГВт ВДЕ у 2024; понад половина світових нових сонячних і вітрових потужностей	Висока частка вугілля у виробництві; потреба у балансуванні та модернізації мереж
Австралія	39,4%	Сонце — 31,4% ВДЕ; додано 5,9 ГВт нових потужностей у 2024; рекордні інвестиції у накопичення	Обмеженість гідроресурсів; нерівномірність розвитку між штатами
Індія	>40% встановленої потужності	Сукупно 217,6 ГВт невикопних джерел; рекордні 24,5 ГВт сонця у 2024; 3,4 ГВт вітру	Швидке зростання попиту; регіональна нерівномірність; потреба у модернізації мереж
Канада	65% (завдяки гідроенергетиці)	Лідер у гідроенергетиці; розвиток вітру та сонця; стратегія Net Zero 2050	Залежність від гідро; інтеграція нових ВДЕ у північних регіонах
Бразилія	85%	Домінування гідроенергетики; швидке зростання сонця та вітру; біоенергетика як стабільний компонент	Кліматична волатильність гідро; потреба у диверсифікації джерел

Джерело: складено автором за [102, 104, 111, 118, 161, 159, 160, 165-172, 209, 211, 230, 232, 246]

Міжнародний досвід енергетичного переходу свідчить про існування різних моделей трансформації, що зумовлені специфікою ресурсної бази, економічної структури та політичних пріоритетів окремих країн і регіонів. У випадку Європейського Союзу та Німеччини перехід має системний характер і базується на поєднанні масштабного розгортання відновлюваних джерел енергії з жорсткими регуляторними механізмами, спрямованими на поступове скорочення ролі викопних палив. Високий рівень інституційної інтеграції, наявність спільних кліматичних цілей та політична підтримка декарбонізації як пріоритетного напрямку розвитку пояснюють узгодженість європейської моделі енергетичного переходу.

Сполучені Штати демонструють іншу траєкторію, де головним рушієм виступають інновації та інвестиції, стимульовані масштабними федеральними програмами. Водночас природний газ зберігає провідну позицію в енергетичному балансі, виконуючи роль «перехідного» палива, що забезпечує стабільність системи на тлі швидкого зростання частки змінної генерації. Такий підхід відображає прагматичне поєднання економічної конкурентоспроможності з поступовою декарбонізацією.

Китай та Індія реалізують модель індустріального нарощування потужностей, яка ґрунтується на масштабних державних інвестиціях у сонячну та вітрову енергетику. Їхні досягнення у глобальному вимірі є безпрецедентними, проте стрімке зростання змінної генерації створює виклики для балансування системи та модернізації мережевої інфраструктури. Це зумовлено одночасним поєднанням високих темпів економічного розвитку, зростання попиту на електроенергію та необхідності зменшення залежності від вугілля.

Австралія демонструє модель, у якій ключовим драйвером виступає сонячна генерація, що швидко розвивається завдяки активному залученню домогосподарств і промисловості. Рекордні інвестиції у накопичення енергії компенсують обмеженість гідроресурсів та забезпечують стабільність системи в умовах високої частки змінної генерації. Географічні та кліматичні особливості

країни роблять сонячну енергетику найбільш перспективним напрямом розвитку.

Канада та Бразилія, навпаки, спираються на значні гідроресурси, що визначає їхню провідну роль у гідроенергетиці. Водночас вони поступово диверсифікують енергетичний мікс за рахунок сонячної, вітрової та біоенергетики, прагнучи зменшити залежність від кліматичної волатильності та забезпечити довгострокову стійкість енергосистеми.

Таким чином, відмінності між моделями енергетичного переходу пояснюються поєднанням ресурсних можливостей, економічних пріоритетів та політичних стратегій. Успішність трансформації залежить від здатності інтегрувати масштабні інвестиції, інституційну підтримку та технологічні інновації в адаптивну політику, яка враховує національні особливості та глобальні кліматичні виклики. Загалом міжнародний досвід підтверджує відсутність універсальної моделі енергетичного переходу. Водночас спільними елементами успішних стратегій є наявність довгострокових цілей, стабільних регуляторних рамок, фінансових стимулів для розвитку ВДЕ та інвестицій у мережеву інфраструктуру й накопичення енергії. Для України вивчення цього досвіду має особливе значення в контексті післявоєнної відбудови та інтеграції до європейського енергетичного простору.

2.3. Ключові виклики та ризики інтеграції України до глобального енергетичного переходу

Інтеграція України до глобального енергетичного переходу постає як багатовимірний процес, що поєднує стратегічні перспективи розвитку та значні виклики, пов'язані з трансформацією національної економіки й енергетичної системи. У контексті глобальних тенденцій декарбонізації та зростання вимог до екологічної відповідальності Україна стикається з необхідністю синхронізації власних нормативних, технологічних та інституційних механізмів із міжнародними стандартами. Водночас цей процес супроводжується низкою ризиків, що охоплюють як внутрішні чинники – структурну залежність від

традиційних енергоносіїв, обмеженість фінансових ресурсів, потребу в модернізації інфраструктури та кадровому забезпеченні, - так і зовнішні, серед яких геополітична нестабільність, коливання глобальних ринків та конкуренція за інвестиції. Особливого значення набуває питання енергетичної безпеки, адже перехід до відновлюваних джерел має здійснюватися без загрози для стабільності постачання та економічної стійкості.

Таким чином, інтеграція України до глобального енергетичного переходу постає не лише як техніко-економічне завдання, а й як складний соціально-політичний виклик, що потребує системного підходу, узгодження інтересів різних стейкхолдерів та формування довгострокових стратегій, здатних забезпечити баланс між екологічними пріоритетами, економічною ефективністю та національною безпекою.

Енергетичний перехід України має багаторівневу еволюцію, що відображає поєднання внутрішніх трансформацій та зовнішніх викликів. Його витоки сягають початку 2000-х років, коли держава розпочала поступове реформування енергетичного сектору з метою лібералізації ринку та зниження залежності від імпортованих енергоносіїв. Важливим етапом стало ухвалення у 2013–2014 роках законодавчих актів, які заклали основу для розвитку відновлюваних джерел енергії через механізм «зеленого тарифу». Це створило інституційні умови для залучення інвестицій та формування нових сегментів ринку.

Подальший розвиток енергетичного переходу в Україні був тісно пов'язаний із європейською інтеграцією. У 2017 році Україна приєдналася до Енергетичного союзу ЄС, що означало початок гармонізації регуляторних норм, технічних стандартів та ринкових правил. Водночас у 2019–2020 роках відбулося стрімке зростання частки ВДЕ у виробництві електроенергії: сонячна та вітрова генерація збільшилися майже вдвічі, а загальна частка відновлюваних джерел у балансі перевищила 8% [7,11,12,14,16,20].

Військові події у 2022 році стали критичним чинником, що змінив траєкторію енергетичного переходу. Масштабні руйнування енергетичної інфраструктури (пошкодження понад 50% теплових та гідроенергетичних

потужностей у 2024 році) актуалізували питання стійкості та безпеки системи. Водночас саме криза прискорила інтеграцію з європейською мережею ENTSO-E, що дозволило Україні у 2022 році здійснити синхронізацію електромереж із ЄС та розпочати експортно-імпорتنі операції. Це стало стратегічним кроком у напрямі ринкової інтеграції та підвищення гнучкості системи [21,29,41,48].

У 2024 році уряд України затвердив Національний план з енергетики та клімату до 2030 року (НПЕК), який визначає ключові пріоритети: розвиток відновлюваних джерел енергії, впровадження систем накопичення, модернізацію мереж та підвищення енергоефективності. Наступного року, у 2025-му, було представлено перший інтегрований звіт щодо реалізації НПЕК, що засвідчило перехід від кризового управління до системного планування та стратегічного підходу до енергетичної трансформації.

Таким чином, еволюція енергетичного переходу України характеризується трьома основними фазами, табл. 2.5.

Таблиця 2.5.

Етапи енергетичного переходу України

Етап	Період	Основні характеристики	Ключові показники	Інституційні кроки
Інституційне становлення	2000–2014	Формування законодавчої бази, перші стимули для ВДЕ	Частка ВДЕ < 2% у виробництві електроенергії; початок інвестицій у сонячні та вітрові проекти	Запровадження «зеленого тарифу» (2013), перші закони про енергоефективність
Європейська інтеграція та ринкове зростання	2015–2020	Гармонізація з нормами ЄС, стрімке нарощування ВДЕ	Частка ВДЕ ~8% у балансі (2019); встановлена потужність сонячних станцій >5 ГВт; вітрових ~1 ГВт	Приєднання до Енергетичного союзу ЄС (2017), реформування ринку електроенергії
Кризова стійкість і стратегічна трансформація	2022–2025	Відновлення інфраструктури під час війни, синхронізація з ENTSO-E, ухвалення НПЕК	Пошкоджено понад 50% теплових і гідрогенераційних потужностей (2024); експортні можливості до ЄС збільшено до 900 МВт; частка ВДЕ у виробництві стабілізована на рівні ~10–12%	Синхронізація з ENTSO-E (2022), затвердження НПЕК до 2030 року (2024), інтегрований звіт НПЕК (2025)

Джерело: складено автором за [7,11,12,14,16,20,21,29,41,48]

Еволюція енергетичного переходу України демонструє поступовий рух від інституційного становлення до ринкової інтеграції та стратегічної трансформації. Якщо перші етапи були зосереджені на створенні законодавчих стимулів і залученні інвестицій, то сучасний етап характеризується балансуванням між відновленням пошкодженої інфраструктури та довгостроковою декарбонізацією.

Енергетичний перехід України на сьогоднішній день, є не лише технологічним і економічним процесом, а й важливим елементом національної безпеки та інтеграції до європейського простору. Його еволюція демонструє поступовий рух від залежності та вразливості до стійкості, гнучкості та стратегічної орієнтації на декарбонізацію.

Динаміка частки відновлюваної енергії у структурі енергоспоживання України протягом 2015–2024 років відображає поступовий рух держави у напрямі глобального енергетичного переходу та виконання міжнародних кліматичних зобов’язань, рис. 2.12.

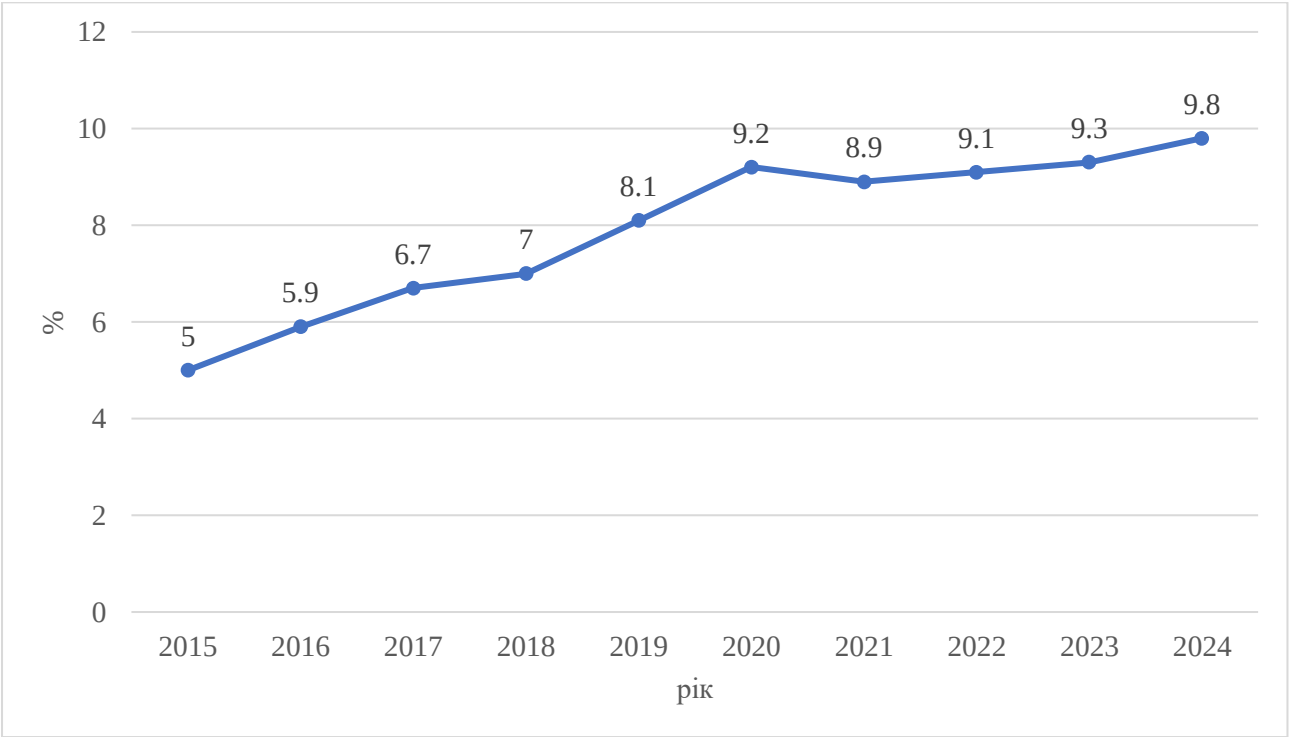


Рис. 2.12 Частка відновлюваної енергії у енергоспоживанні (енергетичному балансі) України за 2015–2024 роки,
Джерело: [160,162]

Зростання ролі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у національному енергетичному балансі є не лише показником технологічної модернізації, але й індикатором інтеграції України до європейського енергетичного простору. Водночас цей процес відбувався в умовах значних економічних і політичних викликів, включно з воєнними загрозами, що накладає специфічні обмеження на темпи та масштаби трансформації.

У 2015 році частка ВДЕ в загальному споживанні енергії становила лише 5%, що відповідає початковому етапу розвитку даного сектору. Упродовж наступних років спостерігалось стабільне зростання частки відновлюваної енергії: у 2016 році показник досягнув 5,9 %, у 2017 році – 6,7 %, а у 2018 році — 7 %. Найбільш інтенсивне нарощування відбулося у 2019–2020 роках, коли частка ВДЕ зросла з 8,1 % до 9,2 %. Це було зумовлено активним введенням у експлуатацію сонячних та вітрових електростанцій, а також дією механізму «зеленого тарифу».

У 2021 році зафіксовано незначне зниження до 8,9 %, що пояснюється як ринковими коливаннями, так і регуляторними змінами у сфері підтримки ВДЕ. Проте вже у 2022–2023 роках частка відновлюваної енергії стабілізувалася на рівні 9,1–9,3 %, незважаючи на воєнні виклики та руйнування енергетичної інфраструктури. У 2024 році показник зріс до 9,8 %, що свідчить про відновлення інвестиційної активності та поступове відновлення сектору навіть у кризових умовах.

Таким чином, протягом десятирічного періоду частка ВДЕ у енергоспоживанні України майже подвоїлася – з 5 % у 2015 році до 9,8 % у 2024 році. Це підтверджує стійку тенденцію до розширення використання відновлюваних джерел, хоча темпи зростання залишаються помірними порівняно з країнами ЄС.

Зростання частки відновлюваної енергії у 2015–2024 роках демонструє поступове, але стабільне просування України у напрямі енергетичного переходу. Незважаючи на економічні кризи та воєнні виклики, країна зберегла позитивну динаміку розвитку ВДЕ, що підтверджує стратегічну важливість цього сектору для майбутнього енергетичного балансу. Подальше нарощування частки ВДЕ

потребує системної державної підтримки, залучення міжнародного фінансування та модернізації інфраструктури. Водночас інтеграція до європейського енергетичного простору та реалізація Національного плану з енергетики і клімату створюють передумови для прискорення темпів декарбонізації та формування більш стійкої, гнучкої та екологічно орієнтованої енергосистеми України.

Структура відновлюваної енергетики України у 2015–2023 роках демонструє поступову диверсифікацію джерел та зростання їхньої ролі у національному енергетичному балансі. Динаміка розвитку впровадження відновлювальної енергії в енергосистему України відображає як інституційні стимули, так і зовнішні виклики, що впливали на темпи нарощування потужностей. Дані свідчать про зміну акцентів у структурі відновлюваної енергії: від домінування гідроенергетики до поступового посилення ролі сонячної та вітрової генерації.

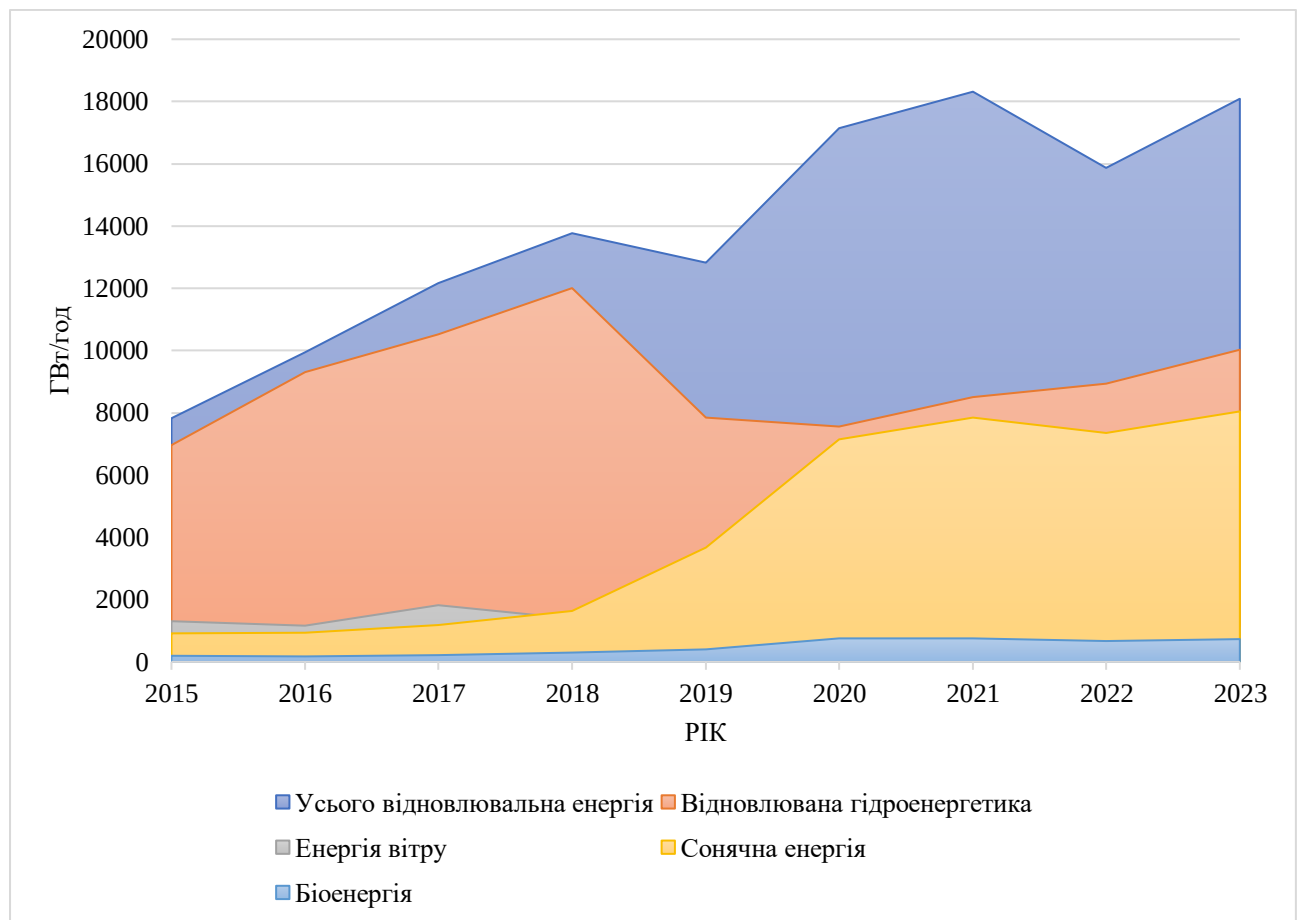


Рис. 2.13. Структура відновлювальної енергії в Україні , 2015-2023 рр.

Джерело: складено автором за [176-178,181]

У 2015–2018 роках основним джерелом відновлюваної енергії залишалася гідроенергетика, яка забезпечувала понад 80% загального обсягу. Проте після 2019 року її частка суттєво знизилася через коливання виробітку та обмеження інфраструктури. Сонячна енергетика в Україні продемонструвала стрімке зростання: з 917 млн кВт·год у 2015 році до понад 7,8 млрд кВт·год у 2021 році, що стало результатом активного інвестування та дії механізму «зеленого тарифу». Вітрова генерація розвивалася нерівномірно: після зростання у 2019–2020 роках (до 3,5 млрд кВт·год) у 2022 році відбулося різке падіння до 766 млн кВт·год, що відображає вплив воєнних факторів та руйнування інфраструктури. Біоенергетика залишалася відносно стабільною, поступово нарощуючи обсяги до 728 млн кВт·год у 2023 році, хоча її частка у структурі залишається незначною.

Еволюція структури відновлюваної енергетики України у 2015–2023 роках свідчить про перехід від моноджерельної моделі, де домінувала гідроенергетика, до більш збалансованої системи з вагомим внеском сонячної та вітрової генерації. Водночас нестабільність показників у 2019–2023 роках демонструє вразливість сектору до зовнішніх шоків, зокрема воєнних. Подальший розвиток потребує диверсифікації джерел, інвестицій у гнучкі потужності та накопичувачі, а також інтеграції цифрових технологій управління, що дозволить забезпечити стійкість та стабільність відновлюваної енергетики як ключового елементу енергетичного переходу України.

Інтеграція України до глобального енергетичного переходу відбувається в умовах безпрецедентного воєнного тиску на енергетичну інфраструктуру та одночасної нормативної конвергенції з ЄС. У 2025 році Україна представила перший інтегрований звіт щодо реалізації Національного плану з енергетики та клімату (НПЕК) на засіданні Консультативної групи високого рівня, що засвідчило системний рух до узгодження політики декарбонізації, енергоефективності та ринкової інтеграції з європейськими стандартами.

Опалювальний сезон 2024–2025 років став одним із найскладніших в історії: пошкоджено 11,1 із 20,6 ГВт наявної навесні 2024 року встановленої потужності електростанцій, виведено з ладу близько 90 % теплової та 45 %

гідрогенерації, а також сотні об'єктів передачі й розподілу та інфраструктуру видобутку і зберігання газу. Попри масштабні втрати, вдалося уникнути широких погодинних відключень для більшості побутових споживачів, а обмеження для промисловості та бізнесу були меншими, ніж у 2022–2023 роках [41].

Україна та ЄС розпочали процес законодавчого скринінгу для інтеграції енергетичного сектору, що є ключовим етапом гармонізації ринкових правил, технічних кодексів і регуляторних практик. Для зниження ризику дефіциту електроенергії у пікові вечірні години регулятор підвищив прайс-кепи на ринку електроенергії, а експортні можливості до ЄС для України та Молдови були збільшені до 900 МВт – крок, що одночасно підтримує синхронізацію з ENTSO-E та підвищує гнучкість системи [50].

Презентація інтегрованого звіту НПЕК у 2025 році відобразила перехід від фрагментарних рішень до комплексного планування з акцентом на декарбонізацію, розвиток відновлюваних джерел, енергоефективність та адаптацію ринку до європейських вимог. Це формує рамкові умови для залучення інвестицій, модернізації мереж і впровадження інноваційних технологій з урахуванням воєнних ризиків та потреби у швидкому відновленні критичної інфраструктури [58].

За підсумками четвертої конференції з відновлення України (Рим, 2025) було зафіксовано рекордні зобов'язання щодо підтримки енергетичного сектору, що створює фінансове «вікно можливостей» для модернізації генерації, мереж та систем зберігання, а також для розгортання гнучких потужностей і цифрових рішень управління попитом. У поєднанні з ринковими заходами (зміна прайс-кепів у пікові години) це знижує короткострокові ризики дефіциту та підвищує стійкість системи до шоків [50].

Україна одночасно вирішує завдання відновлення пошкоджених потужностей і прискорення декарбонізації – за умов високої частки втрачених теплових і гідрогенераційних активів та обмежень мережевої інфраструктури. Основні ризики включають дефіцит маневрових потужностей, потребу у масштабних інвестиціях, регуляторну синхронізацію з ЄС, а також забезпечення

енергетичної безпеки у перехідний період. Розширення міждержавних перетоків (до 900 МВт) і впровадження ринкових коригувань у пікові години є проміжними інструментами стабілізації, проте довгострокова стійкість вимагатиме системного розгортання ВДЕ, накопичувачів, гнучких ресурсів та модернізації мереж [41].

Інтеграція України до глобального енергетичного переходу поєднує нормативну конвергенцію з ЄС, ринкову інтеграцію та відновлення інфраструктури в умовах війни. Статистичні дані про масштаб пошкоджень і поточні ринкові рішення, разом із інституційними кроками (НПЕК, законодавчий скринінг, збільшення міждержавних перетоків), окреслюють реалістичну траєкторію: від кризового управління до структурної трансформації енергосистеми з акцентом на стійкість, гнучкість і декарбонізацію.

Енергетичний перехід України розгортається у двох взаємопов'язаних вимірах: кризове відновлення системи в умовах війни та стратегічна конвергенція з європейськими нормами декарбонізації, ринкової інтеграції й енергоефективності. Воєнні атаки створили безпрецедентні операційні виклики, водночас прискоривши ухвалення політичних і регуляторних рішень, що формують нову архітектуру енергетичного сектору — від планування обсягів та джерел генерації до запровадження ринкових механізмів і розвитку міждержавної взаємодії у сфері енергопереходу.

Станом на січень 2026 року зафіксовано понад 1 200 порушень функціонування енергетичних мереж, 70 інцидентів у нафтогазовому та 11 — у вугільному секторах, що ускладнило підготовку генерації, видобутку, зберігання, передачі й розподілу до опалювального сезону 2025–2026 років. Масштаб атак актуалізував завдання посилення інженерно-технічного захисту та щільнішого прикриття критичної інфраструктури, підкресливши потребу у гнучких потужностях, резервуванні та цифрових інструментах управління попитом.

Дослідження ключових викликів інтеграції України до глобального енергетичного переходу є важливим, оскільки цей процес визначає стратегічні орієнтири розвитку держави на найближчі десятиліття. В умовах посилення

міжнародних вимог до декарбонізації, зростання ролі відновлюваних джерел енергії та формування нових ринкових правил Україна має не лише адаптувати власну енергетичну політику, а й забезпечити її відповідність європейським та світовим стандартам. Водночас внутрішні бар'єри – залежність від викопних ресурсів, обмеженість фінансування, потреба у модернізації інфраструктури — поєднуються із зовнішніми ризиками, такими як геополітична нестабільність, військова агресія з боку росії, конкуренція за інвестиції та глобальні цінові коливання.

Інтеграція України до глобального енергетичного переходу є стратегічно важливим напрямом, проте вона супроводжується низкою системних викликів і ризиків економічного, інституційного, технологічного та геополітичного характеру (рис. 2.14). Розглянемо вплив та можливості мінімізації кожного ризику та виклику інтеграції України до глобального енергопереходу.

Інституційно-регуляторний вимір є одним із ключових чинників успішної інтеграції України до глобального енергетичного переходу та європейського енергетичного простору. Саме якість інституцій, стабільність нормативно-правового середовища та рівень гармонізації з енергетичним *acquis communautaire* ЄС визначають здатність країни залучати інвестиції, забезпечувати енергетичну безпеку та виконувати зобов'язання у сфері декарбонізації.

1. Проблематика гармонізації з енергетичним *acquis* Європейського Союзу

Неповна та асиметрична імплементація енергетичного *acquis* ЄС залишається системним викликом для України. Хоча держава формально приєдналася до ключових європейських ініціатив (Енергетичне Співтовариство, синхронізація з ENTSO-E), на практиці спостерігається фрагментарність у впровадженні норм Третього та Четвертого енергетичних пакетів.

Інтеграція України до глобального енергетичного переходу охоплює низку інституційних та регуляторних викликів. Вона стосується, зокрема, правил функціонування конкурентного ринку електроенергії, механізмів підтримки відновлюваних джерел та узгодження кліматичної політики з енергетичною.

1. Інституційні та регуляторні виклики

- Неповна гармонізація з енергетичним acquis ЄС (ринок електроенергії, ВДЕ, декарбонізація, вуглецеве регулювання).
 - Регуляторна нестабільність (часті зміни «правил гри», ретроспективні рішення щодо підтримки ВДЕ).
- Обмежена спроможність державних інституцій щодо довгострокового стратегічного планування енергетичного переходу.

2. Фінансово-інвестиційні ризики

- Дефіцит капіталу для масштабної модернізації генерації, мереж і систем накопичення енергії.
 - Високі ризикові премії через війну та макроекономічну нестабільність.
- Обмежений доступ до «зеленого» фінансування та складність відповідності міжнародним ESG-стандартам.

3. Технологічні та інфраструктурні виклики

- Зношеність енергетичної інфраструктури, зокрема електромереж і теплогенерації.
 - Недостатня гнучкість енергосистеми для інтеграції великої частки ВДЕ (брак балансуєчих потужностей, накопичувачів).
- Залежність від імпорتنих технологій (обладнання ВДЕ, smart grids, воднева інфраструктура).

4. Геополітичні та безпекові ризики

- Цілеспрямовані атаки на енергетичну інфраструктуру як елемент гібридної війни.
 - Енергетичний шантаж і ринкові спотворення, пов'язані з регіональною нестабільністю.
- Невизначеність строків післявоєнного відновлення та інтеграції в європейські ланцюги постачання.

5. Соціально-економічні виклики

- Ризики «нерівного переходу» для вугільних регіонів та енергоємних галузей.
 - Зростання тарифного навантаження на домогосподарства та бізнес.
- Дефіцит кваліфікованих кадрів у сферах ВДЕ, цифрової енергетики та енергоменеджменту.

6. Кліматичні та ринкові ризики

- Вплив СВМ ЄС на український експорт енергоємної продукції.
 - Волатильність світових енергетичних ринків у перехідний період.
- Кліматичні екстремуми, що підвищують навантаження на енергосистему.

Рис. 2. 14. Ключові ризики та виклики інтеграції України до глобального енергопереходу

Джерело: складено автором

Особливого значення набуває синхронізація національної політики з Європейським зеленим курсом (European Green Deal), включно з вуглецевим

регулюванням та механізмом СВМ. Відсутність повноцінної системи моніторингу, звітності та верифікації викидів (MRV), а також відкладене впровадження внутрішнього ціноутворення на вуглець створюють інституційний розрив між Україною та ЄС, що ускладнює інтеграцію до спільного енергетичного та кліматичного простору.

Регуляторна нестабільність є одним із ключових стримуючих чинників розвитку енергетичного сектору України. Часті зміни законодавства, перегляд умов підтримки ВДЕ та ретроспективні рішення підірвали принцип правової визначеності (legal certainty), який є фундаментальним для європейського енергетичного права. У контексті енергетичного переходу така нестабільність негативно впливає не лише на розвиток відновлюваної енергетики, але й на модернізацію традиційної генерації, розвиток мережевої інфраструктури та впровадження інноваційних технологій (накопичення енергії, «розумні» мережі, воднева енергетика). В умовах високих геополітичних ризиків регуляторна непередбачуваність суттєво підвищує вартість капіталу, формуючи додаткові бар'єри для довгострокових інвестицій.

Обмежена інституційна спроможність органів державної влади проявляється у слабкій міжвідомчій координації, фрагментарності стратегічних документів та відсутності системного підходу до реалізації довгострокових цілей. Наявні стратегії часто мають декларативний характер і не супроводжуються чіткими механізмами реалізації, фінансування та оцінки ефективності. Інституційні обмеження ускладнюють адаптацію до динамічних змін європейської енергетичної політики, зокрема щодо прискорення декарбонізації, розвитку водневої економіки та посилення ролі децентралізованої генерації. Відсутність сталої аналітичної та прогнозної бази знижує здатність держави формувати проактивну, а не реактивну політику.

Сукупний ефект неповної гармонізації, регуляторної нестабільності та обмеженої інституційної спроможності формує високі інституційні ризики, що безпосередньо впливають на довіру інвесторів і партнерів з ЄС. Це уповільнює інтеграцію України до європейських енергетичних ринків, обмежує доступ до

фінансових інструментів ЄС та знижує конкурентоспроможність національної енергетики в умовах глобального переходу.

Фінансування енергетичної модернізації є визначальним для реалізації структурної трансформації відповідно до глобальних кліматичних цілей та європейських стандартів. В умовах війни, макроекономічної нестабільності та високого рівня інституційних ризиків забезпечення інвестицій набуває особливої складності, що створює системні обмеження для впровадження відновлюваних джерел та інноваційних технологій.

1. Структурний дефіцит капіталу для енергетичної модернізації.

Масштабна модернізація електрогенерації, мережевої інфраструктури та систем накопичення енергії потребує значних довгострокових інвестицій, обсяги яких істотно перевищують наявні фінансові можливості держави та приватного сектору. Зношеність основних фондів, необхідність відновлення пошкоджених об'єктів та паралельна потреба у декарбонізації суттєво підвищують капіталомісткість енергетичного переходу. В умовах обмежених бюджетних ресурсів держава змушена концентрувати фінансування на забезпеченні базової енергетичної безпеки, що обмежує інвестиції у довгострокові проєкти з високою інноваційною складовою. Як наслідок, реалізація проєктів у сфері ВДЕ, накопичення енергії та «розумних» мереж відбувається нерівномірно та значною мірою залежить від зовнішніх джерел фінансування.

2. Високі ризикові премії та вартість капіталу.

Війна та макроекономічна нестабільність формують підвищені ризикові премії, що істотно збільшують вартість залучення капіталу для енергетичних проєктів. Політичні, валютні, кредитні та регуляторні ризики знижують інтерес приватних інвесторів, особливо до довгострокових інфраструктурних ініціатив із тривалим періодом окупності. Висока вартість капіталу негативно впливає на економічну доцільність впровадження інноваційних технологій, зокрема систем накопичення, водневої інфраструктури та цифрових рішень для управління енергосистемою. Це створює ризик відставання України від країн ЄС у темпах технологічної модернізації та інтеграції до європейських енергетичних ринків.

3. Обмежений доступ до «зеленого» фінансування та ESG-бар'єри.

Попри глобальне зростання обсягів «зеленого» фінансування, доступ України до відповідних інструментів залишається обмеженим. Однією з ключових проблем є складність відповідності міжнародним стандартам ESG (Environmental, Social, Governance), які дедалі частіше виступають базовою умовою для залучення капіталу від міжнародних фінансових інституцій та приватних інвесторів. Недостатній рівень прозорості, слабкі механізми корпоративного управління та обмеженість національних систем звітності щодо сталого розвитку ускладнюють інтеграцію українських енергетичних компаній у глобальні фінансові потоки. Відсутність розвинутого внутрішнього ринку «зелених» фінансових інструментів (зелені облігації, кредити зі сталим компонентом, кліматичні фонди) додатково звужує можливості мобілізації внутрішнього капіталу для енергетичного переходу.

4. Фінансові ризики як бар'єр технологічного оновлення.

Сукупний вплив дефіциту капіталу, високої вартості фінансування та обмеженого доступу до ESG-орієнтованих ресурсів формує фінансове середовище, несприятливе для швидкого впровадження відновлюваних джерел та інноваційних технологій. У таких умовах інвестиційні рішення часто орієнтуються на короткострокові цілі стабілізації енергосистеми, а не на стратегічні завдання декарбонізації та структурної трансформації.

Фінансово-інвестиційні ризики є одним із ключових обмежень інтеграції України до глобального енергетичного переходу. Дефіцит капіталу, високі ризикові премії та обмежений доступ до «зеленого» фінансування істотно уповільнюють впровадження ВДЕ та інноваційних технологій. Подолання цих ризиків потребує активізації міжнародної фінансової підтримки, розвитку механізмів гарантування інвестицій, удосконалення ESG-практик та формування сприятливого інвестиційного клімату, здатного забезпечити довгострокову сталість енергетичного переходу України.

У цьому контексті технологічні та інфраструктурні чинники відіграють визначальну роль у здатності України інтегруватися до глобального енергетичного переходу та європейського енергетичного простору. Стан матеріально-технічної бази, рівень технологічної модернізації та гнучкість

енергосистеми визначають практичні межі реалізації політики декарбонізації та масштабного впровадження відновлюваних джерел.

1. Зношеність енергетичної інфраструктури.

Значна частина електромереж, теплогенеруючих потужностей і підстанцій експлуатується понад нормативні строки, що призводить до зростання технічних втрат, підвищення аварійності та обмеження пропускної спроможності мереж. У контексті енергетичного переходу така зношеність створює подвійний виклик: необхідність відновлення базової надійності енергопостачання та потребу у технологічному оновленні відповідно до вимог інтеграції ВДЕ й цифровізації енергосистеми. В умовах воєнних пошкоджень інфраструктури проблема набуває критичного характеру, оскільки ресурси спрямовуються переважно на екстрене відновлення, а не на стратегічну модернізацію.

2. Обмежена гнучкість енергосистеми та інтеграція ВДЕ.

Недостатня гнучкість енергосистеми є одним із ключових технологічних бар'єрів для інтеграції значної частки відновлюваних джерел. Існуюча структура генерації історично орієнтована на базове навантаження та не забезпечує необхідної швидкості маневрування для балансування нестабільного виробництва сонячної й вітрової енергії. Брак балансуючих потужностей, обмежений розвиток систем накопичення та недостатня інтеграція попиту як активного елементу енергосистеми ускладнюють підтримання стабільності. У таких умовах зростає залежність від адміністративних обмежень генерації ВДЕ, що знижує економічну ефективність інвестицій та стримує подальше розширення «зеленої» генерації.

3. Технологічна залежність від імпорту.

Залежність України від імпортних технологій у сфері ВДЕ, «розумних» мереж та водневої інфраструктури формує додаткові структурні ризики. Обмеженість власної промислової та науково-технологічної бази ускладнює локалізацію виробництва ключового обладнання, що підвищує вартість проєктів та робить їх чутливими до валютних коливань і порушень глобальних ланцюгів постачання. У довгостроковій перспективі така залежність може призвести до асиметричної інтеграції України до глобального енергетичного переходу, коли

країна виступатиме переважно споживачем технологій, а не активним учасником їх створення. Це обмежує потенціал формування національної доданої вартості та знижує можливості технологічного суверенітету.

4. Інфраструктурні виклики європейської інтеграції.

Технологічна модернізація енергетичної інфраструктури є необхідною передумовою повноцінної інтеграції України до європейських енергетичних ринків. Невідповідність технічних стандартів, обмежена пропускна спроможність мереж та недостатній рівень цифровізації ускладнюють ефективну взаємодію з енергосистемами країн ЄС, навіть за формальної синхронізації з ENTSO-E. Без системних інвестицій у модернізацію мереж, розвиток гнучких потужностей та впровадження інноваційних технологій ризик фрагментації енергетичного переходу зберігатиметься, обмежуючи можливості України повною мірою скористатися перевагами європейської інтеграції.

Технологічні та інфраструктурні виклики інтеграції України до глобального енергетичного переходу мають комплексний і взаємопов'язаний характер. Зношеність інфраструктури, недостатня гнучкість системи та залежність від імпортованих технологій істотно обмежують масштаби й темпи впровадження ВДЕ. Подолання цих бар'єрів потребує системного оновлення матеріально-технічної бази, розвитку балансуючих і накопичувальних потужностей, а також формування національної технологічної спроможності як складової довгострокової енергетичної та економічної безпеки держави.

Визначальним чинником, що суттєво ускладнює інтеграцію України до глобального енергетичного переходу також можна назвати геополітичні та безпекові ризики. В умовах повномасштабної війни енергетичний сектор перетворився на один із ключових об'єктів гібридного протистояння, що радикально підвищує вразливість енергетичної інфраструктури та посилює системні ризики для реалізації довгострокової політики декарбонізації.

1. Атаки на енергетичну інфраструктуру як інструмент гібридної війни.

Цілеспрямовані удари по об'єктах електрогенерації, мережах передачі та розподілу, а також теплогенеруючих потужностях стали одним із ключових інструментів гібридної війни проти України. Вони мають не лише

військово-тактичний, а й стратегічний характер, оскільки спрямовані на підрив енергетичної безпеки, дестабілізацію економіки та зниження суспільної стійкості. У контексті енергетичного переходу систематичні пошкодження інфраструктури зумовлюють переорієнтацію ресурсів із довгострокових інвестиційних проєктів на аварійне відновлення та підтримання базової функціональності системи, що сповільнює впровадження ВДЕ, цифрових рішень і технологій накопичення та підвищує загальну вартість трансформації.

2. Енергетичний шантаж та ринкові спотворення.

Енергетичний шантаж залишається важливим інструментом геополітичного впливу в регіоні, створюючи додаткові ризики для стабільності ринків. Маніпулювання постачанням ресурсів, транспортною інфраструктурою та ціноутворенням призводить до ринкових спотворень, що ускладнюють прогнозування та стратегічне планування. Для України це означає підвищену нестабільність цін, ризики перебоїв у постачанні критичних ресурсів та необхідність утримання резервних потужностей, що знижує економічну ефективність енергетичного переходу. У процесі інтеграції до європейських ринків такі фактори також впливають на довіру партнерів та інвесторів до стабільності української енергосистеми.

3. Невизначеність післявоєнного відновлення та інтеграції до європейських ланцюгів постачання.

Відсутність чітких часових орієнтирів щодо завершення активної фази війни ускладнює формування довгострокових інвестиційних планів та реалізацію масштабних інфраструктурних проєктів. Інтеграція України до європейських ланцюгів постачання обладнання, технологій та фінансових ресурсів для енергетичного переходу відбувається в умовах підвищеної невизначеності, що знижує передбачуваність реалізації проєктів, підвищує транзакційні витрати та стримує локалізацію виробництва.

4. Безпекові ризики як чинник зростання вартості переходу.

Сукупний вплив військових, геополітичних та ринкових ризиків формує середовище підвищеної небезпеки для інвестицій у енергетичний сектор. Високі безпекові ризики трансформуються у зростання страхових витрат, підвищення

ризикових премій та подорожчання капіталу, що безпосередньо впливає на економіку проєктів у сфері ВДЕ та інноваційних технологій. Таким чином, геополітичні чинники не лише підривають поточну енергетичну безпеку, але й істотно збільшують довгострокову вартість енергетичного переходу, знижуючи його темпи та масштаб.

Геополітичні та безпекові ризики є одним із найбільш критичних обмежень інтеграції України до глобального енергетичного переходу. Цілеспрямовані атаки на інфраструктуру, енергетичний шантаж та невизначеність післявоєнного відновлення підривають енергетичну безпеку та збільшують вартість трансформації. Подолання цих викликів потребує поєднання заходів із фізичного захисту інфраструктури, диверсифікації енергетичних зв'язків, поглиблення європейської інтеграції та формування стійкої, децентралізованої енергосистеми як основи національної безпеки. Водночас соціально-економічний вимір переходу залишається одним із найбільш чутливих аспектів, адже нерівномірний розподіл витрат і вигод безпосередньо впливає на суспільне сприйняття реформ та стабільність енергетичної політики.

1. Ризики «нерівного переходу» для вугільних регіонів та енергоємних галузей

Поступова відмова від викопного палива та декарбонізація енергетики створюють значні структурні виклики для вугільних регіонів і енергоємних галузей промисловості. У регіонах, економічно залежних від видобутку вугілля та роботи теплових електростанцій, енергетичний перехід супроводжується ризиками втрати робочих місць, скорочення доходів місцевих бюджетів і деградації соціально-економічної інфраструктури.

Для енергоємних галузей зростання вимог до декарбонізації та енергоефективності означає підвищення виробничих витрат і загрозу втрати конкурентоспроможності на міжнародних ринках. За відсутності ефективних механізмів підтримки та перекваліфікації працівників ці процеси можуть посилювати регіональні диспропорції та соціальну напруженість, що, у свою чергу, здатне підірвати суспільну підтримку енергетичного переходу.

2. Тарифне навантаження та соціальна вразливість домогосподарств

Зростання інвестиційних потреб у модернізації енергетичної інфраструктури, розвитку ВДЕ та забезпеченні системної гнучкості неминуче трансформується у підвищення тарифного навантаження на домогосподарства та бізнес. У соціально вразливих груп населення це підвищує ризики енергетичної бідності, обмежуючи доступ до базових енергетичних послуг.

Для бізнесу, особливо малого та середнього, зростання тарифів може знижувати інвестиційну активність і стимулювати тінізацію економіки. У поєднанні з макроекономічною нестабільністю це посилює соціально-економічні ризики та формує додаткові політичні бар'єри для запровадження ринкових механізмів у сфері енергетики.

3. Кадровий дефіцит та обмеження людського капіталу

Перехід до низьковуглецевої енергетики потребує суттєвого оновлення компетенцій у сферах відновлюваної енергетики, цифрових технологій, енергоменеджменту та кібербезпеки. Водночас Україна стикається з дефіцитом кваліфікованих кадрів, що зумовлено демографічними викликами, міграційними процесами та недостатньою адаптацією освітніх програм до потреб «зеленої» економіки.

Нестача фахівців обмежує здатність енергетичних компаній упроваджувати інноваційні рішення, а державних інституцій — ефективно планувати та реалізовувати політику енергетичного переходу. У довгостроковій перспективі це може призвести до технологічного відставання та посилення залежності від зовнішніх експертних і кадрових ресурсів.

4. Соціально-економічні ризики як чинник політичної вразливості

Сукупний вплив нерівномірного розподілу витрат переходу, зростання тарифного навантаження та кадрових обмежень формує соціальне середовище, уразливе до протестних настроїв і політичної поляризації. За відсутності ефективної комунікації та інклюзивної політики ці фактори можуть трансформуватися у соціальний опір енергетичним реформам і зниження довіри до державних інституцій.

Соціально-економічні виклики інтеграції України до глобального енергетичного переходу мають комплексний характер і безпосередньо

впливають на політичну стійкість енергетичної політики. Ризики «нерівного переходу», зростання тарифного навантаження та дефіцит кваліфікованих кадрів здатні сформувати соціальний опір реформам і посилити політичну вразливість держави. Подолання цих викликів потребує впровадження принципів справедливого переходу, адресної соціальної підтримки, розвитку людського капіталу та посилення суспільного діалогу як невід'ємних елементів успішної енергетичної трансформації.

Кліматичні та ринкові ризики формують зовнішнє середовище енергетичного переходу України та значною мірою визначають його макроекономічні наслідки. Посилення глобальної кліматичної політики, трансформація міжнародних енергетичних ринків і зростання частоти кліматичних екстремумів створюють комплекс викликів, які впливають не лише на енергетичний сектор, а й на конкурентоспроможність національної економіки загалом.

1. Вплив механізму СВМ ЄС на український експорт

Запровадження механізму прикордонного вуглецевого коригування (СВМ) Європейського Союзу є одним із ключових ринкових викликів для України як експортно орієнтованої економіки з високою часткою енергоємних галузей. Відсутність повноцінної національної системи ціноутворення на вуглець та обмежена інтеграція кліматичної політики з енергетичною підвищують ризик додаткового фіскального навантаження на українських експортерів. Для металургійної, хімічної та інших енергоємних галузей механізм СВМ може стати суттєвим чинником зниження конкурентоспроможності на ринку ЄС, який залишається ключовим торговельним партнером України.

За відсутності адаптаційних механізмів це створює загрозу скорочення експорту, втрати валютних надходжень і посилення структурних дисбалансів у національній економіці.

2. Нестабільність світових енергетичних ринків у перехідний період

Глобальний енергетичний перехід супроводжується підвищеною волатильністю цін на енергоресурси, зумовленою одночасним скороченням інвестицій у традиційну енергетику та нерівномірним розвитком

низьковуглецевих альтернатив. Для України це означає зростання цінових ризиків як на імпорتنі енергоресурси, так і на експортну продукцію, чутливу до енергетичної складової собівартості.

Високий рівень турбулентності та невизначеності ускладнює макроекономічне прогнозування, бюджетне планування та формування стабільної тарифної політики. У поєднанні з внутрішніми структурними проблемами це може посилювати інфляційні процеси та поглиблювати фінансову нестабільність у перехідний період.

3. Кліматичні екстремуми та стійкість енергосистеми

Зростання частоти та інтенсивності кліматичних екстремумів — теплових хвиль, тривалих посух, повеней і штормових явищ — дедалі більше впливає на функціонування енергосистеми України. Екстремальні погодні умови підвищують пікове навантаження на електромережі, знижують ефективність теплової та гідрогенерації, а також збільшують ризики аварій і перебоїв у постачанні енергії.

В умовах зношеної інфраструктури та обмеженої гнучкості енергосистеми кліматичні ризики набувають системного характеру, вимагаючи інтеграції заходів адаптації до кліматичних змін у стратегічне планування енергетичного переходу. Нехтування цим аспектом може істотно підвищити довгострокові витрати на підтримання стабільності енергопостачання.

4. Макроекономічні наслідки кліматичних і ринкових ризиків

Сукупний вплив СВАМ, ринкової турбулентності та кліматичних екстремумів формує комплекс макроекономічних ризиків для України. Втрата конкурентоспроможності енергоємних галузей, зростання енергетичних витрат і підвищення ризиків для інвестиційної активності можуть призвести до поглиблення торговельного дефіциту, зниження темпів економічного зростання та посилення фіскального навантаження.

Кліматичні та ринкові ризики становлять важливе зовнішнє обмеження для інтеграції України до глобального енергетичного переходу. Вплив механізму СВАМ ЄС, волатильність світових енергетичних ринків та зростання частоти кліматичних екстремумів створюють загрозу втрати конкурентоспроможності та

посилення макроекономічних дисбалансів. Мінімізація цих ризиків потребує узгодження кліматичної та енергетичної політики, впровадження внутрішніх механізмів декарбонізації, розвитку інструментів хеджування цінових ризиків і підвищення кліматичної стійкості енергосистеми як складової довгострокової економічної стабільності.

Ключовим викликом для України є інтеграція завдань енергетичного переходу з комплексним відновленням енергетичної безпеки та економічної стійкості в умовах триваючої війни та майбутньої післявоєнної трансформації. Такий процес передбачає не лише технічну модернізацію та структурну перебудову енергетичного сектору, але й формування нової парадигми розвитку, що узгоджується з глобальними та європейськими тенденціями декарбонізації, кліматичної нейтральності та соціальної справедливості.

Мінімізація ризиків у цьому контексті можлива лише за умови системного підходу, який охоплює кілька взаємопов'язаних напрямів. По-перше, необхідна синхронізація національної енергетичної політики з європейськими кліматичними цілями, що забезпечить нормативну та інституційну конвергенцію й створить передумови для інтеграції України до єдиного енергетичного простору ЄС. По-друге, критично важливим є залучення міжнародного фінансування та гарантій, адже без зовнішньої підтримки неможливо реалізувати масштабні інвестиційні проекти з модернізації генерації, мереж та систем накопичення. По-третє, стратегічним завданням виступає розвиток гнучкої, децентралізованої та цифрової енергосистеми, здатної адаптуватися до кризових умов, забезпечувати балансування попиту й пропозиції та інтегрувати відновлювані джерела у значних масштабах. Нарешті, фундаментальним принципом має стати реалізація концепції справедливого переходу (Just Transition), що передбачає врахування соціальних наслідків трансформації, підтримку вразливих груп населення та забезпечення рівних можливостей для регіонів, які найбільше постраждали від структурних змін.

Таким чином, поєднання завдань енергетичного переходу з відновленням енергетичної безпеки та економіки в умовах війни і післявоєнної трансформації є багатовимірним процесом, що потребує комплексного бачення, міжнародної

координації та довгострокових стратегій. Його успішна реалізація визначатиме не лише енергетичну стійкість України, але й її здатність інтегруватися до глобального кліматично нейтрального простору та забезпечити сталий розвиток у майбутньому.

Висновки до розділу 2

В результаті дослідження глобальних трендів розвитку відновлюваної енергетики було встановлено, що у 2015–2024 роках розвиток відновлюваної енергетики у світі характеризувався стійким та прискореним зростанням як встановлених потужностей, так і обсягів виробництва електроенергії. За цей період загальна потужність ВДЕ більш ніж подвоїлася, а виробництво електроенергії з відновлюваних джерел істотно зросло, що підтверджує їхню зростаючу роль у глобальному енергетичному балансі. Також було виявлено, що динаміка розвитку ВДЕ в світі свідчить не лише про кількісне нарощування, але й про якісну трансформацію світового енергетичного ринку.

Встановлено, що відбувається поступовий перехід від моделі, заснованої на використанні викопних ресурсів, до екологічно відповідальної та технологічно інноваційної системи виробництва електроенергії, що формує нову парадигму сталого розвитку.

Регіональна структура ВДЕ у 2023 році засвідчує провідну роль Азії та Європи, які забезпечують понад 60 % світових потужностей, що підтверджує їхнє домінування у глобальному енергетичному переході. Інші регіони поступово нарощують власний потенціал відповідно до природних ресурсів та економічних можливостей.

Аналіз структури світового виробництва електроенергії у 2015–2024 роках підтверджує тенденцію до зниження частки викопних палив, стабільності атомної генерації та стрімкого зростання відновлюваних джерел. ВДЕ визначаються як ключовий чинник процесу декарбонізації, тоді як атомна енергетика зберігає функцію базового стабілізатора енергосистеми.

У структурі світової відновлюваної енергетики простежується поступове зменшення домінування гідроенергетики на користь сонячної та вітрової генерації, які стають головними драйверами глобального енергетичного переходу. Біоенергетика та геотермальна енергетика залишаються стабільними нішевими напрямками, тоді як морська енергетика перебуває на стадії експериментального розвитку.

Міжнародний досвід свідчить, що сучасний етап енергетичного переходу в Європейському Союзі визначається поєднанням екологічних, економічних та політичних чинників, які формують новий низьковуглецевий стандарт розвитку енергетики. Глобальний енергетичний перехід є багатофакторним і багатоваріантним процесом, що не має універсальної моделі реалізації. Відмінності між країнами зумовлені їхніми ресурсними можливостями, економічними пріоритетами та політичними стратегіями. Водночас спільними рисами успішних трансформацій є наявність довгострокових стратегічних цілей, стабільних регуляторних рамок, фінансових стимулів для розвитку ВДЕ та інвестицій у мережеву інфраструктуру й системи накопичення.

Провідні регіони світу – ЄС, США та країни Азії – демонструють різні моделі енергопереходу: регуляторно-орієнтовану, ринково-інноваційну та ресурсно-масштабну відповідно. Країни, що розвиваються, реалізують адаптивні моделі, залежні від міжнародної підтримки та доступу до технологій.

Для України вивчення міжнародного досвіду має особливе значення у контексті післявоєнної відбудови та інтеграції до європейського енергетичного простору, оскільки це дозволяє адаптувати найкращі практики до національних умов та забезпечити ефективність енергетичної трансформації. Еволюція енергетичного переходу України відбувається поступово — від інституційного становлення до ринкової інтеграції та стратегічної трансформації. Якщо початкові етапи були зосереджені на створенні законодавчих стимулів і залученні інвестицій, то сучасний етап характеризується балансуванням між відновленням пошкодженої інфраструктури та реалізацією довгострокових цілей декарбонізації.

Структура відновлюваної енергетики України у 2015–2023 роках демонструє поступову диверсифікацію джерел та зростання їхньої ролі у національному енергетичному балансі. Відбулося зміщення акцентів від домінування гідроенергетики до посилення ролі сонячної та вітрової генерації. Динаміка розвитку ВДЕ в Україні свідчить про поєднання інституційних стимулів та зовнішніх викликів, що визначали темпи нарощування потужностей. Це підтверджує залежність енергетичної трансформації від політичних, економічних та безпекових факторів.

Енергетичний перехід України розгортається у двох взаємопов'язаних площинах: кризове відновлення системи під час війни та стратегічна конвергенція з європейськими нормами декарбонізації, ринкової інтеграції й енергоефективності. Воєнні атаки створили безпрецедентні операційні виклики для енергетичного сектору, але водночас прискорили ухвалення політичних і регуляторних рішень, що формують нову архітектуру енергетичної системи України – від планування обсягів та джерел генерації до впровадження ринкових механізмів і розвитку міждержавної взаємодії у сфері енергопереходу.

Таким чином, ключові виклики інтеграції України до глобального енергетичного переходу полягають у поєднанні кризового відновлення та стратегічної трансформації, що потребує одночасної адаптації до внутрішніх викликів війни та зовнішніх вимог європейського енергетичного простору.

РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ МІЖНАРОДНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЛОБАЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ

3.1. Формування нової архітектури глобального ринку чистої енергії

Формування нової архітектури глобального ринку чистої енергії є одним із найважливіших процесів сучасної економічної та політичної трансформації. Його витoki сягають не лише технологічних інновацій, а й глибоких структурних змін у міжнародних відносинах, фінансових потоках та суспільних очікуваннях. Сьогодні чиста енергія перестає бути лише альтернативою традиційним джерелам – вона поступово стає основою нової моделі розвитку, що визначає конкурентоспроможність держав і корпорацій у XXI столітті.

Цей процес відбувається на тлі глобальних викликів: кліматичної кризи, геополітичної нестабільності та необхідності забезпечення енергетичної безпеки. Водночас він відкриває нові можливості для економічного зростання, інновацій та соціальної модернізації. Відновлювані джерела енергії, технології накопичення та цифрові системи управління стають ключовими елементами нової архітектури, яка формується як багаторівнева і багатополярна система. У ній поєднуються інтереси держав, транснаціональних корпорацій, фінансових інституцій та громадянського суспільства, що прагне до екологічно відповідального майбутнього.

Архітектура глобального ринку чистої енергії не є статичною конструкцією – вона постає як динамічна мережа взаємозалежностей, де політичні рішення, економічні стимули та технологічні прориви взаємодіють у реальному часі. Важливим чинником стає інституційне середовище: міжнародні угоди, регуляторні режими та механізми фінансування, які визначають темпи та масштаби переходу до низьковуглецевої економіки. У цьому контексті нова архітектура ринку чистої енергії виступає не лише як економічна категорія, але й як стратегічна парадигма, що задає напрямок глобального розвитку на найближчі десятиліття.

Глобальний енергетичний ринок сьогодні перебуває у стані глибокої трансформації, що має характер системного перелому. Його передумови формуються під впливом кількох взаємопов'язаних чинників, серед яких ключовими є процеси декарбонізації, геополітичні потрясіння та стрімкий розвиток технологій відновлюваної енергетики. Декарбонізація, закріплена у міжнародних угодах та національних стратегіях, поступово змінює традиційну модель домінування викопних джерел енергії, створюючи нові економічні та політичні реалії. Геополітичні шоки, зокрема пандемія COVID-19 та війна в Україні, актуалізували питання енергетичної безпеки, диверсифікації постачання та зменшення залежності від нестабільних ринків викопного палива.

Паралельно відбувається технологічний прорив у сфері відновлюваних джерел енергії, що забезпечує їхню конкурентоспроможність і робить перехід до низьковуглецевої економіки не лише екологічною необхідністю, а й економічно доцільним вибором. Нові ринкові механізми, орієнтовані на інтеграцію чистих джерел у глобальні енергетичні системи, формують основу для створення більш стійкої та гнучкої архітектури енергетичного ринку. У цьому контексті трансформація виступає не як ізольований процес, а як багатовимірна зміна, що охоплює політичні, економічні, технологічні та соціальні сфери.

Відповідно, передумови сучасної трансформації енергетичного ринку визначаються поєднанням глобальних кризових факторів і довгострокових стратегічних цілей, які разом створюють нову парадигму розвитку, засновану на чистій енергії, інноваціях та безпеці.

Основні компоненти нової архітектури глобального ринку чистої енергії формуються як складна система взаємопов'язаних елементів, що відображають не лише технологічний прогрес, але й політичні та економічні реалії сучасності. У центрі цієї архітектури перебувають відновлювані джерела енергії, які поступово перетворюються з додаткового сегмента на фундаментальний базис енергетичного виробництва. Їхня інтеграція вимагає розвитку інфраструктури накопичення та гнучких мереж, здатних забезпечити стабільність і баланс системи навіть за умов нерівномірного виробництва.

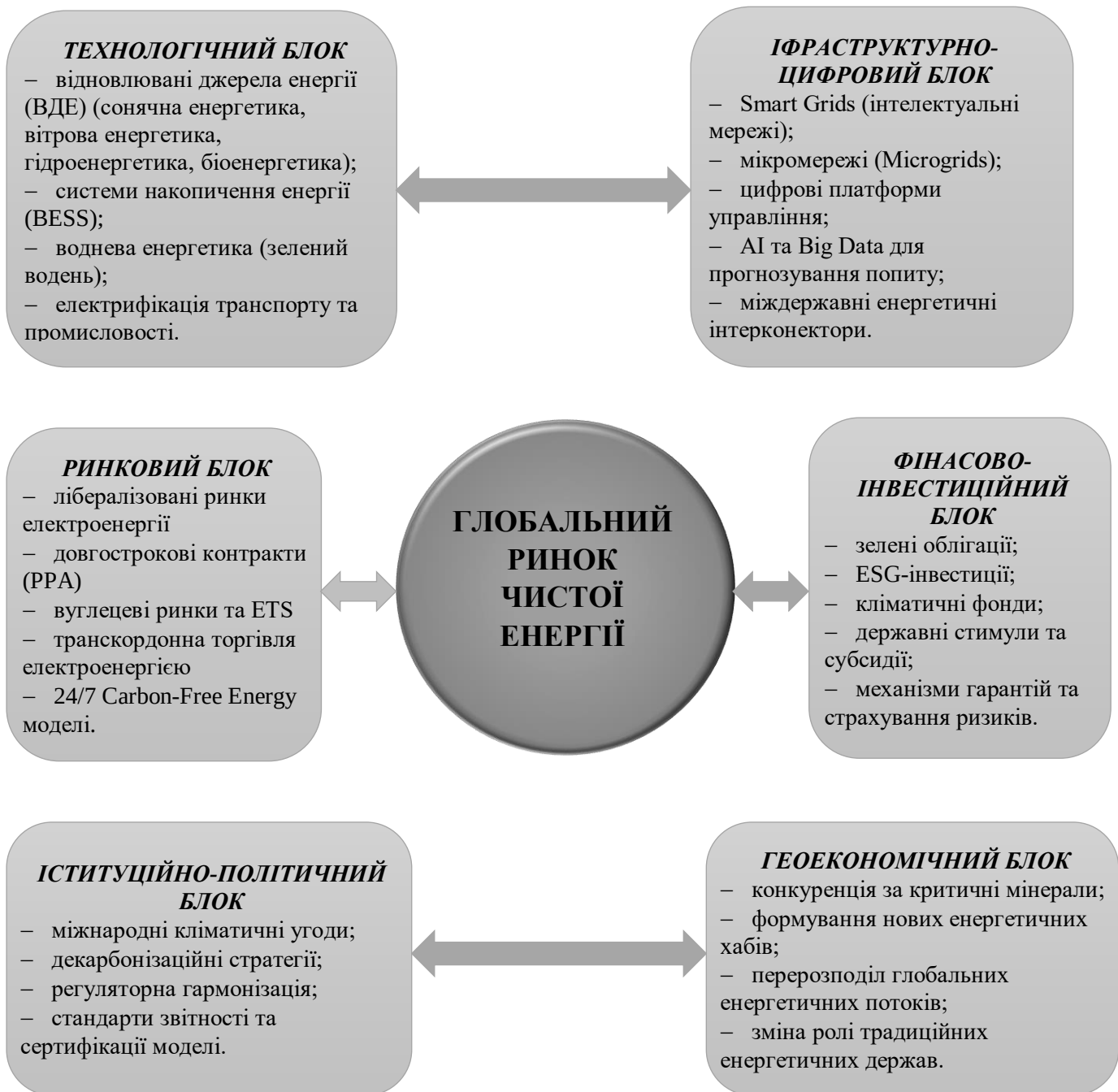


Рис. 3.1. Нова архітектура глобального ринку чистої енергії

Джерело: складено автором

Методологічна основа запропонованої моделі ґрунтується на поєднанні кількох взаємодоповнюючих теоретичних та аналітичних підходів, що дозволяють комплексно осмислити процеси трансформації глобального енергетичного ринку. В її основу покладено системний підхід, який забезпечує цілісне бачення взаємозалежностей між технологічними, економічними, політичними та соціальними чинниками. Важливу роль відіграє інституціональна теорія, що пояснює формування правил, норм та регуляторних

механізмів, які визначають архітектуру ринку чистої енергії. Додатковим аналітичним виміром виступає теорія глобальних ланцюгів створення вартості, яка дозволяє простежити, як відновлювані джерела енергії інтегруються у світову економіку, формуючи нові виробничі та фінансові зв'язки. Концепція енергетичного переходу, що стала ключовою у сучасних дослідженнях, окреслює траєкторію поступового відходу від викопних ресурсів до низьковуглецевих технологій, підкреслюючи стратегічний характер цього процесу.

Базовою аналітичною рамкою моделі є підходи, розроблені провідними міжнародними інституціями, зокрема International Energy Agency (IEA) та International Renewable Energy Agency (IRENA), які пропонують сценарні моделі розвитку та оцінку економічних і технологічних перспектив. Важливим орієнтиром виступає також кліматична архітектура, закріплена у рамках United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), що визначає глобальні цілі та механізми декарбонізації. У сукупності ці методологічні засади створюють комплексну основу для побудови моделі нової архітектури ринку чистої енергії, яка враховує багатовимірність процесів і забезпечує їх науково обґрунтоване осмислення.

Структурна композиція запропонованої моделі нової архітектури глобального ринку чистої енергії постає як багаторівнева система, що охоплює шість взаємопов'язаних підсистем, кожна з яких виконує специфічну функцію та формує власний аналітичний вимір. Технологічна підсистема забезпечує матеріально-технічну основу декарбонізації, включаючи розвиток відновлюваних джерел енергії, систем накопичення, зеленого водню, електрифікації транспорту й промисловості та технологій уловлювання і зберігання вуглецю. Вона створює первинну вартість у нових глобальних ланцюгах виробництва та сприяє зниженню вуглецевої інтенсивності економіки.

Технологічна підсистема, у запропонованої моделі нової архітектури глобального ринку чистої енергії, виконує ключову функцію формування матеріально-технічної бази декарбонізації та задає фундаментальні параметри енергетичного переходу. Вона охоплює розвиток відновлюваних джерел енергії,

включаючи сонячну, вітрову, гідро- та біоенергетику, які поступово стають основними джерелами виробництва електроенергії у світі. Важливим елементом є системи накопичення енергії, що забезпечують балансування попиту і пропозиції та підвищують надійність енергопостачання. До цієї підсистеми належить також зелений водень, який розглядається як стратегічний енергоносіє майбутнього, здатний інтегрувати різні галузі економіки та забезпечити глибоку декарбонізацію промисловості.

Електрифікація транспорту та промисловості виступає ще одним важливим напрямом, що дозволяє скорочувати залежність від викопних ресурсів і знижувати рівень викидів у секторах із високою вуглецевою інтенсивністю. Доповнюють цю систему технології уловлювання та зберігання вуглецю, які створюють можливість для нейтралізації залишкових викидів і формують інструменти досягнення кліматичної нейтральності.

Технологічна підсистема виконує роль генератора первинної вартості у нових глобальних ланцюгах енергетичного виробництва. Вона не лише забезпечує матеріальну основу переходу, але й прямо впливає на макроекономічні показники, зокрема на зниження вуглецевої інтенсивності валового внутрішнього продукту. Саме завдяки її розвитку створюється можливість для формування стійкої економіки, де технологічні інновації поєднуються з екологічною ефективністю та стратегічною безпекою.

Таблиця 3.1.

Зміст технологічних змін як системоутворюючого фактору нової архітектури глобального ринку чистої енергії

Характеристика зміни	Суть зміни
1	2
Масове зростання відновлюваної енергетики	
Спостерігається структурний ефект заміщення	Відновлювані джерела енергії дедалі більше займають провідні позиції у структурі нових інвестицій, витісняючи викопні ресурси. Це свідчить про те, що чиста енергетика перестає бути периферійним доповненням і стає фундаментальним елементом глобальної енергетичної системи
Характеризується зниженням граничних витрат виробництва	Після запуску сонячних і вітрових станцій їхні змінні витрати практично зникають, що радикально змінює економіку виробництва електроенергії. Це призводить до перегляду класичних моделей ціноутворення та створює нові умови для ринкової конкуренції

1	2
Притаманна екоцентрична модель енергосистеми	Збільшення частки відновлюваних джерел у виробництві електроенергії підвищує її значення як універсального енергоносія, що стимулює електрифікацію транспорту, промисловості та побутового сектору. Це формує нову електроцентричну логіку розвитку енергетики
Формування системи накопичення енергії та гнучкість ринку	
Виконується функція балансування	Батарейні системи накопичення енергії виконують критичну роль у стабілізації енергопостачання, компенсуючи нерівномірність виробництва відновлюваних джерел у різні години доби та сезони року. Це забезпечує більш передбачуваний і надійний режим роботи енергосистеми
Реалізація функції арбітражу	Системи накопичення створюють можливість економічного арбітражу: вони акумулюють електроенергію в моменти низького попиту та реалізують її у пікові години, відкриваючи новий сегмент ринку, що підвищує ефективність і гнучкість енергетичної системи
Очікується системний ефект стабілізації	Використання накопичувачів зменшує залежність від резервних теплових потужностей, які традиційно забезпечували балансування системи. Це прискорює процес декарбонізації та знижує загальну вуглецеву інтенсивність енергетики
Формується інфраструктурна комплементарність	Інтеграція відновлюваних джерел із системами накопичення створює гібридні енергетичні комплекси, які поєднують генерацію та зберігання в єдиній інфраструктурі. Це формує новий клас активів, що підвищує ефективність і стійкість ринку чистої енергії
Реалізація інновацій, цифровізації та розподілення енергетичних ресурсів	
Відбувається платформізація енергоринку	Сучасна енергетика трансформується у платформну модель, де виробники та споживачі взаємодіють через цифрові системи управління. Це забезпечує інтеграцію даних у реальному часі, оптимізацію балансування та створює нову логіку функціонування ринку
Зміна ролі споживача	Традиційна роль споживача змінюється: він стає активним учасником ринку, здатним не лише споживати, але й виробляти та реалізовувати електроенергію. Це формує нову соціально-економічну динаміку енергетичної системи
Очікуваний мережевий ефект	Зростання кількості розподілених енергетичних ресурсів посилює ефективність системи завдяки мережевому ефекту: кожен новий учасник підвищує загальну продуктивність та стійкість енергетичної екосистеми
Зниження транзакційних витрат	Автоматизація процесів через цифрові алгоритми зменшує транзакційні витрати, робить торгівлю та балансування більш ефективними й прозорими. Це сприяє переходу від ієрархічної моделі енергосистеми до мережевої, де взаємодія відбувається швидше та гнучкіше

Джерело: складено автором

Технологічні зміни виступають системоутворюючим фактором нової архітектури глобального ринку чистої енергії, адже саме вони задають динаміку структурної перебудови та визначають траєкторію енергетичного переходу. У 2024–2025 роках цей процес характеризується масштабною експансією

відновлюваної генерації, стрімким розвитком систем накопичення енергії та глибокою інтеграцією цифрових рішень у виробничі, розподільчі й споживчі процеси.

Масове зростання відновлюваної енергетики демонструє структурний зсув у глобальній системі: сонячна та вітрова генерація стають домінуючими у прирості нових потужностей, поступово витісняючи викопну генерацію із сегмента інвестицій. Це означає перехід від маржинального статусу чистої енергетики до її базової ролі у світовій економіці. Водночас зниження граничних витрат виробництва у сонячній та вітровій енергетиці трансформує традиційні моделі ціноутворення, а зростання частки ВДЕ посилює роль електроенергії як універсального енергоносія, стимулюючи електрифікацію транспорту, промисловості та побутового сектору. Таким чином формується нова електроцентрична низьковуглецева парадигма глобального енергоринку.

Розвиток систем накопичення енергії стає критичним елементом нової архітектури, адже висока частка змінної генерації створює проблему нестабільності постачання. Батарейні сховища виконують функцію балансування добових і сезонних коливань, забезпечують арбітраж цін, стабілізують систему та знижують потребу у резервній тепловій генерації. Поєднання ВДЕ та BESS формує новий тип енергетичних активів — гібридні електростанції, що перетворюють накопичення з допоміжного інструменту на інституційно інтегрований компонент ринкової моделі.

Інновації та цифровізація доповнюють цей процес, змінюючи саму логіку функціонування енергосистеми. Розвиток розподілених енергетичних ресурсів, віртуальних електростанцій, платформ управління попитом та алгоритмів прогнозування створює умови для переходу до моделі цифрових платформ. У такій системі споживач трансформується у «про-споживача», який одночасно виробляє, споживає та продає електроенергію. Мережевий ефект підвищує ефективність функціонування системи, а автоматизація процесів знижує транзакційні витрати, змінюючи класичну ієрархічну модель на мережеву. У результаті формується цифрово-мережева енергетична екосистема, де гнучкість і швидкість реакції стають ключовими конкурентними перевагами.

Технологічні зміни у 2024–2025 роках можна розглядати як фундаментальний перехід, що визначає нову логіку функціонування глобального енергетичного ринку. Відбувається поступове відходження від централізованої моделі генерації до розподіленої, де ключову роль відіграють локальні джерела та децентралізовані системи управління. Паралельно формується електроцентрична парадигма, яка заміщує викопну основу енергетики та перетворює електроенергію на універсальний енергоносіє, що інтегрує транспорт, промисловість і побутові процеси.

Інфраструктурний вимір також зазнає трансформації: жорсткі централізовані системи поступаються місцем гнучким цифровим платформам, здатним забезпечувати балансування та інтеграцію змінної генерації у реальному часі. Це створює умови для переходу від пасивного споживання до активної участі на ринку, де споживач стає «про-споживачем» і бере безпосередню участь у виробництві та торгівлі електроенергією. Технологічна трансформація не лише забезпечує матеріальну основу енергетичного переходу, але й визначає нову парадигму розвитку глобального ринку, де відновлювані джерела, накопичення та цифровізація інтегруються у єдину систему, створюючи стійку, гнучку та низьковуглецеву архітектуру. Таким чином, технологічна підсистема виступає первинним каталізатором трансформації всієї архітектури глобального ринку чистої енергії. Її вплив виходить далеко за межі технічних інновацій, формуючи нові інституційні правила, перенаправляючи фінансові потоки та змінюючи геоекономічний баланс сил. У результаті технологічна динаміка стає визначальним чинником переходу до мережевої, цифровізованої та низьковуглецевої моделі світової енергетики.

Інфраструктурно-цифрова підсистема у запропонованій моделі виконує роль ключового інтегратора, який забезпечує ефективне включення високої частки відновлюваних джерел у глобальну енергосистему. Її сутність полягає у створенні технологічних та цифрових рішень, здатних підтримувати стабільність і гнучкість енергетичних потоків у світі, де виробництво електроенергії дедалі більше залежить від змінних природних факторів. Розвиток інтелектуальних мереж, мікромереж та цифрових платформ управління дозволяє координувати

складні процеси генерації, передачі та споживання енергії в режимі реального часу. Використання штучного інтелекту та великих даних відкриває можливості для прогнозування навантажень, оптимізації балансування та зниження транзакційних витрат, що робить ринок більш адаптивним і стійким.

Особливе значення мають транснаціональні інтерконектори, які забезпечують взаємозв'язок між регіональними енергосистемами та створюють умови для формування глобальної мережі чистої енергії. Ця підсистема постає як системний інтегратор, що не лише поєднує технологічні та цифрові інновації, але й формує нову логіку функціонування енергетичного ринку. Вона мінімізує транзакційні витрати, підвищує ефективність розподілу ресурсів та забезпечує гнучкість, необхідну для стабільного розвитку низьковуглецевої економіки. Таким чином, інфраструктурно-цифрова підсистема стає фундаментальним елементом архітектури енергетичного переходу, який визначає здатність глобальної системи адаптуватися до нових викликів і можливостей.

Ринкові структури та механізми нової архітектури глобального енергетичного ринку демонструють якісну трансформацію, що виходить за межі традиційної моделі виробників і постачальників, рис. 3.2.



Рис. 3.2. Ключові зміни в ринкових структурах та механізмах при запровадженні нової архітектури глобального енергетичного ринку

Джерело: складено автором

На ринок виходять нові агенти – агрегатори, постачальники сховищ та цифрові платформи для торгівлі гнучкістю, табл. 3.2. Їхня поява створює більш точні й ефективні ринкові сигнали, що дозволяє оптимізувати баланс між виробництвом і споживанням та забезпечує інтеграцію розподілених ресурсів у загальну систему.

Таблиця 3.2.

Склад і характеристика нових ринкових агентів у контексті трансформації глобального енергетичного ринку

Тип агента	Характеристика та роль у новій архітектурі
Агрегатори	Об’єднують розподілені енергетичні ресурси (DER) — домашні сонячні панелі, батареї, теплові насоси — у єдину керовану одиницю, здатну брати участь у ринку допоміжних послуг та балансування
Платформи торгівлі гнучкістю	Забезпечують цифрову взаємодію між споживачами, виробниками та операторами системи, дозволяючи реалізовувати попит-реакцію, оптимізувати навантаження та формувати нові ринкові продукти
Постачальники сховищ енергії (BESS)	Пропонують послуги зберігання електроенергії, що дозволяє згладжувати коливання генерації, здійснювати арбітраж та забезпечувати резервні потужності для системи
Про-споживачі (prosumer)	Домогосподарства та підприємства, які одночасно виробляють, споживають і продають електроенергію, стають активними учасниками ринку, змінюючи класичну модель споживання
Оператори віртуальних електростанцій (VPP)	Координують роботу великої кількості DER через цифрові платформи, забезпечуючи балансування, участь у ринку та оптимізацію енергетичних потоків
Цифрові брокери та аналітичні сервіси	Використовують алгоритми прогнозування, оптимізації та управління ризиками для підтримки торгівлі, планування та інтеграції нових ринкових механізмів

Джерело: складено автором

Ці нові ринкові агенти поступово вибудовують цілісну інституційну екосистему, яка змінює саму логіку функціонування енергетичного ринку. Вона ґрунтується на принципах гнучкості, децентралізації та цифровізації, що дозволяє ефективно інтегрувати відновлювані джерела енергії, системи накопичення та інноваційні сервіси. Така екосистема не лише забезпечує стабільність і адаптивність ринку, але й створює нові можливості для його розвитку в умовах глобального енергетичного переходу.

Дизайн ринку електроенергії також зазнає змін, оскільки він має адаптуватися до непостійності генерації відновлюваних джерел. Це проявляється

у розвитку ринків допоміжних послуг, впровадженні механізмів попиту-реакції та застосуванні гнучких тарифів. Такі інструменти дозволяють компенсувати коливання виробництва та забезпечують стабільність системи, водночас створюючи нові можливості для учасників ринку, табл. 3.3.

Таблиця 3.3.

Механізми адаптації ринку електроенергії до непостійності генерації з ВДЕ

Механізм адаптації	Характеристика та функціональне значення
Ринки допоміжних послуг	Забезпечують оперативне балансування системи шляхом залучення ресурсів, здатних швидко реагувати на коливання генерації. Включають резерви частоти, регулювання напруги, реактивну потужність тощо
Попит-реакція (Demand Response)	Створює можливість для споживачів змінювати рівень споживання у відповідь на ринкові сигнали або технічні потреби системи. Це підвищує гнучкість ринку та знижує навантаження у пікові періоди
Гнучкі тарифні моделі	Впровадження тарифів, що змінюються залежно від часу доби, навантаження або ринкової ситуації. Стимулює споживачів до раціонального використання електроенергії та сприяє вирівнюванню попиту
Інтеграція систем накопичення енергії (BESS)	Дозволяє згладжувати добові та сезонні коливання генерації ВДЕ, забезпечуючи стабільність постачання та можливість арбітражу. Сховища стають активними учасниками ринку
Прогнозування та цифрові алгоритми	Використання штучного інтелекту та аналітики для точного прогнозування генерації та споживання. Це дозволяє операторам системи краще планувати балансування та мінімізувати небаланси

Джерело: складено автором

Зазначені механізми поступово вибудовують адаптивну інфраструктуру ринку, яка здатна гнучко реагувати на змінність відновлюваної генерації. Вона не лише підтримує стабільність енергосистеми, але й забезпечує економічну ефективність завдяки новим інструментам балансування та тарифним моделям. Водночас така інфраструктура створює сприятливі умови для інтеграції сучасних технологій – від систем накопичення до цифрових платформ управління – у ринкову модель, що робить її більш стійкою та конкурентоспроможною в умовах енергетичного переходу.

Не менш важливим є формування нових моделей біржової торгівлі та ціноутворення. Вони враховують інтеграцію сховищ і відновлюваних джерел як у короткотермінові, так і у довготермінові ринки, що змінює класичну логіку

формування вартості електроенергії. У результаті ринок стає більш гнучким, прозорим і здатним відображати реальну економіку енергетичного переходу.

Таким чином, ринкові структури та механізми не лише забезпечують ефективний розподіл ресурсів, але й формують нову інституційну основу для розвитку глобальної енергетики, де ключову роль відіграють інновації, цифровізація та інтеграція гнучких рішень.

У структурі нової архітектури глобального ринку чистої енергії, виділена нами ринкова підсистема, виконує визначальну функцію формування механізмів ціноутворення та організації торгівлі, що забезпечує ефективний розподіл ресурсів у межах низьковуглецевої економіки. Її сутність полягає у створенні конкурентних ринкових середовищ, де лібералізовані ринки електроенергії поєднуються з довгостроковими контрактами на постачання (PPA), системами торгівлі викидами та транскордонними механізмами обміну енергією. Особливе значення має впровадження моделі безперервного постачання енергії без вуглецевих викидів (24/7 Carbon-Free Energy), яка задає нові стандарти для корпоративних і державних стратегій декарбонізації.

Запропонована підсистема виступає як ключовий інструмент інтерналізації екологічних зовнішніх ефектів, адже вона дозволяє враховувати реальну вартість вуглецевих викидів у процесі економічного обміну. Водночас вона створює умови для підвищення прозорості та передбачуваності ринку, сприяє залученню інвестицій та формує нову логіку взаємодії між виробниками, споживачами та регуляторами. Таким чином, ринкова підсистема не лише забезпечує функціонування економічних механізмів у сфері чистої енергетики, але й стає фундаментом для побудови стійкої та конкурентної глобальної енергетичної системи.

Також доцільно виокремити фінансово-інвестиційну підсистему у розробленій моделі на яку покладено стратегічну функцію мобілізації капіталу, необхідного для масштабування та прискорення енергетичного переходу. Вона формує основу фінансової стійкості та забезпечує можливість реалізації великих інфраструктурних проєктів у сфері відновлюваної енергетики. Її ключовими інструментами виступають зелені облігації, які дозволяють акумулювати кошти

для екологічно орієнтованих інвестицій, а також механізми ESG-фінансування, що інтегрують екологічні, соціальні та управлінські критерії у процес прийняття фінансових рішень. Важливу роль відіграють кліматичні фонди, які спрямовують ресурси на підтримку інноваційних технологій та проєктів з високим потенціалом декарбонізації.

Додатковим елементом цієї підсистеми є механізми державно-приватного партнерства, що забезпечують синергію між державними інституціями та приватним капіталом, створюючи умови для реалізації масштабних проєктів з мінімізацією ризиків. Гарантійні та страхові інструменти, у свою чергу, знижують інвестиційну невизначеність і роблять фінансування більш доступним, що особливо важливо для країн та компаній, які перебувають на ранніх етапах енергетичного переходу.

Вважаємо, що фінансово-інвестиційна підсистема виступає як капіталізаційна основа трансформації, адже саме вона визначає темпи та масштаби впровадження чистих технологій. Її функція полягає у зниженні вартості фінансування, оптимізації інвестиційних потоків та формуванні довгострокової стійкості ринку. Таким чином, ця підсистема не лише забезпечує ресурсну базу для переходу, але й створює умови для формування нової економічної парадигми, де фінансові інновації поєднуються з екологічною відповідальністю та стратегічною безпекою.

Фінансування та політика виступають взаємопов'язаними елементами нової архітектури глобального ринку чистої енергії. Фінансові потоки забезпечують матеріальну основу для реалізації масштабних проєктів, тоді як політичні рамки визначають правила функціонування та стратегічні орієнтири розвитку. У поєднанні вони створюють інституційний фундамент, який дозволяє здійснити глибоку трансформацію енергетики у напрямі низьковуглецевого розвитку, інтегруючи технологічні інновації та відповідаючи на виклики кліматичної політики.

Також, на нашу думку, важливою складовою моделі нової архітектури глобального ринку чистої енергії є інституційно-політична підсистема, що виконує фундаментальну функцію регуляторного та нормативного забезпечення

енергетичного переходу. Вона формує середовище, у якому технологічні та фінансові інновації можуть реалізовуватися у стабільних і передбачуваних умовах.



Рис. 3.3. Фінансування та політичний вплив у новій архітектурі глобального ринку чистої енергії

Джерело: складено автором

Її основою є міжнародні кліматичні угоди, що задають глобальні цілі декарбонізації та визначають рамки співпраці між державами. Національні стратегії декарбонізації конкретизують ці цілі у внутрішньому політичному та економічному контексті, створюючи механізми їх практичного впровадження.

Важливим аспектом є регуляторна гармонізація, яка дозволяє узгоджувати правила та стандарти між різними юрисдикціями, забезпечуючи прозорість і зменшуючи бар'єри для транскордонної торгівлі та інвестицій. Стандарти вуглецевої звітності, що набувають дедалі більшої ваги, створюють інституційну основу для вимірювання та контролю впливу економічної діяльності на клімат, сприяючи формуванню довіри між учасниками ринку.

Ця підсистема постає як ключовий елемент інституційної стабільності, адже саме вона визначає «правила гри», які забезпечують довгострокову передбачуваність розвитку ринку чистої енергії. Вона не лише регулює процеси, але й задає стратегічні орієнтири, що дозволяють інтегрувати екологічні цілі у глобальну економічну систему. Таким чином, інституційно-політична підсистема стає основою для формування нової енергетичної парадигми, де політика, право та економіка взаємодіють задля досягнення кліматичної нейтральності та стійкого розвитку.

В запропонованій моделі, доцільно виокремити геоекономічну підсистему, яка в свою чергу охоплює стратегічну функцію формування нової структури глобального енергетичного балансу сил. Вона відображає ті процеси, які виходять за межі суто технологічних чи фінансових рішень і стосуються просторової та політичної конфігурації світового енергетичного порядку. Її сутність полягає у конкуренції за критичні мінерали, такі як літій, кобальт і нікель, що стають основою для виробництва акумуляторів, електромобілів та систем накопичення енергії. Ця конкуренція визначає нові геоекономічні пріоритети та створює умови для формування нових центрів впливу.

Важливим елементом є поява нових енергетичних хабів, які концентрують виробництво та інновації у сфері чистої енергетики, змінюючи традиційну географію енергетичних потоків. Перерозподіл інвестиційних ресурсів спрямовує капітал у ті регіони та країни, які здатні забезпечити технологічний прорив і стабільне постачання критичних матеріалів. Це, у свою чергу, трансформує роль традиційних експортерів викопного палива, які змушені адаптуватися до нових реалій, переорієнтовуючи свої економіки та шукаючи місце у глобальній системі чистої енергії.

Вцілому геоекономічна підсистема визначає просторову та політичну конфігурацію глобального енергетичного порядку, адже саме вона задає нові координати взаємодії між державами, корпораціями та інституціями. Вона формує нову карту енергетичних відносин, де стратегічні ресурси і технологічні можливості стають головними чинниками впливу, а баланс сил поступово зміщується від традиційних центрів викопної енергетики до нових осередків чистої енергетики.

У сукупності ці підсистеми створюють цілісну багаторівневу архітектуру, яка поєднує технологічні інновації, інституційні механізми, фінансові інструменти та геоекономічні фактори, забезпечуючи комплексну трансформацію світового енергетичного ринку.

Логіка взаємодії підсистем у моделі нової архітектури глобального ринку чистої енергії має циклічний характер і відображає динамічну природу енергетичного переходу. Вона починається з технологічних інновацій, які створюють нові можливості для виробництва та споживання енергії, водночас формуючи попит на відповідні інфраструктурні рішення. Розвиток інфраструктури та цифрових систем забезпечує інтеграцію цих технологій у глобальну енергосистему, що, у свою чергу, потребує адаптації ринкових механізмів. Ринок, реагуючи на нові умови, формує моделі ціноутворення та торгівлі, які визначають ефективність розподілу ресурсів і створюють стимули для фінансових потоків.

Фінансово-інвестиційна сфера мобілізує капітал, масштабуючи ринок і забезпечуючи ресурсну базу для подальшого розвитку технологій та інфраструктури. Інституційно-політичний рівень задає правила гри, формує регуляторні рамки та створює стимули для фінансування, забезпечуючи довгострокову передбачуваність і стабільність системи. У результаті ринкові та фінансові механізми трансформують глобальну геоекономічну структуру, змінюючи баланс сил, формуючи нові хаби та визначаючи пріоритети у сфері критичних ресурсів. Геоекономічні зміни, у свою чергу, впливають на технологічні пріоритети, стимулюючи розвиток нових рішень і започатковуючи новий цикл взаємодії.

Таким чином, модель функціонує як замкнена система, де кожна підсистема не лише виконує власну роль, але й постійно впливає на інші, створюючи ефект взаємного підсилення. Цей циклічний характер взаємодії забезпечує стійкість і адаптивність архітектури глобального ринку чистої енергії, дозволяючи йому реагувати на виклики та формувати нові можливості розвитку.

Цільовий вектор моделі нової архітектури глобального ринку чистої енергії визначається стратегічними результатами, які окреслюють її довгострокову спрямованість та практичну значущість. У центрі цього вектора перебуває декарбонізація глобальної економіки, що виступає не лише як екологічна мета, але й як економічний імператив, здатний забезпечити стійкість розвитку та знизити залежність від викопних ресурсів. Паралельно з цим формується новий рівень енергетичної безпеки, який ґрунтується на диверсифікації джерел постачання, розвитку відновлюваних технологій та створенні гнучких інфраструктурних рішень.

Важливим результатом є також поява нових центрів технологічної конкурентоспроможності, що визначають глобальний баланс сил у сфері інновацій та задають темпи розвитку енергетичних рішень майбутнього. Ці центри стають осередками виробництва знань, технологій та інвестицій, формуючи нову карту світової економіки. Нарешті, трансформація глобальних ланцюгів доданої вартості створює умови для перерозподілу економічних вигод, інтеграції чистої енергії у виробничі процеси та формування нових моделей міжнародної кооперації.

Отже, можна сказати, що цільовий вектор моделі спрямований на досягнення комплексних результатів, які поєднують екологічну стійкість, економічну ефективність, технологічне лідерство та геоекономічну трансформацію. Він задає стратегічну траєкторію розвитку, що визначатиме архітектуру глобального енергетичного порядку у найближчі десятиліття.

Узагальнюючи інтерпретацію моделі нової архітектури глобального ринку чистої енергії, можна сказати, що вона представляє собою багаторівневу інтегровану систему, у якій кожна підсистема виконує власну функцію, але водночас перебуває у постійній взаємодії з іншими. Технології виступають

матеріальною основою, адже саме вони забезпечують виробничу базу для декарбонізації та створюють нові можливості енергетичного розвитку. Інфраструктура виконує роль інтеграційного механізму, що дозволяє поєднувати різні джерела та технології у єдину гнучку систему. Ринок стає інструментом алокації ресурсів, формуючи механізми ціноутворення та торгівлі, які забезпечують ефективність і прозорість процесів. Фінанси виступають ресурсною базою, мобілізуючи капітал і створюючи умови для масштабування чистої енергетики. Інституції задають регуляторну рамку, формуючи правила гри та забезпечуючи довгострокову стабільність і передбачуваність. Нарешті, геоекономіка визначає просторовий вимір трансформації, адже саме вона формує новий баланс сил і нову конфігурацію глобального енергетичного порядку.

У сукупності ця модель демонструє перехід від традиційної вуглеводневої ієрархічної енергосистеми до мережевої, цифровізованої та низьковуглецевої глобальної структури. Вона відображає не лише технологічну модернізацію, але й глибоку зміну економічних, політичних та соціальних відносин, що визначатиме траєкторію розвитку світової економіки у найближчі десятиліття.

3.2. Удосконалення механізмів передачі технологій та інновацій

Енергетичний перехід, що охоплює глобальний рух від викопних джерел енергії до відновлюваних та низьковуглецевих технологій, ставить перед суспільством завдання не лише технічної модернізації, а й створення ефективних механізмів передачі знань, технологій та інновацій. У сучасних умовах саме здатність забезпечити швидке поширення технологічних рішень між науковими установами, підприємствами та державними інституціями визначає темпи та якість трансформації енергетичних систем.

Передача технологій у контексті енергопереходу має багатовимірний характер: вона включає інституційні угоди, правові рамки, фінансові стимули, а також формування міжгалузевих партнерств. Водночас інноваційний компонент

виступає ключовим рушієм, адже без постійного оновлення технологічної бази неможливо досягти цілей декарбонізації та підвищення енергоефективності.

У контексті глобального енергетичного переходу передача технологій постає не просто як технічний процес, а як стратегічний інструмент досягнення цілей сталого розвитку. Вона забезпечує скорочення вуглецевих викидів, підвищення енергоефективності та формування нової архітектури ринку чистої енергії, де інновації стають основою конкурентоспроможності.

Особливого значення набуває імплементація положень Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (UNFCCC) та Паризької угоди. Ці міжнародні документи закріплюють зобов'язання держав щодо підтримки інноваційних процесів, розвитку «зелених» технологій та розширення міжнародного технологічного співробітництва. Вони створюють нормативну основу для обміну знаннями, спільних досліджень та фінансування інноваційних рішень, що дозволяє країнам не лише адаптуватися до нових умов, а й активно формувати глобальну енергетичну політику.

Удосконалення механізму передачі технологій у рамках енергопереходу є ключовим чинником інтеграції міжнародних зобов'язань із національними стратегіями, нами запропоновано наступний механізм передачі технологій та інновацій при енергопереході, рис. 3.4. Він відкриває можливості для прискореного впровадження інновацій, зменшення технологічних розривів між країнами та формування більш справедливої моделі глобального енергетичного розвитку.

Інституційний вимір передачі технологій у процесі енергопереходу має вирішальне значення, адже саме він визначає сталість та ефективність інтеграції інновацій у національні та міжнародні енергетичні системи. Вдосконалення інституційних механізмів передбачає створення узгоджених правових, організаційних та фінансових рамок, які забезпечують прозорість, доступність і результативність технологічного співробітництва.

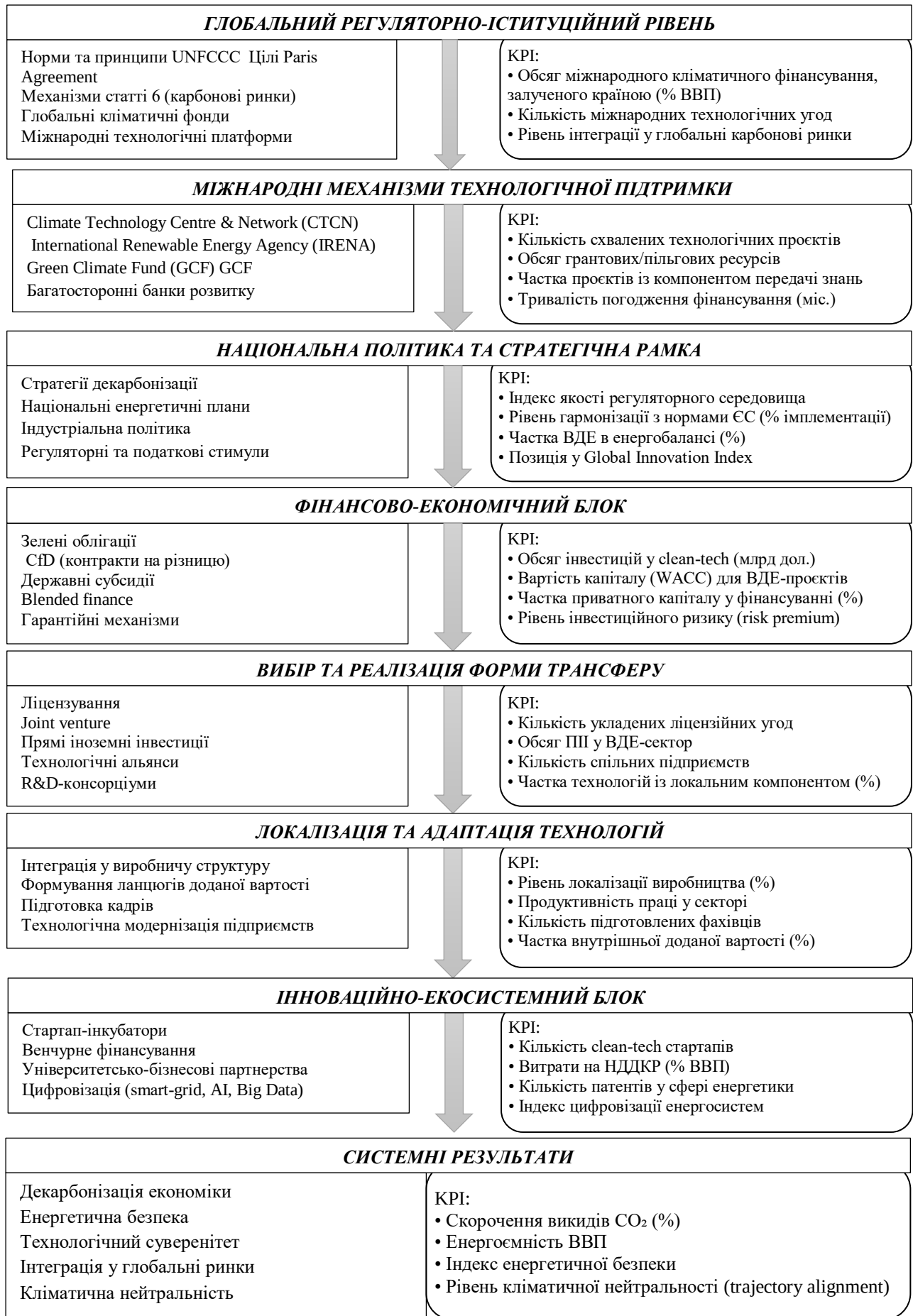


Рис. 3.4. Механізм передачі технологій та інновацій при енергопереході

Джерело: складено автором

Ключові напрями інституційного вдосконалення можна окреслити так:

- нормативно-правове забезпечення: гармонізація національного законодавства з міжнародними угодами (UNFCCC, Paris Agreement), формування чітких правил щодо ліцензування, патентного захисту та доступу до «зелених» технологій;
- організаційні структури: створення спеціалізованих центрів трансферу технологій, платформ для обміну знаннями та інноваціями, а також інституційних механізмів координації між державою, бізнесом та науковими установами;
- фінансові інструменти: розробка механізмів підтримки інновацій через «зелені» фонди, грантові програми та міжнародні фінансові інституції, що стимулюють масштабування технологій;
- міжнародне співробітництво: посилення ролі міждержавних партнерств, спільних дослідницьких програм та транснаціональних інноваційних альянсів, які забезпечують швидке поширення технологій у глобальному масштабі.

Таким чином, інституційне вдосконалення механізмів передачі технологій є системним процесом, що поєднує правові, організаційні та фінансові інструменти. Воно створює умови для ефективної імплементації інновацій, зменшення технологічних бар'єрів та формування нової моделі енергетичного розвитку, орієнтованої на сталість і міжнародну інтеграцію.

На глобальному рівні інституційне вдосконалення механізмів передачі технологій у сфері енергопереходу визначає стратегічні рамки, у межах яких відбувається формування нової моделі міжнародної співпраці. Саме тут закладаються фундаментальні принципи, що забезпечують узгодженість дій держав, спрямованих на скорочення викидів парникових газів, розвиток низьковуглецевих технологій та інтеграцію інновацій у світову енергетичну систему. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (UNFCCC) та Паризька угода виступають ключовими нормативними документами, які визначають обов'язки держав щодо підтримки інноваційних процесів та створюють правові умови для міжнародного технологічного співробітництва.

Особливого значення набувають механізми статті 6 Паризької угоди, що передбачають функціонування глобальних карбонових ринків. Вони формують інституційні стимули для інвестування у проєкти з низьким рівнем вуглецевих викидів та створюють умови для масштабування технологій у міжнародному вимірі. Паралельно діють глобальні кліматичні фонди, такі як Green Climate Fund чи Global Environment Facility, які забезпечують фінансову підтримку трансферу технологій, особливо для країн, що розвиваються, тим самим зменшуючи технологічний розрив між різними економіками.

Важливу роль відіграють міжнародні технологічні платформи, що функціонують як майданчики для обміну знаннями, спільних досліджень та координації інноваційних процесів. Вони сприяють формуванню глобальної екосистеми інновацій, де технології поширюються швидше, а їхнє впровадження стає більш системним і узгодженим.

Ефективність глобального регуляторно-інституційного рівня може бути оцінена через низку ключових показників. Серед них – обсяг міжнародного кліматичного фінансування, залученого країною у відсотках до ВВП, кількість укладених міжнародних технологічних угод, а також рівень інтеграції у глобальні карбонові ринки. Ці показники дозволяють оцінити не лише формальну участь держав у міжнародних процесах, але й реальний вплив глобальних інституційних механізмів на національні стратегії енергетичного розвитку.

Таким чином, глобальний регуляторно-інституційний рівень виступає фундаментом для формування узгодженої політики передачі технологій. Він поєднує нормативні, фінансові та організаційні інструменти, що забезпечують ефективну імплементацію інновацій та створюють умови для справедливого і збалансованого розвитку світової енергетики.

У системі глобального енергопереходу міжнародні механізми технологічної підтримки відіграють ключову роль, оскільки вони поєднують технічну допомогу, фінансування та координацію дій різних країн і інституцій. Їхня функція полягає у створенні сприятливих умов для поширення інноваційних

рішень, зменшення технологічних бар'єрів та забезпечення доступу до сучасних технологій, особливо для країн, що розвиваються.

Climate Technology Centre & Network (CTCN) забезпечує практичну технічну допомогу та сприяє обміну знаннями між державами, формуючи інституційні платформи для впровадження кліматичних технологій. International Renewable Energy Agency (IRENA) виступає глобальним координатором у сфері відновлюваної енергетики, підтримуючи країни у розробці стратегій та впровадженні інноваційних рішень. Green Climate Fund (GCF) забезпечує фінансову основу для масштабування технологій, надаючи грантові та пільгові ресурси для проєктів, спрямованих на скорочення викидів та адаптацію до змін клімату. Важливу роль відіграють також багатосторонні банки розвитку, які поєднують фінансування з інституційною підтримкою, сприяючи реалізації великих інфраструктурних та технологічних проєктів.

Ефективність цих механізмів оцінюється через низку показників. До них належить кількість схвалених технологічних проєктів, що відображає реальний масштаб впровадження інновацій; обсяг грантових та пільгових ресурсів, який свідчить про рівень фінансової підтримки; частка проєктів із компонентом передачі знань, що демонструє якість інтеграції освітніх та інституційних аспектів; а також тривалість погодження фінансування, яка визначає швидкість та ефективність процедур ухвалення рішень.

Можемо узагальнити, що міжнародні механізми технологічної підтримки формують комплексну інституційну архітектуру, яка поєднує технічні, фінансові та організаційні інструменти. Вони забезпечують не лише доступ до ресурсів, але й створюють умови для системного поширення інновацій, що є критично важливим для успішної реалізації глобального енергетичного переходу.

Національний рівень формування політики та стратегічних рамок у сфері енергопереходу має вирішальне значення, адже саме тут відбувається конкретизація глобальних зобов'язань у вигляді практичних інструментів та регуляторних механізмів. Стратегії декарбонізації визначають довгострокові орієнтири розвитку енергетики, спрямовані на поступове скорочення викидів парникових газів та інтеграцію відновлюваних джерел енергії у національний

енергобаланс. Вони тісно пов'язані з національними енергетичними планами, які деталізують структуру виробництва та споживання енергії, окреслюють пріоритети інвестицій та визначають інституційні механізми реалізації.

Індустріальна політика у цьому контексті виступає важливим інструментом підтримки технологічної модернізації, стимулюючи розвиток нових виробничих кластерів, орієнтованих на «зелені» технології, та забезпечуючи умови для інтеграції інновацій у промисловість. Регуляторні та податкові стимули створюють сприятливе інституційне середовище, яке мотивує бізнес до інвестування у відновлювану енергетику, енергоефективні рішення та низьковуглецеві технології.

Ефективність національної політики оцінюється через низку показників, що відображають якість інституційного середовища та рівень його відповідності міжнародним стандартам. Індекс якості регуляторного середовища демонструє ступінь прозорості та передбачуваності державної політики. Рівень гармонізації з нормами ЄС, виражений у відсотках імплементації, свідчить про інтеграцію країни у європейський енергетичний простір. Частка відновлюваних джерел енергії в енергобалансі є ключовим показником реальної трансформації енергетичної системи. Позиція у Global Innovation Index відображає загальний рівень інноваційної спроможності країни та її здатність до технологічного оновлення.

Таким чином, національна політика та стратегічна рамка створюють основу для формування сприятливого інституційного середовища, яке забезпечує ефективну імплементацію інноваційних рішень, сприяє розвитку відновлюваної енергетики та формує конкурентоспроможну економіку у глобальному вимірі. Це середовище є ключовим чинником успішної інтеграції країни у міжнародні процеси енергетичного переходу та визначає її позиції у світовій архітектурі чистої енергії.

Фінансово-економічний блок у системі енергопереходу виконує ключову функцію мінімізації ризиків та забезпечення окупності інвестицій у чисті технології. Він формує набір інструментів, які дозволяють збалансувати інтереси держави, приватного бізнесу та міжнародних інституцій, створюючи умови для

масштабного залучення капіталу у сферу відновлюваної енергетики та низьковуглецевих рішень.

Зелені облігації стали одним із найважливіших механізмів мобілізації фінансових ресурсів, оскільки вони спрямовуються виключно на фінансування екологічно сталих проєктів. Контракти на різницю (CfD) забезпечують інвесторам прогнозованість доходів, компенсуючи коливання ринкових цін на електроенергію та тим самим знижуючи ризики для проєктів у сфері ВДЕ. Державні субсидії виступають додатковим стимулом для бізнесу, дозволяючи компенсувати високі початкові витрати на впровадження інноваційних технологій. Механізми *blended finance* поєднують державні та приватні ресурси, створюючи синергію між різними джерелами фінансування та забезпечуючи доступ до капіталу для проєктів, які інакше залишалися б поза увагою інвесторів. Гарантійні інструменти, у свою чергу, зменшують ризики кредиторів та інвесторів, підвищуючи довіру до нових технологічних рішень і сприяючи їхньому масштабуванню.

Ефективність фінансово-економічного блоку оцінюється через низку показників, які відображають як обсяг залучених ресурсів, так і якість інвестиційного середовища. До них належить загальний обсяг інвестицій у *clean-tech*, що свідчить про масштабність фінансової підтримки; середньозважена вартість капіталу (WACC) для проєктів у сфері відновлюваної енергетики, яка демонструє рівень доступності фінансування; частка приватного капіталу у загальній структурі фінансування, що відображає ступінь залучення бізнесу; а також рівень інвестиційного ризику, виражений через *risk premium*, який визначає привабливість ринку для інвесторів.

Отже, фінансово-економічний блок є системним елементом архітектури енергопереходу, що забезпечує баланс між економічною доцільністю та екологічною ефективністю. Він створює умови для довгострокової окупності інвестицій, стимулює розвиток інноваційних технологій та формує фінансову основу для сталого енергетичного майбутнього.

Вибір та реалізація форми трансферу технологій у процесі енергопереходу визначають ефективність поширення знань, обладнання та управлінських рішень

між країнами, підприємствами та науковими інституціями. Цей процес має багатовимірний характер і охоплює як правові, так і економічні аспекти, що забезпечують баланс між інтересами власників технологій та їхніх користувачів. Ліцензування виступає традиційним інструментом, який дозволяє формалізувати передачу технологій через договірні відносини, забезпечуючи правовий захист інтелектуальної власності та водночас відкриваючи доступ до інноваційних рішень. Спільні підприємства (joint ventures) створюють можливості для інтеграції локальних і міжнародних ресурсів, сприяючи адаптації технологій до специфіки національних ринків та формуванню нових виробничих кластерів.

Прямі іноземні інвестиції у відновлювану енергетику забезпечують масштабне фінансування та пришвидшують впровадження сучасних технологій, водночас підвищуючи рівень інтеграції країни у глобальні економічні процеси. Технологічні альянси та R&D-консорціуми формують інституційні платформи для спільних досліджень і розробок, що дозволяє зменшити витрати на інновації та прискорити їхнє поширення. Вони також сприяють формуванню довгострокових партнерств, які забезпечують не лише передачу обладнання, але й розвиток управлінських компетенцій та створення нових бізнес-моделей.

Ефективність вибору та реалізації форм трансферу оцінюється через кількісні та якісні показники. До них належить кількість укладених ліцензійних угод, що свідчить про інтенсивність використання правових механізмів; обсяг прямих іноземних інвестицій у сектор відновлюваної енергетики, який демонструє рівень фінансової підтримки; кількість створених спільних підприємств, що відображає масштаби інституційної інтеграції; а також частка технологій із локальним компонентом, яка визначає ступінь адаптації інновацій до національних умов.

Відповідно, вибір та реалізація форми трансферу технологій є стратегічним процесом, що поєднує правові, фінансові та організаційні інструменти. Вони забезпечують не лише доступ до інновацій, але й створюють умови для їхньої ефективної інтеграції у національну економіку, сприяючи формуванню нової моделі енергетичного розвитку, орієнтованої на сталість та міжнародну співпрацю.

Локалізація та адаптація технологій у процесі енергопереходу є ключовим етапом, що забезпечує інтеграцію інноваційних рішень у національну економіку та виробничу структуру. Вона передбачає не лише технічне впровадження обладнання, але й глибоку трансформацію інституційних та організаційних механізмів, які дозволяють технологіям ефективно функціонувати у специфічних умовах країни. Інтеграція у виробничу структуру означає включення нових технологій у вже існуючі виробничі процеси, що потребує модернізації підприємств та створення умов для формування ланцюгів доданої вартості. Це дозволяє не лише забезпечити ефективність виробництва, але й підвищити конкурентоспроможність національної економіки у глобальному вимірі.

Важливим елементом локалізації є підготовка кадрів, адже без належного рівня професійної компетентності неможливо забезпечити якісне впровадження та обслуговування нових технологій. Освітні програми, професійна перепідготовка та розвиток інноваційних компетенцій стають необхідною умовою для формування кадрового потенціалу, здатного працювати з сучасними технологічними рішеннями. Технологічна модернізація підприємств у цьому контексті виступає не лише як технічне оновлення обладнання, але й як стратегічна трансформація управлінських практик, що дозволяє інтегрувати інновації у виробничі процеси та забезпечити їхню довгострокову ефективність.

Ефективність локалізації та адаптації технологій оцінюється через низку показників, які відображають як рівень інтеграції інновацій у національну економіку, так і їхній вплив на соціально-економічний розвиток. До таких показників належить рівень локалізації виробництва, що демонструє частку технологій, адаптованих до внутрішніх умов; продуктивність праці у відповідному секторі, яка свідчить про ефективність використання нових рішень; кількість підготовлених фахівців, що відображає кадровий потенціал; а також частка внутрішньої доданої вартості, яка визначає ступінь економічної вигоди від впровадження технологій для національної економіки.

Таким чином, локалізація та адаптація технологій є комплексним процесом, що поєднує технічні, кадрові та управлінські аспекти. Вона забезпечує

не лише ефективного впровадження інновацій, але й створює умови для формування стійкої моделі економічного розвитку, яка враховує національну специфіку та водночас інтегрується у глобальні процеси енергетичної трансформації.

Інноваційно-екосистемний блок у структурі енергопереходу виконує функцію масштабування технологічних рішень та підвищення конкурентоспроможності національних економік у глобальному вимірі. Він охоплює комплекс інституційних і фінансових інструментів, що забезпечують розвиток нових бізнес-моделей, прискорене впровадження інновацій та формування стійкої інноваційної інфраструктури. Стартап-інкубатори створюють умови для появи та розвитку clean-tech компаній, які пропонують гнучкі та технологічно прогресивні рішення у сфері відновлюваної енергетики та енергоефективності. Венчурне фінансування забезпечує доступ до капіталу для високоризикових, але перспективних проєктів, стимулюючи появу нових технологій та їхнє масштабування.

Університетсько-бізнесові партнерства формують інституційні платформи для інтеграції наукових досліджень у практику, сприяючи комерціалізації результатів НДДКР та розвитку кадрового потенціалу. Цифровізація енергетичних систем, що включає впровадження smart-grid технологій, штучного інтелекту та аналізу великих даних, забезпечує підвищення ефективності управління енергетичними потоками, оптимізацію виробництва та споживання енергії, а також створює нові можливості для інтеграції відновлюваних джерел у загальну систему.

Ефективність інноваційно-екосистемного блоку оцінюється через кількісні та якісні показники, що відображають рівень розвитку інноваційної інфраструктури та її вплив на енергетичну трансформацію. До них належить кількість clean-tech стартапів, що демонструє динаміку появи нових гравців на ринку; витрати на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи у відсотках до ВВП, які свідчать про масштабність інвестицій у інновації; кількість патентів у сфері енергетики, що визначає рівень технологічної активності; а

також індекс цифровізації енергосистем, який відображає ступінь інтеграції цифрових рішень у національну енергетичну архітектуру.

Отже, інноваційно-екосистемний блок є ключовим елементом інституційної архітектури енергопереходу, що забезпечує не лише розвиток нових технологій, але й створює умови для їхнього масштабування та інтеграції у глобальні ринки. Він формує середовище, у якому інновації стають рушійною силою економічного зростання та підвищення конкурентоспроможності, забезпечуючи стійкість і довгострокову ефективність енергетичної трансформації.

Системні результати енергопереходу відображають комплексний ефект від впровадження технологічних, інституційних та фінансово-економічних механізмів, що формують нову архітектуру розвитку економіки та енергетики. Декарбонізація економіки є базовим результатом, який проявляється у поступовому скороченні викидів CO₂ та зменшенні залежності від викопних джерел енергії. Вона створює передумови для формування низьковуглецевої моделі зростання, що поєднує екологічну сталість із економічною ефективністю.

Енергетична безпека у цьому контексті набуває нового змісту, адже її забезпечення ґрунтується не лише на диверсифікації джерел постачання, але й на розвитку відновлюваних ресурсів, цифровізації енергосистем та підвищенні їхньої стійкості до зовнішніх ризиків. Технологічний суверенітет стає стратегічним результатом, що визначає здатність країни самостійно розробляти, адаптувати та масштабувати інноваційні рішення, зменшуючи залежність від імпорту критичних технологій та формуючи власну інноваційну екосистему.

Інтеграція у глобальні ринки є важливим наслідком енергопереходу, адже вона відкриває доступ до міжнародних фінансових ресурсів, технологічних платформ та інституційних механізмів співробітництва. Це дозволяє країнам не лише адаптуватися до глобальних тенденцій, але й активно формувати нові правила гри у сфері чистої енергетики. Кліматична нейтральність виступає кінцевою метою системних трансформацій, що передбачає узгодження національних траєкторій розвитку з глобальними орієнтирами та досягнення балансу між економічним зростанням і екологічною відповідальністю.

Оцінка системних результатів здійснюється через ключові показники ефективності. Скорочення викидів CO₂ у відсотковому вимірі демонструє реальний прогрес у декарбонізації. Енергоємність ВВП відображає ефективність використання енергетичних ресурсів у виробництві та економічній діяльності. Індекс енергетичної безпеки показує рівень стійкості енергосистеми до зовнішніх і внутрішніх викликів. Рівень кліматичної нейтральності, визначений через trajectory alignment, свідчить про відповідність національної політики глобальним цілям та здатність країни рухатися у напрямку досягнення вуглецевого балансу.

Таким чином, системні результати енергопереходу є багатовимірними та інтегрованими, вони поєднують екологічні, економічні та технологічні аспекти, формуючи нову модель розвитку, що відповідає викликам ХХІ століття та забезпечує довгострокову стійкість глобальної енергетичної архітектури.

Узагальнююча модель удосконалення механізму передачі технологій у процесі енергопереходу вибудовується як послідовна система взаємопов'язаних блоків, кожен з яких виконує специфічну функцію та забезпечує логічний перехід до наступного етапу. В її основі лежить інституційна база, яка формує нормативно-правові та організаційні умови для технологічного співробітництва, створює інститути координації та визначає правила взаємодії між державою, бізнесом і науковими установами. На цьому фундаменті вибудовуються фінансові стимули, що забезпечують залучення капіталу, мінімізацію ризиків та підвищення інвестиційної привабливості проєктів у сфері чистих технологій.

Правове забезпечення виступає наступним елементом моделі, адже воно гарантує захист інтелектуальної власності, прозорість ліцензійних угод та створює умови для справедливого доступу до інновацій. Це дозволяє уникати бар'єрів у трансфері технологій та забезпечує довіру між учасниками процесу. На цій основі формується інноваційна екосистема, яка поєднує стартапи, університетсько-бізнесові партнерства, венчурне фінансування та цифрові рішення. Вона забезпечує масштабування інновацій, прискорює їхнє впровадження та створює нові бізнес-моделі, орієнтовані на глобальну конкурентоспроможність.

Подальший етап моделі передбачає локалізацію та масштабування технологій, що означає їхню адаптацію до національної специфіки, інтеграцію у виробничі структури, формування ланцюгів доданої вартості та розвиток кадрового потенціалу. Це забезпечує стійкість трансформацій та їхню економічну ефективність у довгостроковій перспективі. Завершальним результатом моделі є досягнення кліматичної нейтральності, що виступає інтегральним показником успішності енергопереходу. Вона відображає узгодженість національних стратегій із глобальними цілями, скорочення викидів CO₂, підвищення енергоефективності та формування нової архітектури енергетичної безпеки.

Таким чином, узагальнююча модель удосконалення механізму передачі технологій є цілісною системою, де кожен елемент виконує свою функцію, але водночас інтегрується у загальну логіку енергетичної трансформації. Вона демонструє, що лише комплексний підхід, який поєднує інституційні, фінансові, правові, інноваційні та локалізаційні механізми, здатний забезпечити досягнення стратегічної мети – кліматичної нейтральності та стійкого розвитку у глобальному вимірі.

Методологічна основа запропонованого механізму спирається на системний підхід, який розглядає передачу технологій як багаторівневий і послідовний процес, що поєднує інституційні, фінансові, правові, інноваційні та виробничо-локалізаційні компоненти. Кожен етап виконує власну функцію, але водночас інтегрується у загальну логіку енергетичної трансформації. Інституційна база виступає фундаментом, що визначає правила співпраці та створює інститути координації. На цьому ґрунті формуються фінансові стимули, які забезпечують залучення капіталу та зменшення інвестиційних ризиків. Правове забезпечення гарантує захист інтелектуальної власності та прозорість угод, тоді як інноваційна екосистема створює умови для масштабування нових рішень і розвитку партнерств. Локалізація та адаптація технологій забезпечують їхню інтеграцію у національну економіку, формування ланцюгів доданої вартості та розвиток кадрового потенціалу. Завершальним результатом є

досягнення кліматичної нейтральності, яка виступає інтегральним показником ефективності всієї системи.

Також запропоновано поєднання інституційного та екосистемного підходів до трансферу технологій. Це дозволяє розглядати його не лише як процес передачі обладнання чи знань, але як комплексну систему, що включає фінансово-економічні стимули, правові механізми, інноваційні платформи та локалізаційні інструменти. Запропонована модель демонструє взаємозв'язок між глобальними нормативними рамками та національними стратегіями, підкреслюючи, що ефективність трансферу технологій визначається не окремими елементами, а їхньою інтегрованою взаємодією. Новизна також полягає у введенні системних результатів як кінцевої мети, що дозволяє оцінювати успішність енергопереходу через конкретні показники – скорочення викидів CO₂, підвищення енергоефективності, зміцнення енергетичної безпеки та досягнення кліматичної нейтральності.

3.3. Поглиблення регіональної інтеграції України для прискорення енергетичних трансформацій

В умовах глобальної енергетичної кризи та зростання ролі відновлюваних джерел енергії інтеграція до європейського енергетичного простору набуває стратегічного значення. Вона не лише відкриває доступ до сучасних технологій та інвестицій, але й формує інституційні передумови для гармонізації регуляторних стандартів, розвитку ринкових механізмів і підвищення ефективності управління енергетичними ресурсами.

Україна, перебуваючи на перетині геополітичних та економічних інтересів, має унікальну можливість використати регіональну інтеграцію як інструмент прискорення енергетичного переходу. Це передбачає не лише технічну синхронізацію з європейськими мережами, але й глибоку інституційну адаптацію, що охоплює правові, фінансові та організаційні аспекти. Водночас інтеграція створює нові виклики: необхідність балансування між національною енергетичною безпекою та вимогами відкритого ринку, між інвестиційною

привабливістю та соціальною справедливістю, між швидкістю трансформацій та їхньою якістю.

Поглиблення регіональної інтеграції України у сфері енергетики слід розглядати як системний чинник прискорення структурної трансформації національного енергетичного сектору. Цей процес охоплює ключові напрями сучасної енергетичної політики – декарбонізацію, цифровізацію, диверсифікацію джерел енергії та інтеграцію ринків. У контексті набуття Україною статусу кандидата на вступ до Європейського Союзу та поступової імплементації *acquis* ЄС, енергетична інтеграція постає не лише інструментом економічної модернізації, але й механізмом посилення національної безпеки.

Інституційною платформою зближення виступає участь України в Енергетичному Співтоваристві, що передбачає гармонізацію законодавства з нормами внутрішнього енергетичного ринку ЄС. Важливим етапом цього процесу є синхронізація Об'єднаної енергетичної системи України з континентальною мережею ENTSO-E, яка забезпечує технічну та ринкову інтеграцію. Зазначені кроки формують основу для переходу від автономної моделі функціонування енергосистеми до інтегрованої регіональної моделі, що відповідає сучасним викликам і стандартам європейського енергетичного простору.

Поглиблення регіональної інтеграції України у сфері енергетики є стратегічним чинником прискорення структурної трансформації національного енергетичного сектору. Цей процес охоплює ключові напрями сучасної енергетичної політики – декарбонізацію, цифровізацію, диверсифікацію джерел енергії та інтеграцію ринків, рис. 3.4. У контексті набуття статусу кандидата на вступ до Європейського Союзу та імплементації *acquis* ЄС інтеграція постає не лише як інструмент економічної модернізації, але й як механізм посилення національної безпеки та стійкості енергетичної системи.

Інституційною основою цього процесу є участь України в Енергетичному Співтоваристві, що передбачає гармонізацію законодавства з нормами внутрішнього енергетичного ринку ЄС.

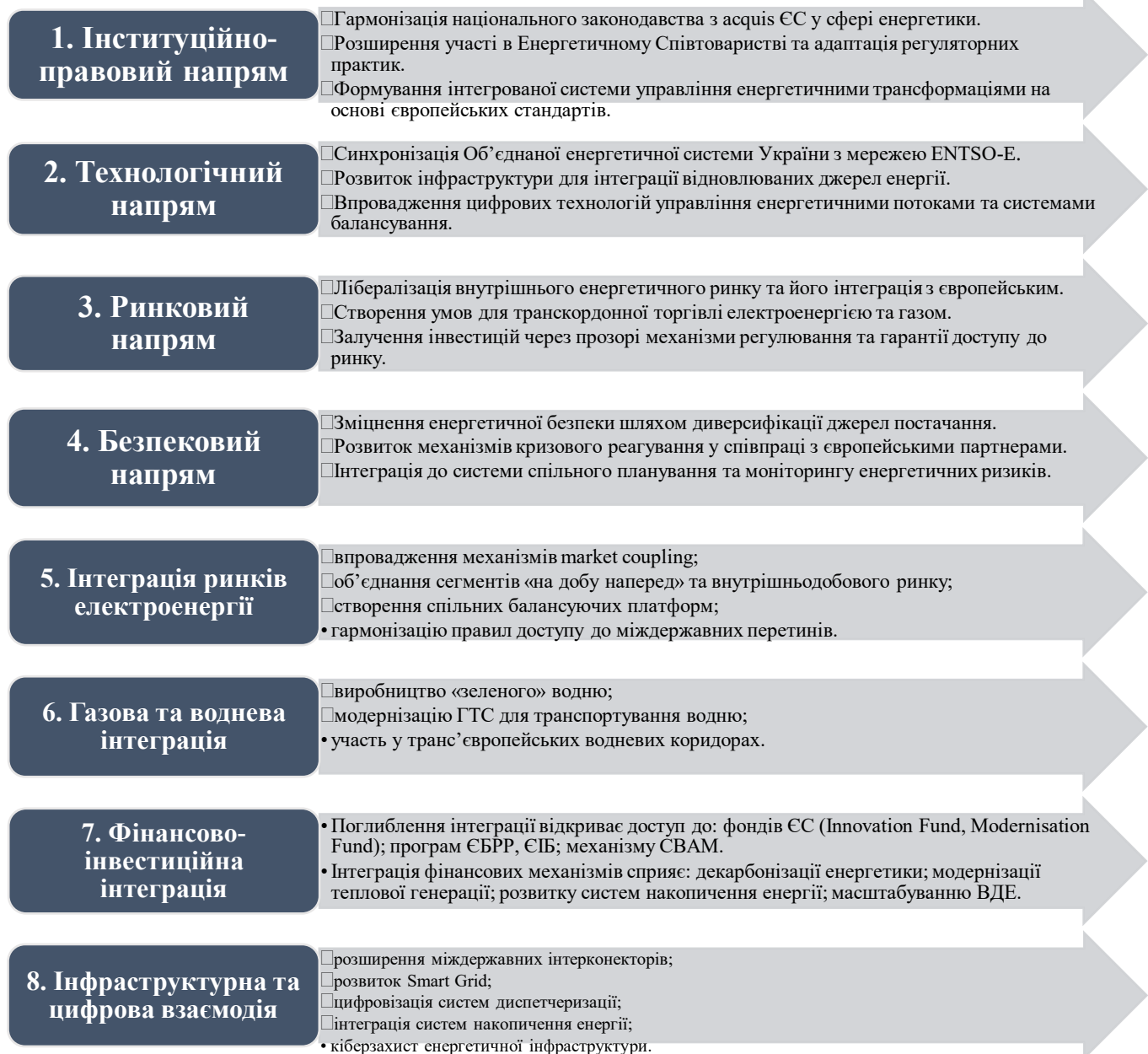


Рис. 3.4. Структурні напрями поглиблення інтеграції України у сфері енергетики

Джерело: складено автором

Важливим етапом інтеграції виступає синхронізація Об'єднаної енергетичної системи України з континентальною мережею ENTSO-E, яка забезпечує технічну та ринкову сумісність. Це створює передумови для переходу від автономної моделі функціонування енергосистеми до інтегрованої регіональної моделі, що відповідає сучасним викликам глобальної енергетичної трансформації.

Інституційно-правовий вимір поглиблення регіональної інтеграції України у сфері енергетики передбачає комплексну адаптацію національної нормативно-

правової бази до вимог *acquis* ЄС. Гармонізація законодавства у цьому напрямі створює підґрунтя для формування прозорих і конкурентних ринкових відносин, що відповідають європейським стандартам. Важливим елементом є розширення участі України в Енергетичному Співтоваристві, яке виступає інституційною платформою для зближення та забезпечує інтеграцію регуляторних практик у внутрішній енергетичний простір ЄС. У цьому контексті особливого значення набуває формування інтегрованої системи управління енергетичними трансформаціями, що ґрунтується на європейських принципах прозорості, ефективності та стійкості. Такий підхід дозволяє не лише забезпечити відповідність європейським нормам, але й створює умови для підвищення інвестиційної привабливості та зміцнення інституційної спроможності України у процесі енергетичної модернізації.

Технологічний напрям поглиблення регіональної інтеграції України у сфері енергетики передбачає комплекс заходів, спрямованих на забезпечення технічної та інфраструктурної сумісності з європейським енергетичним простором. Центральним елементом цього процесу є синхронізація Об'єднаної енергетичної системи України з мережею ENTSO-E, що відкриває можливості для транскордонної торгівлі електроенергією та підвищує надійність функціонування енергосистеми. Водночас важливим завданням стає розвиток інфраструктури, здатної інтегрувати відновлювані джерела енергії, забезпечуючи їх ефективне включення до загального балансу та сприяючи реалізації політики декарбонізації. Додатковим виміром технологічної інтеграції є впровадження цифрових технологій управління енергетичними потоками та системами балансування, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів, підвищити гнучкість енергетичної системи та забезпечити її стійкість до зовнішніх викликів. У сукупності ці процеси формують технологічну основу для переходу України від автономної моделі функціонування енергетики до інтегрованої регіональної моделі, яка відповідає сучасним стандартам Європейського Союзу.

Ринковий напрям поглиблення регіональної інтеграції України у сфері енергетики передбачає поступову лібералізацію внутрішнього ринку та його

органічне включення до європейського енергетичного простору. Такий процес забезпечує формування конкурентного середовища, що відповідає принципам прозорості та відкритості, закріпленим у регуляторних практиках ЄС. Важливим аспектом є створення умов для транскордонної торгівлі електроенергією та газом, що сприяє підвищенню гнучкості енергетичної системи та розширює можливості для диверсифікації джерел постачання. У цьому контексті особливого значення набуває залучення інвестицій, яке стає можливим завдяки впровадженню прозорих механізмів регулювання та гарантіям рівного доступу до ринку. Ринкова інтеграція таким чином виступає не лише економічним інструментом модернізації, але й стратегічним чинником зміцнення енергетичної безпеки та підвищення стійкості України в умовах глобальних трансформацій.

Безпековий напрям поглиблення регіональної інтеграції України у сфері енергетики має ключове значення для забезпечення стійкості та надійності функціонування енергетичної системи в умовах сучасних викликів. Його сутність полягає у зміцненні енергетичної безпеки шляхом диверсифікації джерел постачання, що дозволяє зменшити залежність від окремих ринків і створює передумови для формування більш збалансованої структури енергетичних ресурсів. Важливим елементом цього напрямку є розвиток механізмів кризового реагування у тісній співпраці з європейськими партнерами, що забезпечує оперативність та ефективність дій у випадку надзвичайних ситуацій. Додатково інтеграція України до системи спільного планування та моніторингу енергетичних ризиків сприяє підвищенню рівня прогнозованості та координації, дозволяючи своєчасно виявляти потенційні загрози та мінімізувати їхній вплив. У сукупності ці процеси формують безпекову основу енергетичної інтеграції, яка не лише гарантує стабільність внутрішнього ринку, але й зміцнює позиції України як надійного партнера в європейському енергетичному просторі.

Інтеграція ринків електроенергії у межах регіональної співпраці України з Європейським Союзом передбачає впровадження сучасних механізмів ринкової взаємодії, зокрема *market coupling*, що забезпечує ефективне узгодження цінових сигналів та оптимізацію транскордонних потоків. Важливим етапом цього

процесу є об'єднання сегментів ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку, що сприяє формуванню єдиного конкурентного середовища та підвищує гнучкість системи. Додатково створення спільних балансуючих платформ дозволяє забезпечити стабільність енергопостачання та інтеграцію значних обсягів відновлюваної енергії, яка потребує оперативного балансування. Гармонізація правил доступу до міждержавних перетинів виступає ключовим інституційним інструментом, що гарантує прозорість і недискримінаційність у використанні транскордонних потужностей. У результаті реалізації цих заходів ринок електроенергії набуває більшої ліквідності, знижується рівень цінової волатильності та створюються умови для масштабного залучення відновлюваних джерел енергії, що відповідає стратегічним пріоритетам європейської енергетичної інтеграції та політики декарбонізації.

Газова та воднева інтеграція України у європейський енергетичний простір має стратегічне значення, оскільки країна володіє потужною газотранспортною системою та найбільшими в Європі підземними газосховищами. Ці ресурси створюють передумови для формування регіонального газового хабу Центрально-Східної Європи, здатного забезпечити диверсифікацію постачання та підвищити стійкість енергетичних ринків. У межах реалізації політики European Green Deal особливого значення набуває розвиток водневої кооперації, що відкриває нові перспективи для енергетичної трансформації. Йдеться про виробництво «зеленого» водню на основі відновлюваних джерел енергії, модернізацію газотранспортної системи з метою її адаптації до транспортування водню, а також участь у створенні транс'європейських водневих коридорів. У сукупності ці процеси формують інституційно-технологічну основу для інтеграції України до нової архітектури європейської енергетики, де газові та водневі проєкти виступають не лише елементами енергетичної безпеки, але й каталізаторами переходу до низьковуглецевої економіки.

Фінансово-інвестиційна інтеграція України до європейського енергетичного простору відкриває доступ до багаторівневих механізмів підтримки, що формують основу для прискорення енергетичних трансформацій. Використання фондів Європейського Союзу, зокрема Innovation Fund та

Modernisation Fund, а також програм Європейського банку реконструкції та розвитку й Європейського інвестиційного банку, створює можливості для залучення довгострокових інвестицій у модернізацію енергетичної інфраструктури. Додатковим інструментом виступає механізм СВМ, який стимулює декарбонізацію виробництва та сприяє адаптації українських підприємств до нових кліматичних вимог європейського ринку.

Інтеграція фінансових механізмів у цьому контексті забезпечує реалізацію стратегічних завдань: прискорення процесів декарбонізації енергетики, модернізацію теплової генерації, розвиток систем накопичення енергії та масштабування відновлюваних джерел. Вона формує інституційно-економічну основу для переходу до низьковуглецевої моделі розвитку, підвищує інвестиційну привабливість України та зміцнює її позиції як активного учасника європейської енергетичної інтеграції. У результаті фінансово-інвестиційна інтеграція стає не лише джерелом ресурсів, але й каталізатором системних змін, що визначають траєкторію енергетичної модернізації країни.

Інфраструктурна та цифрова взаємодія у процесі регіональної інтеграції України в енергетичній сфері має визначальне значення для формування стійкої та сучасної архітектури енергетичної системи. Розширення міждержавних інтерконекторів створює умови для посилення транскордонних потоків електроенергії та забезпечує більш ефективне використання виробничих потужностей. Розвиток технологій Smart Grid сприяє підвищенню гнучкості та адаптивності енергетичних мереж, дозволяючи інтегрувати значні обсяги відновлюваних джерел енергії. Цифровізація систем диспетчеризації забезпечує оперативність управління енергетичними потоками та підвищує точність балансування, що є критично важливим у контексті зростання частки нестабільної генерації. Водночас інтеграція систем накопичення енергії формує додатковий резерв для стабілізації роботи енергосистеми та оптимізації її функціонування. Особливу роль відіграє кіберзахист енергетичної інфраструктури, який стає ключовим елементом гарантування безпеки та надійності в умовах зростання цифрових ризиків. У сукупності ці процеси визначають інфраструктурну інтеграцію як необхідну передумову створення

регіональної системи енергетичної стійкості, що відповідає сучасним викликам та стратегічним пріоритетам європейського розвитку.

Усі зазначені напрями формують багатовимірну модель регіональної інтеграції України у сфері енергетики, що засвідчує системний характер трансформацій, що охоплюють ключові інституційні, технологічні, ринкові, безпекові та інфраструктурні компоненти. Взаємодія між цими напрямками створює синергетичний ефект, який забезпечує не лише технічну та нормативну сумісність з європейським енергетичним простором, але й відкриває доступ до фінансових ресурсів, інноваційних рішень та стратегічних партнерств. Така модель дозволяє Україні перейти до інтегрованої, стійкої та низьковуглецевої енергетичної системи, здатної ефективно реагувати на зовнішні виклики, підтримувати внутрішню стабільність та сприяти реалізації довгострокових цілей сталого розвитку. У цьому контексті регіональна інтеграція постає не як окремий процес, а як комплексна рамка модернізації, що визначає нову траєкторію енергетичної політики держави.

Структурні напрями поглиблення інтеграції України у сфері енергетики формують багатовимірну систему трансформацій, що охоплює правові, технологічні, економічні та безпекові складові. Їх реалізація забезпечує поступовий перехід від автономної моделі функціонування енергетичної системи до інтегрованої регіональної моделі, яка відповідає сучасним викликам глобальної енергетичної політики та стратегічним пріоритетам європейського розвитку. Така архітектура інтеграції створює умови для гармонізації законодавства, модернізації інфраструктури, формування конкурентного ринкового середовища та зміцнення енергетичної безпеки. У результаті Україна отримує можливість не лише прискорити власні енергетичні трансформації, але й утвердитися як активний учасник європейського енергетичного простору, здатний забезпечувати стабільність і стійкість регіональної енергетичної системи.

Особливу увагу при поглибленні регіональної інтеграції України для прискорення енергетичних трансформацій слід звернути увагу на геоекономічний та безпековий вимір регіональної інтеграції України у сфері

енергетики. Він має стратегічне значення, оскільки він безпосередньо впливає на стійкість держави в умовах сучасних викликів. Зменшення залежності від російських енергоресурсів формує нову конфігурацію енергетичної політики, що орієнтується на диверсифікацію джерел постачання та інтеграцію до європейських ринків. Поглиблення співпраці з партнерами ЄС підвищує здатність української енергосистеми протистояти воєнним ризикам, забезпечуючи її стабільність навіть у кризових умовах.

У цьому контексті інтеграція виступає не лише як технічний чи економічний процес, але й як інструмент формування нової архітектури енергетичного простору Східної Європи, де Україна посідає ключову позицію. Включення до європейських ланцюгів створення вартості у сфері чистої енергії відкриває перспективи для розвитку інноваційних технологій, залучення інвестицій та посилення ролі країни як регіонального центру енергетичних трансформацій. Таким чином, геоекономічний та безпековий вимір інтеграції забезпечує не лише енергетичну незалежність, але й стратегічне укріплення позицій України у європейському та глобальному енергетичному просторі, табл.3.4 .

Таблиця 3.4.

**Геоекономічний та безпековий вимір регіональної інтеграції України
у сфері енергетики**

Аспект	Змістовна характеристика	Практичне значення для України	Очікуваний стратегічний ефект
1	2	3	4
Енергетична незалежність	Диверсифікація джерел постачання, інтеграція до внутрішнього ринку Європейський Союз, синхронізація з ENTSO-E	Зменшення залежності від імпорту з РФ, доступ до альтернативних ринків та механізмів балансування	Підвищення енергетичного суверенітету та зниження політичних ризиків
Стійкість до воєнних ризиків	Децентралізація генерації, інтеграція резервних потужностей, спільне балансування з країнами ЄС	Можливість оперативного імпорту/експорту електроенергії в кризових умовах, координація аварійного реагування	Підвищення надійності функціонування енергосистеми в умовах воєнних загроз

1	2	3	4
Архітектура регіонального енергетичного простору	Формування інтегрованої мережевої структури Центрально-Східної Європи, розвиток інтерконекторів та спільних ринкових механізмів	Інституційне включення України до європейського енергетичного простору	Перехід від периферійного до системоутворюючого учасника регіонального ринку
Ланцюги створення вартості	Інтеграція до європейських виробничих і технологічних ланцюгів у сфері ВДЕ, водневої енергетики, накопичувачів енергії	Локалізація виробництва обладнання, участь у транс'європейських проєктах, розвиток експорту «зеленої» енергії	Формування нових експортних ніш і підвищення технологічної конкурентоспроможності
Декарбонізація та кліматична інтеграція	Узгодження з нормами European Green Deal та адаптація до механізму СВМ	Гармонізація вуглецевого регулювання, доступ до «зеленого» фінансування	Збереження конкурентних позицій українського експорту
Інвестиційна інтеграція	Доступ до фінансових інструментів ЄС та міжнародних банків	Модернізація інфраструктури та розвиток інновацій	Прискорення структурної трансформації енергосектору

Джерело: складено автором

Геоекономічний та безпековий вимір регіональної інтеграції України у сфері енергетики становить стратегічну основу для переосмислення ролі держави в регіональному енергетичному просторі. Геоекономічна складова передбачає трансформацію України з транзитної держави на активного учасника внутрішнього ринку ЄС, що відкриває доступ до нових ланцюгів створення вартості у сфері чистої енергії, сприяє розвитку інноваційних технологій та зміцнює економічну позицію країни в межах європейського енергетичного простору.

Безпековий вимір інтеграції полягає у формуванні взаємозалежної мережевої архітектури, яка підвищує стійкість енергосистеми до воєнних, економічних і технологічних ризиків. Така архітектура передбачає не лише технічну взаємодію, але й політичну та інституційну координацію з партнерами ЄС, що дозволяє оперативно реагувати на кризові ситуації та забезпечувати безперервність енергопостачання.

Узгоджене функціонування геоекономічного та безпекового виміру забезпечує зменшення залежності від традиційних постачальників, формує нову архітектуру енергетичного простору Східної Європи та відкриває перспективи для глибшої інтеграції України до європейських енергетичних процесів. Водночас реалізація цього підходу потребує значних інвестицій, технологічної адаптації та ефективного управління ризиками. У результаті регіональна інтеграція постає не лише як інструмент енергетичної модернізації, але й як важливий чинник геополітичного укріплення позицій України в умовах трансформації європейської енергетичної архітектури.

У межах інституційного виміру поглиблення регіональної інтеграції України у сфері енергетики ключовим завданням є завершення імплементації Третього та Четвертого енергетичних пакетів Європейського Союзу. Це передбачає повну гармонізацію національного законодавства з європейськими нормами, зокрема у сфері ринкової конкуренції, доступу до інфраструктури, захисту прав споживачів та забезпечення прозорості регуляторної політики. Така імплементація є не лише формальним етапом євроінтеграції, але й інструментом створення ефективного, відкритого та конкурентного енергетичного ринку.

Другим важливим напрямом є посилення незалежності національного регулятора, що передбачає інституційну та фінансову автономію, захист від політичного впливу та забезпечення професійної спроможності до прийняття рішень відповідно до європейських стандартів. Незалежний регулятор виступає гарантом стабільності ринку, справедливого ціноутворення та рівного доступу до інфраструктури, що є критично важливим для залучення інвестицій та розвитку конкуренції.

Третім інституційним кроком має стати створення спільних координаційних платформ з операторами систем передачі країн ЄС. Такі платформи дозволяють забезпечити узгоджене планування, обмін технічними даними, спільне реагування на кризові ситуації та координацію інвестиційних проєктів. Вони формують основу для інтеграції енергетичних систем, підвищують ефективність транскордонної взаємодії та сприяють формуванню єдиного енергетичного простору.

У сукупності ці інституційні пропозиції створюють передумови для системної модернізації енергетичного сектору України, забезпечують його відповідність європейським стандартам та відкривають нові можливості для глибшої інтеграції до внутрішнього ринку ЄС.

Напрями вдосконалення регіональної інтеграції України у сфері енергетики визначають стратегічну мету – повноцінну інтеграцію до внутрішнього енергетичного ринку Європейського Союзу. Така інтеграція є не лише технічним чи економічним процесом, а комплексною трансформацією, що охоплює інституційні, технологічні, ринкові, фінансові та безпекові аспекти. Вона передбачає гармонізацію законодавства та регуляторних практик із acquis ЄС, модернізацію інфраструктури, розвиток цифрових рішень і формування конкурентного середовища, яке відповідає європейським стандартам.

У цьому контексті інтеграція виступає ключовим інструментом прискорення енергетичних трансформацій, спрямованих на декарбонізацію, масштабування відновлюваних джерел енергії та забезпечення стійкості енергосистеми до зовнішніх ризиків. Вона відкриває доступ до фінансових ресурсів ЄС, сприяє залученню інвестицій та формує нову геоекономічну роль України як активного учасника європейського енергетичного простору.

Стратегічна мета інтеграції, входження України до внутрішнього енергоринку ЄС, визначає не лише траєкторію розвитку енергетичного сектору, але й закладає основу для посилення економічної та політичної стійкості держави в умовах глобальних трансформацій, рис. 3.5.

Інституційна модернізація виступає фундаментальною передумовою регіональної інтеграції України у сфері енергетики, адже саме вона забезпечує відповідність національної системи європейським стандартам та створює умови для довгострокової довіри з боку міжнародних партнерів. Завершення імплементації Третього та Четвертого енергетичних пакетів ЄС означає повну гармонізацію законодавства, імплементацію мережових кодексів, удосконалення процесів анбандлінгу та впровадження принципів конкуренції й прозорості ринку.

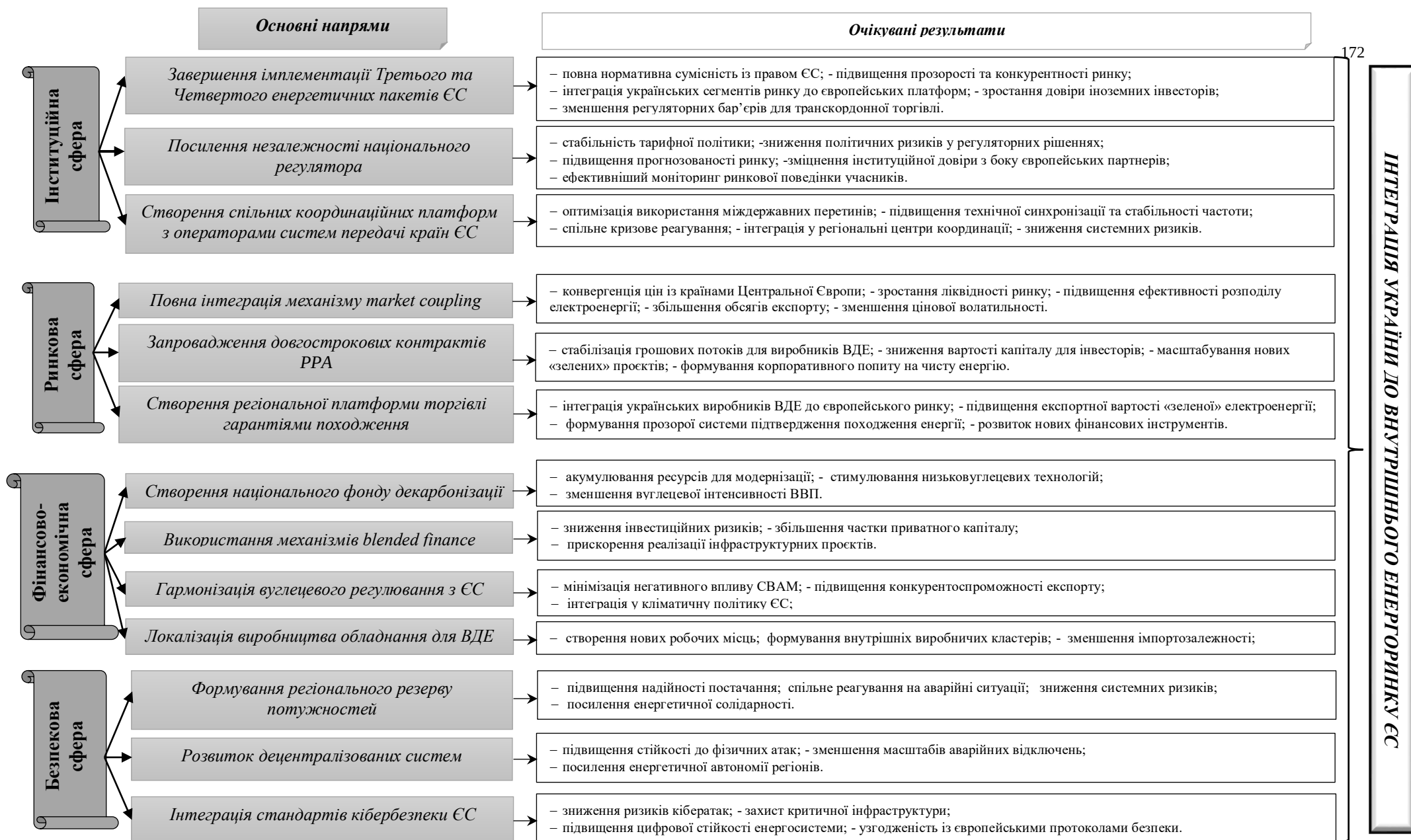


Рис. 3.5. Напрями вдосконалення регіональної інтеграції України у сфері енергетики

Джерело: складено автором

Особливого значення набуває адаптація положень «Clean Energy Package», що стосуються інтеграції відновлюваних джерел енергії, розвитку активного споживача та регіональної координації. Очікуваними результатами цього процесу є нормативна сумісність із правом ЄС, підвищення прозорості та конкурентності ринку, інтеграція українських сегментів до європейських платформ, зростання довіри іноземних інвесторів та зменшення бар'єрів для транскордонної торгівлі. Посилення незалежності національного регулятора, зокрема НКРЕКП, передбачає інституційне зміцнення через фінансову автономію, прозорість процедур призначення, підвищення аналітичної спроможності та гармонізацію регуляторної практики з європейськими стандартами. Це дозволить забезпечити стабільність тарифної політики, знизити політичні ризики у прийнятті рішень, підвищити прогнозованість ринку, зміцнити інституційну довіру з боку європейських партнерів та забезпечити ефективніший моніторинг ринкової поведінки учасників.

Створення спільних координаційних платформ з операторами систем передачі країн ЄС у межах інтеграції до ENTSO-E має на меті забезпечення постійних механізмів координації планування розвитку мереж, управління пропускнуою спроможністю та кризового реагування. Це сприятиме оптимізації використання міждержавних перетинів, підвищенню технічної синхронізації та стабільності частоти, формуванню спільних механізмів кризового реагування, інтеграції у регіональні центри координації та зниженню системних ризиків.

Таким чином, інституційний напрям удосконалення формує нормативно-правову та організаційну основу для глибшої інтеграції України до внутрішнього енергетичного ринку ЄС, забезпечуючи прозорість, стабільність і довіру, що є критично важливими для прискорення енергетичних трансформацій.

Ринкова інтеграція України у сфері енергетики спрямована на формування конкурентного та ліквідного середовища, яке відповідає стандартам внутрішнього ринку ЄС та забезпечує ефективне функціонування енергетичного сектору. Повна інтеграція механізму *market coupling* передбачає об'єднання ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового сегмента з країнами Центральної Європи. Це дозволить оптимізувати процеси ціноутворення,

підвищити ліквідність та забезпечити більш ефективний розподіл електроенергії. Очікуваними результатами є конвергенція цін із країнами Центральної Європи, зростання ліквідності ринку, зменшення цінової волатильності, збільшення обсягів експорту та підвищення ефективності розподілу енергетичних ресурсів.

Запровадження довгострокових контрактів *Power Purchase Agreements (PPA)* відповідно до європейських стандартів створює стабільну основу для інвестицій у відновлювані джерела енергії. Розвиток корпоративних та державних PPA забезпечує прогнозованість грошових потоків для виробників, знижує вартість капіталу для інвесторів та сприяє масштабуванню нових «зелених» проєктів. Очікуваними результатами є стабілізація фінансових потоків, формування корпоративного попиту на чисту енергію та створення сприятливого інвестиційного клімату для розвитку ВДЕ.

Створення регіональної платформи торгівлі гарантіями походження електроенергії дозволить інтегрувати українських виробників відновлюваної енергії до європейського ринку «зеленої» електроенергії та посилити експортний потенціал країни. Така платформа забезпечить прозору систему підтвердження походження енергії, сприятиме підвищенню експортної вартості «зеленої» електроенергії та розвитку нових фінансових інструментів. Очікуваними результатами є інтеграція українських виробників до європейських ринкових механізмів, формування довіри до української «зеленої» генерації та розширення можливостей для міжнародної кооперації.

Інфраструктурна інтеграція є матеріальною основою формування регіонального енергетичного простору та визначає технічну спроможність України до повноцінної участі у внутрішньому ринку ЄС. Розширення пропускної спроможності міждержавних перетинів спрямоване на підвищення можливостей експорту та імпорту електроенергії, що зміцнює гнучкість енергосистеми та створює умови для інтеграції значних обсягів відновлюваних джерел енергії. Очікуваним результатом є зростання можливостей транскордонної торгівлі, посилення взаємозалежності з європейськими партнерами та підвищення регіональної стійкості.

Інвестиції у системи накопичення енергії забезпечують балансування нестабільної генерації з ВДЕ та підвищують надійність енергопостачання. Вони дозволяють зменшити дисбаланси, інтегрувати нестабільні джерела до системи та знизити витрати на балансування. Очікуваним результатом є формування більш стійкої та гнучкої енергосистеми, здатної ефективно реагувати на коливання виробництва та споживання.

Модернізація газотранспортної системи для транспортування водню створює передумови участі України у транс'європейських водневих коридорах, що відповідає стратегічним цілям політики European Green Deal. Це сприятиме диверсифікації експортних потоків, залученню інноваційних технологій та формуванню нових ланцюгів доданої вартості. Очікуваним результатом є інтеграція України до європейської водневої архітектури та посилення її ролі як ключового енергетичного партнера.

Розвиток розподіленої генерації та мікромереж підвищує адаптивність енергосистеми та її стійкість до фізичних пошкоджень. Це дозволяє скоротити втрати у мережах, посилити роль місцевих громад і бізнесу у виробництві та споживанні енергії та сформувати локальну енергетичну автономію. Очікуваним результатом є підвищення стійкості системи до воєнних ризиків, розвиток децентралізованих моделей енергозабезпечення та посилення енергетичної безпеки на місцевому рівні.

Фінансово-економічна сфера інтеграції визначає здатність України забезпечити стійке фінансування енергетичних трансформацій та створити умови для залучення інвестицій. Створення національного фонду декарбонізації має стати ключовим інструментом акумулювання ресурсів для модернізації генерації та стимулювання розвитку низьковуглецевих технологій. Очікуваним результатом є концентрація фінансових потоків на пріоритетних напрямках, стимулювання інноваційних рішень та поступове зменшення вуглецевої інтенсивності валового внутрішнього продукту.

Використання механізмів blended finance передбачає поєднання державних, міжнародних та приватних ресурсів, що дозволяє знизити інвестиційні ризики та забезпечити більш масштабну реалізацію

інфраструктурних проєктів. Очікуваним результатом є зростання частки приватного капіталу в енергетичних трансформаціях, прискорення впровадження нових технологій та формування стійкої моделі фінансування.

Гармонізація вуглецевого регулювання з Європейським Союзом, зокрема адаптація до механізму СВМ, є необхідною умовою для мінімізації втрат українських експортерів та збереження їх конкурентоспроможності. Очікуваним результатом цього процесу є інтеграція України до європейської кліматичної політики, стимулювання декарбонізації промисловості та підвищення довіри до українських виробників на зовнішніх ринках.

Локалізація виробництва обладнання для відновлюваних джерел енергії спрямована на формування внутрішніх виробничих кластерів, що дозволяє зменшити імпортозалежність та створити нові ланцюги доданої вартості. Очікуваним результатом є розвиток технологічного потенціалу країни, створення робочих місць та посилення ролі України як виробничого центру у сфері «зеленої» енергетики.

Безпековий вимір інтеграції України у сфері енергетики має стратегічне значення, оскільки він визначає здатність енергосистеми протистояти воєнним, економічним та технологічним ризикам. Формування регіонального резерву потужностей передбачає створення механізму взаємного резервування з країнами ЄС, що забезпечує підвищення надійності постачання, спільне реагування на аварійні ситуації, зниження системних ризиків та посилення енергетичної солідарності. Очікуваним результатом є формування стійкої архітектури взаємозалежності, яка гарантує стабільність навіть у кризових умовах.

Розвиток децентралізованих енергетичних систем спрямований на мінімізацію наслідків атак на критичну інфраструктуру та підвищення автономності регіонів. Це дозволяє зменшити масштаб аварійних відключень, посилити роль місцевих громад у забезпеченні енергетичної безпеки та створити умови для формування локальних моделей енергозабезпечення. Очікуваним результатом є підвищення стійкості до фізичних атак, зменшення вразливості системи та посилення енергетичної автономії регіонів.

Інтеграція стандартів кібербезпеки ЄС є необхідною умовою для захисту цифрової інфраструктури та зменшення системних ризиків. Вона передбачає узгодження протоколів безпеки, впровадження сучасних технологій моніторингу та реагування на кібератаки, а також формування єдиної системи цифрової стійкості. Очікуваним результатом є зниження ризиків кібератак, захист критичної інфраструктури, підвищення цифрової стійкості енергосистеми та узгодженість із європейськими протоколами безпеки.

Таким чином, безпековий напрям удосконалення забезпечує комплексну стійкість енергетичної системи України, поєднуючи фізичні, цифрові та інституційні механізми захисту, що є ключовою умовою для успішної інтеграції до внутрішнього енергетичного ринку ЄС.

Комплексна реалізація усіх напрямів удосконалення регіональної інтеграції України у сфері енергетики забезпечує досягнення системного ефекту, який виходить за межі окремих інституційних, ринкових, інфраструктурних чи безпекових заходів. Структурна інтеграція України до енергетичного простору Європейського Союзу означає не лише формальне узгодження законодавства та технічних стандартів, але й фактичне включення країни до єдиного ринкового та регуляторного середовища, що гарантує прозорість, стабільність і довіру з боку міжнародних партнерів. Очікуваним результатом є формування спільної архітектури енергетичного простору, у якій Україна виступає рівноправним учасником внутрішнього ринку ЄС.

Прискорення процесів декарбонізації стає можливим завдяки поєднанню інституційних реформ, фінансових механізмів та технологічних інновацій. Це забезпечує поступове зниження вуглецевої інтенсивності економіки, масштабування відновлюваних джерел енергії та інтеграцію України до європейської кліматичної політики. Очікуваним результатом є перехід до низьковуглецевої моделі розвитку, яка відповідає стратегічним цілям European Green Deal.

Формування стійкої до воєнних ризиків енергосистеми досягається завдяки розвитку децентралізованих моделей генерації, створенню регіональних резервів потужностей та інтеграції стандартів кібербезпеки ЄС. Це дозволяє

мінімізувати наслідки атак на критичну інфраструктуру, забезпечити безперервність постачання та підвищити здатність системи до кризового реагування. Очікуваним результатом є комплексна стійкість енергетичної системи, яка гарантує її стабільність навіть у надзвичайних умовах.

Підвищення інвестиційної привабливості забезпечується завдяки створенню прозорого регуляторного середовища, запровадженню механізмів *blended finance*, розвитку довгострокових контрактів РРА та формуванню національного фонду декарбонізації. Це відкриває доступ до міжнародних фінансових ресурсів, стимулює залучення приватного капіталу та формує довгострокову прогнозованість для інвесторів. Очікуваним результатом є масштабування інноваційних проєктів, модернізація генерації та розвиток нових виробничих кластерів у сфері чистої енергетики.

Трансформація України у регіональний енергетичний хаб є кінцевим стратегічним результатом інтеграційних процесів. Вона передбачає використання географічних та інфраструктурних переваг країни для забезпечення транзиту, виробництва та експорту енергетичних ресурсів, включаючи «зелену» електроенергію та водень. Очікуваним результатом є закріплення України як ключового учасника енергетичних трансформацій у Східній Європі, що посилює її геоекономічну роль та стратегічне значення в межах європейського енергетичного простору.

Таким чином, регіональна інтеграція України в енергетичній сфері має комплексний характер: вона поєднує інституційні, технологічні, економічні та безпекові виміри, формуючи цілісну архітектуру трансформацій. Її реалізація відкриває можливості для прискорення переходу до низьковуглецевої економіки, підвищення інвестиційної привабливості та зміцнення позицій України в європейському енергетичному просторі.

Комплексний аналіз інституційних, ринкових, інфраструктурних, фінансово-економічних та безпекових напрямів удосконалення регіональної інтеграції України у сфері енергетики дозволяє сформулювати узагальнений стратегічний висновок. Інтеграція України до внутрішнього енергетичного ринку Європейського Союзу постає не лише як технічний чи економічний

процес, а як багатовимірна трансформація, що поєднує нормативно-правові реформи, розвиток інституційної спроможності, модернізацію інфраструктури, формування конкурентного середовища та забезпечення комплексної безпеки.

Узгоджене функціонування запропонованих напрямів забезпечить структурну інтеграцію України до енергетичного простору ЄС, прискорить процеси декарбонізації, сформує стійку до воєнних ризиків енергосистему, підвищить інвестиційну привабливість та трансформує Україну у регіональний енергетичний хаб. Таким чином, регіональна інтеграція у сфері енергетики постає як стратегічний інструмент модернізації, що водночас зміцнює геоекономічні та геополітичні позиції України в умовах глобальних трансформацій.

Висновки до розділу 3

При розробці напрямів удосконалення механізмів міжнародної економічної взаємодії для забезпечення глобального енергетичного переходу було:

1. Запропонована модель нової архітектури глобального ринку чистої енергії у вигляді багаторівневої системи демонструє концептуальну новизну дослідження. Її структурна композиція, що охоплює шість взаємопов'язаних підсистем, дозволяє розглядати глобальний енергетичний простір не як сукупність окремих елементів, а як інтегровану систему з власною логікою розвитку та взаємодії. Новизна полягає у поєднанні інституційних, ринкових, інфраструктурних, фінансово-економічних, безпекових та геоекономічних вимірів у єдиній моделі, яка відображає комплексність і багатовекторність сучасного енергетичного переходу.

2. Технологічні зміни при енергопереході були розглянуті комплексно як ключовий драйвер глобальної трансформації. Вони забезпечують не лише заміщення викопних ресурсів і зниження вуглецевої інтенсивності, але й формують нові економічні механізми, соціальні ролі та інституційні практики. Таким чином, технологічні інновації виступають не допоміжним елементом, а

центральним системоутворюючим чинником, що визначає архітектуру майбутнього глобального ринку чистої енергії.

3. Було виокремлено, як елемент нової архітектури глобального енергетичного переходу, ринкові структури та механізми, що демонструють якісну трансформацію, що виходить за межі традиційної моделі виробників і постачальників. При цьому пропонується здійснювати перехід від класичної централізованої логіки функціонування ринку до багаторівневої та мережевої системи, де ключову роль відіграють цифрові платформи, інтегровані механізми балансування та активна участь споживача як рівноправного учасника ринкових процесів.

Запропонована концепція підкреслює, що сучасний енергетичний ринок перестає бути лише сферою обміну енергетичними ресурсами, а трансформується у комплексну екосистему, яка поєднує технологічні інновації, фінансові інструменти та соціально-економічні зміни. Це створює нову якість ринкових відносин, де взаємодія учасників базується на прозорості, гнучкості та стійкості, що визначає стратегічну новизну архітектури глобального енергетичного простору.

4. При дослідженні складу і характеристики нових ринкових агентів у контексті трансформації глобального енергетичного ринку були встановлено, що відбувається якісно новий етап його розвитку. Поряд із традиційними виробниками та постачальниками з'являються інноваційні учасники – агрегатори, платформи торгівлі гнучкістю, постачальники сховищ енергії, про-споживачі, оператори віртуальних електростанцій та цифрові брокери. Вони змінюють класичну логіку функціонування ринку, перетворюючи його на інтегровану екосистему, де виробництво, споживання, зберігання та управління енергетичними потоками здійснюються у цифровому та децентралізованому форматі.

5. При вивченні механізму адаптації ринку електроенергії до непостійності генерації з відновлюваних джерел енергії, було визначено, що він демонструє якісно новий рівень розвитку енергетичної системи. Встановлено перехід від традиційних інструментів балансування до комплексної моделі, що поєднує

ринки допоміжних послуг, попит-реакцію, гнучкі тарифні моделі, інтеграцію систем накопичення та використання цифрових алгоритмів прогнозування.

Формування багатовимірної архітектури ринку, де гнучкість і цифровізація стають ключовими чинниками стабільності. Це забезпечує не лише технічну стійкість системи, але й створює нові економічні можливості для учасників ринку, закладаючи основу для ефективної інтеграції відновлюваних джерел у глобальний енергетичний простір.

6. Узагальнено систему фінансування та політичного впливу у новій архітектурі глобального ринку чистої енергії, при цьому вони виступають ключовими чинниками, що визначають темпи та масштаби енергетичних трансформацій. Визначено взаємозв'язок фінансових та політичних факторів, встановлено, вони перестають бути зовнішніми умовами і стають внутрішніми системоутворюючими елементами нової архітектури глобального енергетичного ринку, що забезпечує його стійкість, прозорість та стратегічну узгодженість.

7. Запропоновано механізм передачі технологій та інновацій у процесі енергетичного переходу виступає ключовим інструментом формування нової архітектури глобального ринку чистої енергії. Його новизна полягає у тому, що він виходить за межі класичної моделі трансферу знань і технологій, перетворюючись на багаторівневу систему, яка поєднує фінансові, інституційні та цифрові інструменти. Такий підхід забезпечує не лише поширення інноваційних рішень, але й їхню адаптацію до локальних умов, створення нових ланцюгів доданої вартості та інтеграцію у глобальні ринки.

8. Сформовані ключові структурні напрями поглиблення інтеграції України у сфері енергетики відображають новий етап її включення до європейського та глобального енергетичного простору. Їх новизна полягає у комплексному підході, що поєднує інституційні, ринкові, інфраструктурні, фінансово-економічні та безпекові виміри в єдиній системі. Така інтеграція виходить за межі традиційної співпраці й формує стратегічну основу для прискорення декарбонізації, підвищення інвестиційної привабливості та зміцнення енергетичної стійкості.

9. Запропоновані напрями інституційного, ринкового, інфраструктурного, фінансово-економічного та безпекового вдосконалення формують багаторівневу модель регіональної інтеграції України у сфері енергетики. Новизна полягає у переході від фрагментарної адаптації до системної та структурної інтеграції, де кожен напрям виступає взаємопов'язаним елементом єдиної архітектури. Такий підхід дозволяє розглядати інтеграцію не як набір окремих заходів, а як комплексну трансформацію, що забезпечує нормативну сумісність, ринкову ефективність, технічну модернізацію, фінансову стійкість та безпекову надійність.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Узагальнення теоретичних підходів українських і зарубіжних дослідників показало, що енергетичний перехід сформувався як багатовимірна трансформація, що охоплює технологічні, економічні, політичні та соціальні зміни. Він більше не зводиться лише до заміщення викопних ресурсів, а є новою парадигмою розвитку, спрямованою на сталу, низьковуглецеву та інклюзивну енергетику.

2. В роботі було запропоновано авторське трактування визначення енергоперехід, як комплексна зміна всієї енергетики, яка поєднує нові технології, економічні механізми та суспільні практики. Він означає рух від старої моделі, заснованої на викопних ресурсах, до сучасної системи, що базується на відновлюваних джерелах, ефективності та цифрових рішеннях, і водночас змінює правила, інститути та культуру використання енергії.

3. Визначено, що інституційна архітектура глобального енергетичного ринку має багаторівневий характер і включає міжнародні організації, регіональні об'єднання та національних регуляторів. Вона визначає правила функціонування ринку, забезпечує прозорість і узгодженість політик та створює основу для реалізації енергетичного переходу.

4. Досліджено міжнародний досвід енергетичного переходу який показав, що успішність залежить від поєднання технологічних інновацій, фінансових інструментів та політичної підтримки. Кожна країна формує власну траєкторію, але спільним є прагнення до декарбонізації та енергетичної стійкості.

5. Проведений аналіз глобальних трендів розвитку відновлюваної енергетики свідчить про стрімке зростання потужностей ВДЕ, розширення їхньої частки у світовому енергобалансі та появу нових лідерів. Це підтверджує, що відновлювані джерела стають ключовим драйвером глобальної трансформації.

6. Розраховані порівняльні індикатори енергопереходу провідних країн світу дозволили оцінити позиції України у глобальному контексті та визначити напрями для прискорення її інтеграції у світовий енергетичний простір.

7. Систематизація ключових викликів та ризиків інтеграції України дала змогу встановити, що вони полягають у високій залежності від викопних ресурсів, потребі модернізації інфраструктури, фінансових ризиках та інституційних бар'єрах. Водночас Україна має значний потенціал для розвитку ВДЕ та залучення інвестицій.

8. Запропонована нова архітектура глобального ринку чистої енергії як багаторівнева система з шістьма взаємопов'язаними підсистемами – інституційною, ринковою, інфраструктурною, фінансово-економічною, безпековою та геоекономічною. Вона відображає комплексність і багатовекторність сучасного енергетичного переходу.

9. Виокремлені технологічні інновації визначено як центральний чинник глобальної трансформації. Вони формують нові економічні механізми, соціальні ролі та інституційні практики, забезпечуючи перехід до цифрової та децентралізованої моделі ринку.

10. Узагальнені ринкові структури та механізми демонструють перехід від централізованої логіки до багаторівневої мережевої системи, де ключову роль відіграють цифрові платформи, інтегровані механізми балансування та активна участь споживачів.

11. Систематизовані нові ринкові агенти – агрегатори, постачальники сховищ, про-споживачі, оператори віртуальних електростанцій та цифрові брокери – змінюють класичну логіку функціонування ринку, перетворюючи його на інтегровану екосистему.

12. Запропоновано механізм адаптації ринку електроенергії до непостійності генерації ВДЕ визначено як комплексну модель, що поєднує ринки допоміжних послуг, попит-реакцію, гнучкі тарифи, накопичення та цифрові алгоритми прогнозування. Це забезпечує технічну стійкість і нові економічні можливості.

13. Встановлено, що фінансові та політичні фактори перестають бути зовнішніми умовами і стають внутрішніми системоутворюючими елементами нової архітектури глобального ринку чистої енергії. Саме вони визначають темпи та масштаби трансформацій.

14. Запропонований механізм передачі технологій та інновацій розроблено як багаторівневу систему, що поєднує фінансові, інституційні та цифрові інструменти. Він забезпечує поширення інновацій, їхню адаптацію до локальних умов та інтеграцію у глобальні ринки.

15. Розроблені напрями поглиблення інтеграції України у сфері енергетики сформовані як комплексна модель, що поєднує інституційні, ринкові, інфраструктурні, фінансово-економічні та безпекові виміри. Це створює стратегічну основу для прискорення декарбонізації та зміцнення енергетичної стійкості.

16. Побудована багаторівнева модель регіональної інтеграції України забезпечує перехід від фрагментарної адаптації до системної трансформації, де кожен напрям виступає взаємопов'язаним елементом єдиної архітектури. Це гарантує нормативну сумісність, ринкову ефективність, технічну модернізацію, фінансову стійкість та безпекову надійність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атаманчук З., Шутка С.Є. Трансформаційні зміни енергетичної парадигми світогосподарського розвитку в умовах глобалізації. *Економіка і організація управління*. 2026. № 4(1). С. 5–18. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2025.4.1>.
2. Атаманчук З.А., Дідович І.І., Рильський В.В. Драйвери сталого розвитку країн в умовах глобалізації. *Бізнес Інформ*. 2024. № 5. С. 16–25.
3. Атаманчук З.А., Завидовська А.О. Investing in Ukrainian energy: the importance of integration into ENTSO-E. *SWorld Journal*. 2022. № 13, ч. 2. С. 19–27.
4. Бобро Д.Г. Міжнародний досвід розробки та впровадження інноваційних технологій отримання енергії у ядерній та суміжних сферах. *Стратегічна панорама*. 2019. № 3–4. С. 31–37.
5. Бусарєв Д.В. Диверсифікація світового ринку енергоресурсів в умовах глобальної енергетичної кризи : автореф. дис. ... канд. екон. наук. Київ, 2014. 22 с.
6. В IRENA назвали ТОП-10 країн-лідерів у виробництві сонячної енергії. Екополітик : веб-сайт. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/v-irena-nazvali-top-10-krain-lideriv-u-virobnictvi-sonyachnoi-energii> (дата звернення: 05.12.2025).
7. В Україні розробили план дій з розвитку «зеленої» енергетики. Укрінформ : веб-сайт. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3389236-v-ukraini-rozrobili-plan-dij-z-rozvitku-zelenoi-energetiki.html> (ukrinform.ua in Bing) (дата звернення: 31.05.2024).
8. Васильківський Д., Сисюк В. European mechanisms for energy efficiency and prospects for their implementation in Ukraine. *Economy and Society*. 2024. № 66. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-44>.
9. Відновлювані джерела енергії : навч. посіб. / за ред. С.О. Кудрі. 2-ге вид., доп. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. 492 с.

10. Григорецька І.І. Правове регулювання відновлюваної енергетики: європейський та український підходи. *Морська безпека та оборона*. 2023. № 1. С. 9–15. DOI: 10.32782/msd/2023.1.2.
11. Гузар Л. Енергетичний перехід ЄС: економічні наслідки для України. *Матеріали конференцій МЦНД (31.10.2025; Вінниця, Україна)*. С. 45–49. URL: <https://archives.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/1123> (дата звернення: 05.12.2025).
12. Данилишин Б.М., Куценко В.І. Зелена економіка в Україні: перспективи та пріоритети розвитку. *Економіка України*. 2021. № 5. С. 45–62.
13. Домбровська Т. Конвергенція глобальної енергетичної безпеки: принципи і стратегічні пріоритети. *Управління змінами та інновації*. 2023. № 7. С. 96–102. DOI: <https://doi.org/10.32782/СМІ/2023-7-14>.
14. Дяченко О.М. Енергетична політика ЄС та її вплив на Україну. *Журнал європейської інтеграції*. 2020. № 2. С. 12–19.
15. Дячук О., Чепелев М., Подолець Р., Трипольська Г. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року та ін. ; за заг. ред. Ю. Огаренко, О. Алієвої. Київ : ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. 88 с.
16. Дячук О.А., Подолець Р.З., Трипольський О.Р. Енергетичний перехід в Україні: можливості та виклики. Аналітична доповідь. Київ : Інститут економіки та прогнозування НАН України, 2022. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/energetychnyjsektor-ukrayiny1.pdf> (дата звернення: 05.12.2025).
17. Енергетична дипломатія України: аналіз статус-кво та практичні рекомендації. Київ : ГО «Діксі Груп», 2021.
18. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p> (zakon.rada.gov.ua in Bing) (дата звернення: 30.05.2024).

19. Євроінтеграційний портал. Україна приєдналася до об'єднаної енергосистеми континентальної Європи ENTSO-E. URL: <https://euua.kmu.gov.ua/node/4510> (дата звернення: 15.07.2025).

20. Желєзна Т., Драгнєв С., Баштовий А., Пастух А., Крамар В. Переваги «зеленого» енергетичного курсу для громад. 60 с. URL: <https://rea.org.ua/wp-content/uploads/2021/09/eu4uzelenkurs.pdf> (дата звернення: 05.12.2025).

21. Завербний А.С. Економічна політика України в сфері енергетики в умовах євроінтеграції : дис. ... д-ра екон. наук. Львів, 2019. 539 с.

22. Заключний документ Гаазької конференції з Європейської енергетичної хартії. Законодавство України : веб-сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_061#Text (дата звернення: 13.01.2026).

23. Іванова Н.П. Глобальні виклики енергетичного переходу: економічний аспект. *Вісник КНУ ім. Т. Шевченка*. 2021. № 4. С. 88–95.

24. Кабінет Міністрів України. Національний план з енергетики та клімату до 2030 року. Київ : КМУ, 2024. 375 с. URL: <https://me.gov.ua/view/bb0b9ef5-ea96-4b8a-8f2f-471faf32c9df> (me.gov.ua in Bing) (дата звернення: 06.09.2025).

25. Камінська І.В. Міжнародні фінансові механізми підтримки енергетичного переходу. *Економіка України*. 2021. № 7. С. 45–56.

26. Кишакевич Б., Настьошин С. Економічні інструменти стимулювання розвитку відновлюваної енергетики та підвищення енергоефективності в ЄС. *Економічний простір*. 2024. № 190. С. 136–140. DOI: 10.32782/2224-6282/190-26.

27. Кишакевич Б.Ю., Прикарпатський А.К., Твердохліб І.П. Аналіз оптимальних стратегій портфельної конкурентної моделі ринку акцій. *Доповіді Національної академії наук України*. 2009. № 1. С. 40–47.

28. Когут-Ференс О.І., Морозова О.С. Механізм регулювання світового енергетичного ринку. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія Економічна. Серія Юридична*. 2022. Вип. 34. С. 45–52. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7081647>.

29. Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року : схвалено розпорядженням КМУ від 18.01.2020 № 33-р. Київ : Кабінет Міністрів України, 2020.

30. Крамаренко Д. Сонце, вітер і вода. Топ країн із «зеленою» енергетикою та який потенціал України. RBC : веб-сайт. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/sontse-viter-ta-voda-top-krayin-iz-zelenoyu-1721595404.html> (дата звернення: 05.12.2025).

31. Кузьміна М.М. Розвиток відновлюваної енергетики в Україні в умовах воєнного стану. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2024. № 3. С. 606–608. DOI: 10.32782/2524-0374/2024-3/1464.

32. Луців Б., Дзюблюк О., Чайковський Я., Луців П., Чайковський Є. Роль зеленого банкінгу в забезпеченні цілей сталого економічного розвитку. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2024. № 1(54). С. 23–36. DOI: 10.55643/fcaptp.1.54.2024.4250.

33. МАГАТЕ. Міжнародне агентство з атомної енергії. ІАЕА : веб-сайт. URL: <https://www.iaea.org/> (дата звернення: 13.01.2026).

34. Мельник О.Г., Обіюх Н.М. Сучасні тенденції використання відновлюваних джерел енергії у країнах ЄС в умовах переходу до зеленої економіки: правові аспекти проблеми. *Науковий вісник УжНУ. Серія ПРАВО*. 2019. Вип. 55, Т. 2. С. 14–18.

35. Милославський В.В. Організаційно-економічні механізми впровадження відновлюваної енергетики в Україні. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2024. № 9. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13268480>.

36. Михайлишин Л.І., Когут-Ференс О.І. Трансформація світового енергетичного ринку в епоху пандемії COVID-19. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. 2021. Вип. 31. С. 138–145.

37. Молдованов Д.В. Фінансово-правове забезпечення державної політики в сфері альтернативної енергетики : дис. ... д-ра філософії : 081 «Право». Харків : Харківський національний університет внутрішніх справ, 2020.

38. Моргунова Е.С. Політико-правові засади державної енергетичної політики України в контексті європейської інтеграції : монографія / за ред. І.О. Кресіної. Київ : Інститут держави і права ім. В.М. Корецького НАН України ; Норма права, 2024.

39. Німецька енергетична трансформація. Heinrich Böll Stiftung : веб-сайт. URL: <https://ua.boell.org/uk/2013/12/10/nimecka-energetichna-transformaciya-ekologiya-taenergetika> (дата звернення: 05.12.2025).

40. Огаренко Ю.А. Європейська інтеграція енергетичного сектору України: правові та інституційні аспекти. *Право України*. 2023. № 3. С. 112–128.

41. Огляд роботи енергетичного сектору в квітні 2025 р. Центр Разумкова : веб-сайт. URL: <https://razumkov.org.ua/images/2025/05/12/2025-ENERGY-MAY.pdf> (дата звернення: 13.01.2026).

42. Олексів І.Б., Дрібнюк А.М. Аналіз сучасних інструментів інвестування у відновлювану енергетику України. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*. 2023. № 2(9). С. 315–325. DOI: 10.23939/smeu2023.02.3155.

43. Омельченко В.В. Трансформація енергетичної політики України в контексті євроінтеграції. *Стратегічні пріоритети*. 2022. № 2(62). С. 78–95.

44. Онисюк С.В. Механізми міжнародної економічної співпраці для підтримки глобального енергетичного переходу: шляхи вдосконалення. *Вчені записки*. 2024. Вип. 36(3). С. 152–158. DOI: 10.33111/vz_kneu.36.24.03.22.152.158.

45. Основні засади впровадження моделі «зеленої» економіки в Україні : навч. посіб. / Т.П. Галушкіна, Л.А. Мусіна, В.Г. Потапенко та ін. ; за наук. ред. Т.П. Галушкіної. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 154 с.

46. Поплавський О. та ін. Intelligent risk management systems in European energy markets. *Optoelectronic Information-Power Technologies*. 2024. Vol. 47(1). Р. 233–239. DOI: <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2024-47-1-233-239>.

47. Приходько І., Ігнатишин В., Приходько Ю. Особливості розвитку відновлюваної енергетики в Україні та світі. *Економіка та суспільство*. 2024. № 62. DOI: 10.32782/2524-0072/2024-62-472.

48. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року : розпорядження КМУ від 21 квітня 2023 р. № 373-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (дата звернення: 05.12.2025).

49. Про схвалення Енергетичної стратегії України «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» на період до 2035 року : розпорядження КМУ від 18 серпня 2017 р. № 605-р (втратив чинність 21.04.2023). Законодавство України : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#n2> (дата звернення: 29.07.2025).

50. Прокіп А. Перебіг подій в українському енергетичному секторі. UIFuture : веб-сайт. URL: <https://uifuture.org/dajdzhesty/energetychnyy-sektor-lypen-2025/> (дата звернення: 13.01.2026).

51. Пудичева Г.О. Фінансування проектів з відновлюваної енергетики в Україні. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2021. № 4(35). С. 459–465. DOI: 10.18371/fcaptr.v4i35.222480.

52. Ріzza Зботек. 10 країн-лідерів із впровадження відновлюваної енергії. Zbrotek : веб-сайт. URL: <https://zbrotek.com/uk/> (дата звернення: 05.12.2025).

53. Рябцев Г. Енергетичний перехід: глобальні виклики й ризики для України : матеріали круглого столу «Енергетичний перехід: виклики для України» (Київ, 17 грудня 2019 р.). Київ : Національний інститут стратегічних досліджень, 2019.

54. Саква Ю.М. Міжнародна співпраця у сфері декарбонізації економіки. Економіка та прогнозування. 2020. № 1. С. 73–82.

55. Саприкін В. Енергетична безпека України в контексті глобального переходу. *Стратегічні пріоритети*. 2019. № 3. С. 21–30.

56. Семко І.Б., Бедрій Д.І. Ризики та виклики енергетичного переходу в контексті сталого розвитку економіки. *Наукові праці ВНТУ*. 2025. № 4. С. 1–8. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/894/833> (дата звернення: 13.01.2026).

57. Суходоля О.М. Державна політика енергоефективності та відновлюваної енергетики в Україні. Київ : НІСД, 2021.
58. Україна презентувала звіти щодо реалізації Національного плану з енергетики та клімату. Міністерство економіки України : веб-сайт. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail/d06f05ca-5c62-405e-9769-61d6945a99e6?lang=uk-UA&showMenuTree=true> (дата звернення: 13.01.2026).
59. Уряд схвалив Енергетичну стратегію до 2050 року. Укрінформ : веб-сайт. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3703255-urad-shvaliv-energeticnu-strategiu-do2050-roku.html> (дата звернення: 09.07.2025).
60. Франчук І.А. Світові тенденції розвитку ринків енергозабезпечення і систем їх державного регулювання. *Економіка та держава*. 2008. Вип. 12(72). С. 66–68.
61. Хабатюк О.В. Відновлювана енергетика та міжнародні інвестиційні механізми. *Енергетична політика України*. 2022. № 5. С. 60–68.
62. Хворов М.М., Гривківська О.В. Новий зелений перехід «European Green Deal» в Європі та Україні. *Економіка та держава*. 2020. № 12. С. 4–9.
63. Хожило М. Державне управління зеленою трансформацією енергетичної галузі України в контексті євроінтеграції та сталого повоєнного відновлення. *Аспекти публічного управління*. 2025. Т. 13, № 3. С. 28–38.
64. Цапко-Піддубна О.І. Енергетичний перехід в часи геополітичної нестабільності. *Економіка та держава*. 2022. № 43. С. 34–41. DOI: 10.32782/2524-0072/2022-43-34.
65. Чавостін Д.А. Інституційні механізми забезпечення «зеленого» зростання енергетичного сектору України. *Аналітично-порівняльне правознавство : електронне наукове видання*. 2025. Вип. 02. С. 390–394. URL: <https://app-journal.in.ua/wp-content/uploads/2025/04/58.pdf> (дата звернення: 05.12.2025).
66. Чигрин О.Ю., Абаас С.М. Аналіз особливостей розвитку світового енергетичного ринку. *Вісник СумДУ. Серія Економіка*. 2017. Вип. 4. С. 140–145.

67. Чумаченко О. Роль відновлюваних джерел енергії у електроенергетичному балансі України. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2022. № 3(67). С. 39–47. DOI: 10.31732/2663-2209-2022-67-39-473.
68. Шевцов А.І., Земляний М.Г., Чернявський С.С. Відновлення енергетичної інфраструктури України: виклики та можливості зеленої трансформації. *Економіка та держава*. 2023. № 8. С. 23–38.
69. Шевченко О.В. Трансформація глобальних енергетичних ринків та Україна. *Економічний часопис*. 2021. № 6. С. 101–110.
70. Штода Д.О. Адміністративно-правове регулювання відносин у сфері використання альтернативних джерел енергії : дис. ... д-ра філософії : 081 «Право». Київ : НУБіП України, 2023.
71. Юр'єва П.Б. Світовий ринок нафти: ключові характеристики та тенденції. *Економіка і суспільство*. 2019. Вип. 15. С. 85–94.
72. Які країни є найбільшими виробниками вітрової енергії. Слово і Діло : веб-сайт. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2024/12/12/infografika/ekonomika/yaki-krayiny-ye-najbilshymy-vyrobnykamy-vitrovoyi-enerhiyi> (slovoidilo.ua in Bing) (дата звернення: 05.12.2025).
73. Яцків А.В., Білецька І.М. Еволюція розвитку світового енергетичного ринку. *Сучасні тренди інноваційного розвитку* : зб. тез та доповідей. Івано-Франківськ : НАІР, 2021. С. 195–198.
74. A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas. International Energy Agency. Paris : IEA, 2022.
75. African Development Bank (AfDB). Energy financing and infrastructure reports. AfDB : веб-сайт. URL: <https://www.afdb.org> (дата звернення: 03.12.2025).
76. Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER). Annual Report on the Results of Monitoring the Internal Electricity and Natural Gas Markets. Ljubljana : ACER, 2023. URL: <https://www.acer.europa.eu>.
77. Ahmed T. Modeling the Renewable Energy Transition in Canada: Techno-economic Assessments for Energy Management (Springer Briefs in Energy). Cham : Springer, 2016. 93 p.

78. Annual Energy Outlook 2025. U.S. Energy Information Administration : веб-сайт. URL: <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/> (дата звернення: 13.01.2026).
79. AP News. Renewable energy jumps to new high, powered by China solar boom. AP News : веб-сайт. 26 Mar 2025. URL: <https://www.apnews.com> (дата звернення: 05.12.2025).
80. AP News. Renewable energy jumps to new high, powered by China solar boom. AP News : веб-сайт. 26 Mar 2025. URL: <https://www.apnews.com> (дата звернення: 05.12.2025).
81. ASEAN Centre for Energy (ACE). ASEAN Energy Outlook 2023. Jakarta : ACE, 2023. URL: <https://aseanenergy.org>.
82. ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) 2026–2030. ASEAN Centre for Energy : веб-сайт. URL: <https://aseanenergy.org/publications/asean-plan-of-action-for-energy-cooperation-араес-2026-2030> (дата звернення: 13.01.2026).
83. ASEAN’s clean power pathways: 2024 insights. Ember : веб-сайт. URL: <https://ember-energy.org/app/uploads/2024/10/Report-ASEANs-clean-power-pathways-2024.pdf> (дата звернення: 13.01.2026).
84. Asia’s Pragmatic Approach: Delivering A Balanced Energy Transition. Forbes : веб-сайт. URL: <https://www.forbes.com/sites/energy-asia/2025/11/19/asias-pragmatic-approach-delivering-a-balanced-energy-transition/> (дата звернення: 13.01.2026).
85. Asian Development Bank (ADB). Energy sector and renewable energy financing — ADB publications. ADB : веб-сайт. URL: <https://www.adb.org> (дата звернення: 03.12.2025).
86. Australia Treasury. Australia’s Net Zero Transformation: Treasury Modelling and Analysis. Canberra : Treasury, 2025.
87. Awodumi O.B., Adewuyi A.O. The role of non-renewable energy consumption in economic growth and carbon emission: Evidence from oil producing economies in Africa. *Energy Strategy Reviews*. 2020. Vol. 27. Article 100434. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100434>.

88. Baquie S., Huang Y., Jaumotte F., Kim J., Machado Parente R., Pienknagura S. Industrial policies: Handle with care. IMF Staff Discussion Notes No. 2025/002. DOI: 10.5089/9798229000642.006.
89. Spray J.A., Thube S.D., Zhang A.T. The Economic Implications of the Energy Transition in Asia-Pacific. IMF Working Papers. 2026. № 001. Washington, DC : International Monetary Fund. DOI: <https://doi.org/10.5089/9798229035033.001>.
90. Bardazzi R., Pazienza M. Vulnerable Households in the Energy Transition. Cham : Springer, 2023. 288 p.
91. Beerepoot M. Technology roadmap: geothermal heat and power. OECD/IEA. Paris : IEA, 2011. URL: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name> (дата звернення: 13.01.2026).
92. Böhringer C., Rivers N. The energy efficiency rebound effect in general equilibrium. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2021. Vol. 109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102508>.
93. BP Statistical Review of World Energy 2021. 70th edition. BP : веб-сайт. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energyeconomics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (bp.com in Bing) (дата звернення: 19.07.2025).
94. BP, Shell, TotalEnergies, Equinor. Annual reports and energy outlooks (corporate publications). BP, Shell, TotalEnergies, Equinor : веб-сайти. URL: <https://www.bp.com>; <https://www.shell.com>; <https://www.totalenergies.com>; <https://www.equinor.com> (дата звернення: 03.12.2025).
95. Brauers H., Oei P.-Y. The political economy of coal in Poland: Drivers and barriers for a shift away from fossil fuels. *Energy Policy*. 2020. Vol. 144. Article 111621.
96. Brodny J., Tutak M., Grebski W.W. Empirical Evaluation of the Energy Transition Efficiency in the EU-27 Countries over a Decade — A Non-Obvious Perspective. *Energies*. 2025. Vol. 18. Article 3367. DOI: <https://doi.org/10.3390/en18133367>.

97. Byers E., Krey V., Kriegler E., Riahi K., Schaeffer R., Kikstra J., van Vuuren D. AR6 Scenarios Database hosted by IIASA. International Institute for Applied Systems Analysis, 2022.
98. California Independent System Operator (CAISO). 2023–2024 Annual Report. Folsom, CA : CAISO, 2024. URL: <https://www.caiso.com>.
99. Ceny energii i bezpieczeństwo dostaw. Council of the EU : веб-сайт. URL: https://www-consilium-europaeu.translate.google.pl/policies/energyprices/?_x_tr_sl=pl&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc (дата звернення: 13.01.2026).
100. Chateau J., Dang G., MacDonald M., Spray J., Thube S. A Framework for Climate Change Mitigation in India. *IMF Working Paper* No. 2023/218. DOI: 10.5089/9798400257995.001.
101. Chateau J., Rojas-Romagosa H., Thube S., van der Mensbrugghe D. IMFENV: Integrating Climate, Energy, and Trade Policies in a General Equilibrium Framework. *IMF Working Paper* 25/77. Washington, DC : IMF, 2025.
102. China's energy transition and climate status report. Agora Energiewende : веб-сайт. URL: <https://www.agora-energiewende.org/publications/china-energy-transition-and-climate-status-report> (дата звернення: 13.01.2026).
103. CIGRE (International Council on Large Electric Systems). Technical reports on power systems and grid integration of VRE. CIGRE : веб-сайт. URL: <https://www.cigre.org> (дата звернення: 03.12.2025).
104. Clean Energy Council releases Clean Energy Australia 2024 report. Clean Energy Council : веб-сайт. URL: <https://cleanenergycouncil.org.au/news-resources/clean-energy-australia-2024-report> (дата звернення: 13.01.2026).
105. De Beni G. Private and public sector initiatives: How to encourage private and public parties to invest in our common future? Dii : веб-сайт. URL: http://www.dii-eume-na.com/fileadmon/Daten/AC_2011/Presentations/3b%20Finance/Dii_Cairo%202011_De%20Beni_Finance.pdf (dii-eume-na.com in Bing) (дата звернення: 05.12.2025).

106. Directive (EU) 2018/2001. Official Journal of the European Union. 2018. 190 p. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj> (data.europa.eu in Bing) (дата звернення: 06.09.2025).

107. Directive (EU) 2018/2002. Official Journal of the European Union. 2018. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2002/oj> (data.europa.eu in Bing) (дата звернення: 06.09.2025).

108. Duan H. та ін. Assessing China's efforts to pursue the 1.5°C warming limit. *Science*. 2021. Vol. 372. P. 378–385. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aba8767>.

109. ECBC. Energy Efficient Mortgages Initiative. Best Practice in European Public Support Schemes for Energy Efficiency. 2022. 28 p. URL: <https://energyefficientmortgages.eu/wp-content/uploads/2023/01/Best-Practice-in-European-Public-Support-Schemes-for-Energy-Efficiency.pdf> (energyefficientmortgages.eu in Bing) (дата звернення: 13.01.2026).

110. Economic impacts of energy transitions: insights from a new economic model. *CUSP* : веб-сайт. URL: <https://cusp.ac.uk/themes/s2/blog-aj-transim2/> (дата звернення: 05.12.2025).

111. Ember. European Electricity Review 2025. London: Ember Climate, 2025. URL: <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2025> (ember-climate.org in Bing) (дата звернення: 13.01.2026).

112. Energy 365. Майбутнє української електроенергетики. Energy365 : веб-сайт. URL: <https://energy365.com.ua/tpost/9emksz3yl1-maibutn-ukransko-elektroenergetiki> (дата звернення: 15.05.2025).

113. Energy and Climate Transition: How to Strengthen the EU's Competitiveness. *Business Europe* : веб-сайт. URL: https://www.businesseurope.eu/wp-content/uploads/2025/02/2024-07-04_-_businesseurope_policy_recommendations_energy_and_climate_transition-1c0-1.pdf (дата звернення: 13.01.2026).

114. Energy Club. Енергосистему України повністю синхронізовано з європейською енергомережею ENTSO-E. URL:

<https://iclub.energy/hubnews/tpost/n0efr9yia1-energosisitemu-ukrani-povnstyu-sinhronzov> (дата звернення: 12.07.2025).

115. Energy Community. Energy Community — official documents and acquis. Energy Community : веб-сайт. URL: <https://www.energy-community.org> (дата звернення: 03.12.2025).

116. Energy Digital. Energy Transition: The impact of the OPEC+ oil increase. Energy Digital : веб-сайт. URL: <https://energydigital.com/news/energy-transition-the-impact-of-the-opec-oil-increase> (дата звернення: 05.12.2025).

117. Energy transition policies in Southeast Asia and China: scoping out the ‘just’ aspect. *Stockholm Environment Institute* : веб-сайт. URL: <https://www.sei.org/publications/energy-transition-policies-southeast-asia-china-just/> (дата звернення: 13.01.2026).

118. ENTSO-E. Ten-Year Network Development Plan 2024. Brussels : ENTSO-E, 2024. 250 p.

119. EU energy policy. European Commission : веб-сайт. URL: https://energy.ec.europa.eu/index_en (дата звернення: 05.12.2025).

120. European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). EBRD energy transition and investment reports. EBRD : веб-сайт. URL: <https://www.ebrd.com> (дата звернення: 03.12.2025).

121. European Bank for Reconstruction and Development. Green Economy Transition Approach 2021–2025. London : EBRD, 2021. 64 p.

122. European Commission. Directorate-General for Energy. Stimulating consumers’ demand for energy efficiency investments – Final report. Brussels : EC, 2023. 87 p. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/444676> (дата звернення: 13.01.2026).

123. European Commission. Energy. Internal Energy Market. Brussels : European Commission, 2023. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/internal-energy-market_en.

124. European Commission. REPowerEU at a glance. Brussels : EC, 2023. URL: <https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019->

2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en (дата звернення: 19.06.2023).

125. European Commission. REPowerEU: Joint European Action for more affordable, secure and sustainable energy. Brussels : EC, 2022.

126. European Commission. The European Green Deal. Brussels : EC, 2019.

127. European Commission. The European Green Deal; Fit for 55 package; EU Emissions Trading System; EU Hydrogen Strategy. European Commission : веб-сайт. URL: <https://ec.europa.eu> (дата звернення: 03.12.2025).

128. European Commission. Trans-European Networks for Energy. Brussels : EC, 2022. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/infrastructure/trans-european-networks-energy_en (дата звернення: 13.01.2026).

129. European Electricity Review 2025. Ember : веб-сайт. URL: <https://ember-energy.org/latest-insights/european-electricity-review-2025> (дата звернення: 05.12.2025).

130. European Energy Charter: Treaty and Related Documents. Brussels : Energy Charter Secretariat, 1994. 179 p.

131. European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E). Annual Report 2023. Brussels : ENTSO-E, 2024. URL: <https://www.entsoe.eu>.

132. Eurostat. Share of renewable energy in gross final energy consumption by sector. Dataset. Online data code: sdg_07_40. DOI: 10.2908/sdg_07_40.

133. Expert commission reports on the state of the energy transition. BMWK : веб-сайт. URL: <https://energiewende.bundeswirtschaftsministerium.de/EWD/Redaktion/EN/Newsletter/2024/07/Meldung/news1.html> (дата звернення: 13.01.2026).

134. Figus G. та ін. Making the case for supporting broad energy efficiency programmes: Impacts on household incomes and other economic benefits. *Energy Policy*. 2017. Vol. 111. P. 157–165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.09.028>.

135. Fouquet R. The Slow Search for Solutions: Lessons from Historical Energy Transitions. *Energy Policy*. 2010. Vol. 38, Issue 11. P. 6586–6596. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.06.029.

136. Fouquet R., Pearson P. Past and prospective energy transitions: Insights from history. *Energy Policy*. 2012. Vol. 50. P. 1–7.
137. G8 Commitments on Energy. G8 Information Centre : веб-сайт. URL: <http://www.g8.utoronto.ca/references/energy.pdf> (дата звернення: 13.01.2026).
138. Geels F.W. Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes. *Research Policy*. 2002. Vol. 31, № 8–9. P. 1257–1274. DOI: 10.1016/S0048-7333(02)00062-8.
139. Geels F.W. та ін. Sociotechnical transitions for deep decarbonization. *Science*. 2017. Vol. 357(6357). P. 1242–1244. DOI: 10.1126/science.aao3760.
140. Geels F.W., Sovacool B.K., Schwanen T., Sorrell S. Sociotechnical Transitions for Deep Decarbonization. *Science*. 2017. Vol. 357(6357). P. 1242–1244.
141. German Net Power Generation in 2024: Electricity Mix Cleaner than Ever. *Fraunhofer ISE* : веб-сайт. URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2025/public-electricity-generation-2024-renewable-energies-cover-more-than-60-percent-of-german-electricity-consumption-for-the-first-time.html> (дата звернення: 13.01.2026).
142. Global Energy Review 2020. IEA : веб-сайт. URL: <https://www.iea.org/reports/global-energyreview2020/coal#abstract> (дата звернення: 12.07.2025).
143. Global Energy Transition Statistics. Enerdata : веб-сайт. URL: <https://yearbook.enerdata.net> (дата звернення: 05.12.2025).
144. Global Wind Energy Council (GWEC). Global wind reports and market analyses. GWEC : веб-сайт. URL: <https://gwec.net> (дата звернення: 03.12.2025).
145. Goldthau A., Keating M. Handbook of the International Political Economy of Energy and Natural Resources. Cheltenham : Edward Elgar, 2018. 560 p.
146. Grafström J. та ін. Government support to renewable energy R&D: drivers and strategic interactions among EU Member States. *Economics of Innovation and New Technology*. 2023. Vol. 32(1). P. 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1857499>.
147. Guivarch C., Kriegler E., Portugal-Pereira J. et al. Annex III: Scenarios and Modelling Methods. In: Mitigation of Climate Change. Geneva : IPCC, 2022.

148. Hall S. Sustainable Finance. The Differences Between Green Bonds, Green Loans and Sustainable Linked Loans. *Sustainatics* : веб-сайт. URL: <https://sustainatics.com> (дата звернення: 05.12.2025).

149. Hassan M. та ін. Does increasing environmental policy stringency enhance renewable energy consumption in OECD countries? *Energy Economics*. 2024. Vol. 129. P. 39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107198>.

150. Heads of ASEAN Power Utilities/Authorities (HAPUA). Annual Report 2022–2023. Jakarta : HAPUA Secretariat, 2023. URL: <https://hapua.org>.

151. Hirsh R., Jones C. History's contributions to energy policy. *Energy Research & Social Science*. 2014. Vol. 1. P. 106–111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.02.010>.

152. Hryhorenko A., Kotina H., Stepura M., Zavystovska H. Fiscal stimuli to improve energy efficiency under the economic recovery policy: an empirical approach of Ukraine. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*. 2023. Vol. 26(3). С. 5–26. DOI: [10.33223/epj/1664445](https://doi.org/10.33223/epj/1664445).

153. Hydrogen Council. Global hydrogen reports and roadmaps. Hydrogen Council : веб-сайт. URL: <https://hydrogencouncil.com> (дата звернення: 03.12.2025).

154. Hydropower Association / International Hydropower Association (IHA). Reports on hydropower and sustainable development. IHA : веб-сайт. URL: <https://www.hydropower.org> (дата звернення: 03.12.2025).

155. IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report. Washington, DC : World Bank, 2025. License: CC BY-NC 3.0 IGO. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/fc78dc81-8167-4c41-b8a6-e3386fecf957/TrackingSDG7TheEnergyProgressReport%2C2025.pdf> (iea.blob.core.windows.net in Bing) (дата звернення: 06.09.2025).

156. IEA. World Energy Outlook 2024. Paris : IEA, 2024. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024> (дата звернення: 13.01.2026).

157. IEA. World Energy Outlook 2025. Paris : IEA, 2025. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2025> (дата звернення: 13.01.2026).

158. IEA. World Energy Statistics and Balances. Paris : IEA, 2025. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/dataproduct/world-energy-statistics-and-balances> (дата звернення: 13.01.2026).

159. In 2024, the share of RES in Ukraine's energy balance amounted to almost 11%. *Екополітик* : веб-сайт. URL: <https://ecopolitic.com.ua/en/news/in-2024-the-share-of-res-in-ukraines-energy-balance-amounted-to-almost-11> (ecopolitic.com.ua in Bing) (дата звернення: 13.01.2026).

160. In 2024, the United States produced more energy than ever before. U.S. Energy Information Administration : веб-сайт. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=65445> (дата звернення: 13.01.2026).

161. India's Renewable Energy Revolution 2024 Achievements & 2025 Roadmap. PIB India : веб-сайт. URL: <https://www.pib.gov.in/FactsheetDetails.aspx?Id=149095®=3&lang=2> (дата звернення: 13.01.2026).

162. Indicator 7.3.1. Share of energy produced from renewable sources in total final energy consumption, %. UN : веб-сайт. URL: (unstats.un.org in Bing) (дата звернення: 13.01.2026).

163. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Assessment Reports (AR6) and special reports. IPCC : веб-сайт. URL: <https://www.ipcc.ch> (дата звернення: 03.12.2025).

164. International Electrotechnical Commission (IEC), International Organization for Standardization (ISO). Standards for renewable energy, hydrogen and smart grids. IEC, ISO : веб-сайти. URL: <https://www.iec.ch>; <https://www.iso.org> (дата звернення: 03.12.2025).

165. International Energy Agency (IEA). Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. IEA : веб-сайт. URL: <https://www.iea.org> (дата звернення: 03.12.2025).

166. International Energy Agency (IEA). Renewables 2025 – Analysis. Paris : IEA, 2025. URL: <https://www.iea.org> (дата звернення: 05.12.2025).

167. International Energy Agency. Electricity Market Report 2024. Paris: IEA, 2024. URL: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-2024> (iea.org in Bing) (дата звернення: 13.01.2026).

168. International Energy Agency. Energy Efficiency 2022. Paris : IEA, 2022. 130 p. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/7741739e-8e7f-4afa-a77f-49dadd51cb52/EnergyEfficiency2022.pdf> (дата звернення: 13.01.2026).

169. International Energy Agency. Global Energy Transitions Stocktake. IEA : веб-сайт. URL: <https://www.iea.org/topics/global-energy-transitions-stocktake> (дата звернення: 05.12.2025).

170. International Energy Agency. Ukraine Energy Profile. Paris : IEA, 2023. URL: <https://www.iea.org/countries/ukraine> (дата звернення: 05.12.2025).
International Renewable Energy Agency. Renewable Energy Market Analysis: Central and South-Eastern Europe. Abu Dhabi : IRENA, 2022. 112 p.

171. International Energy Agency. World Energy Outlook 2023. Paris : IEA, 2023. 524 p.

172. International Energy Agency. World Energy Outlook 2025: Security, electrification and renewables shape the future energy landscape. State of Green : веб-сайт. URL: <https://stateofgreen.com/en/news/world-energy-outlook-2025-security-electrification-and-renewables-shape-the-future-energy-landscape/> (дата звернення: 05.12.2025).

173. International Monetary Fund (IMF). Fiscal policies and energy subsidy reform — IMF publications. IMF : веб-сайт. URL: <https://www.imf.org> (дата звернення: 03.12.2025).

174. International Monetary Fund. Finance & Development. December 2022. Washington, DC : IMF Communications Department, 2022.

175. International Monetary Fund. IMF-ENV: Integrating Climate, Energy, and Trade Policies in a General Equilibrium Framework. Washington, DC : IMF, 2025.

176. International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Capacity Statistics 2025. Abu Dhabi : IRENA, 2025. URL: <https://www.irena.org> (дата звернення: 05.12.2025).

177. International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewables in 2024: 5 Key Facts Behind a Record-Breaking Year. Abu Dhabi : IRENA, 2025. URL: <https://www.irena.org> (дата звернення: 05.12.2025).

178. International Renewable Energy Agency (IRENA). World Energy Transitions Outlook. IRENA : веб-сайт. URL: <https://www.irena.org> (дата звернення: 07.12.2025).

179. International Renewable Energy Agency. World Energy Transitions Outlook 2023. Abu Dhabi : IRENA, 2023. 348 p.

180. Investing in American Energy: Continued Progress Through Policy. U.S. Department of Energy : веб-сайт. URL: <https://www.energy.gov/policy/articles/investing-american-energy-continued-progress-through-policy> (дата звернення: 13.01.2026).

181. IRENA. Renewable Energy Statistics 2024. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2024. URL: <https://www.irena.org/statistics> (дата звернення: 13.01.2026).

182. Jenkins K.E.H., Hopkin D. Transitions in Energy Efficiency and Demand: The Emergence, Diffusion and Impact of Low-Carbon Innovation (Routledge Studies in Energy Transitions). London : Routledge, 2018. 298 p.

183. Kätelhöhn A. та ін. Climate change mitigation potential of carbon capture and utilization in the chemical industry. *PNAS*. 2019. Vol. 116(23). P. 11187–11194. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1821029116>.

184. Kern F., Rogge K.S. The pace of governed energy transitions: agency, international dynamics and the global Paris agreement accelerating decarbonisation processes? *Energy Research & Social Science*. 2016. Vol. 22. P. 13–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.016>.

185. Kilic Z.B. Global renewable energy capacity up 52% in 5 years. Anadolu Agency : веб-сайт. URL: <https://www.aa.com.tr/en/economy/global-renewable-energy-capacity-up-52-in-5-years/3181445> (aa.com.tr in Bing) (дата звернення: 05.12.2025).

186. Kitzing L., Mitchell C., Morthorst P.-E. Renewable energy policies in Europe: converging or diverging? *Energy Policy*. 2012. Vol. 51. P. 192–201.

187. Koscielniak A. Tracking energy transitions at IEA. *APEC* : веб-сайт. URL: https://www.apec.org/docs/default-source/satellite/egeec/files/64/3-1-iea-presentation_april_9.pdf (дата звернення: 05.12.2025).
188. Krause F., Bossel H., Müller-Reißmann K. *Energiewende — Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran*. Frankfurt am Main : S. Fischer Verlag, 1980.
189. Krause F., Bossel H., Müller-Reißmann K. *Energy turning point. Growth and wealth without petroleum and uranium : an alternative report of the Oeko-Institut/Freiburg. Energie-Wende. Wachstum und Wohlstand ohne Erdoel und Uran : ein Alternativ-Bericht des Oeko-Instituts/Freiburg. Germany* : N. p., 1980.
190. Kurian S., Reid G., Sutton M. *Climate Change and Financial Risk*. Bulletin. June 2023. Reserve Bank of Australia.
191. Kyshakevych B., Maksyshko N., Voronchak I., Nastoshyn S. Ecological and economic determinants of energy efficiency in European countries. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26(8). C. 140–155. DOI: 10.48077/scihor8.2023.1408.
192. Labenko O., Sobchenko T., Hutsol T., Cupiał M., Mudryk K., Kocira A., Pavlenko-Didur K., Klymenko O., Neuberger P. Project Environment and Outlook within the Scope of Technologically Integrated European Green Deal in EU and Ukraine. *Sustainability*. 2022. Vol. 14(14). Article 8759. DOI: <https://doi.org/10.3390/su141487593>.
193. Li W., Cao N., Xiang Z. Drivers of renewable energy transition: The role of ICT, human development, financialization, and R&D investment in China. *Renewable Energy*. 2023. Vol. 206. P. 441–450. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.02.027>.
194. Lukashevych Y. та ін. Innovation in the energy sector: The transition to renewable sources as a strategic step towards sustainable development. *African Journal of Applied Research*. 2024. Vol. 10(1). P. 43–56. DOI: <http://doi.org/10.26437/ajar.30.06.2024.03>.
195. Ministry of New and Renewable Energy. RE-Statistics 2024–25 Metadata of Renewable Energy Statistics. MNRE India : веб-сайт. URL: <https://mnre.gov.in/en/re-statistics-2024-25/> (дата звернення: 13.01.2026).

196. Mitra P., Raissi M., Versailles B., Ivanyina M., Kirabaeva K., Massetti E., Montes de Oca Leon M., Nguyen H., Oman W., Rebei N., Tagklis F., Zhang A., Ungerer C., Uruñuela López J., Yu S. Navigating Climate Change Impacts: A Review of Data, Models, and Scenarios for Country-Level Macroeconomic Analysis. *IMF Working Paper* No. WP/25/170. Washington, DC : IMF, 2025.
197. Muhire F. та ін. Drivers of green energy transition. *Green Energy & Resources*. 2024. Vol. 2(4). P. 100105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gerr.2024.100105>.
198. Nalule V.R. Energy Transitions and the Future of the African Energy Sector: Law, Policy and Governance. Cham : Palgrave Macmillan, 2020. 512 p.
199. Nasir M.H.A. та ін. Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry. *International Journal of Production Economics*. 2017. Vol. 183. P. 443–457. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.008>.
200. OPEC-IEA cooperation and the international oil market outlook. OPEC : веб-сайт. URL: https://www.opec.org/opec_web/en/886.htm (дата звернення: 13.01.2026).
201. Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC). OPEC Annual Statistical Bulletin. OPEC : веб-сайт. URL: <https://www.opec.org> (дата звернення: 03.12.2025).
202. Paltrinieri N., Khan F.I. Dynamic risk analysis — Fundamentals. *Methods in Chemical Process Safety*. 2020. Vol. 4. P. 35–60. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.mcps.2020.04.001>.
203. Preview 2026: Industry transition, clean investments key as EU shapes post-2030 climate policy – think tank. *Clean Energy Wire* : веб-сайт. URL: <https://www.cleanenergywire.org/news/preview-2026-industry-transition-clean-investments-key-eu-shapes-post-2030-climate-policy-think-tank> (дата звернення: 13.01.2026).
204. Puyo D.M., Panton A.J., Sridhar T., Stuermer M., Ungerer C., Zhang A.T. Key Challenges Faced by Fossil Fuel Exporters during the Energy Transition. Washington, DC : IMF, 2024.

205. Raveendran A. та ін. A comprehensive review on dynamic risk analysis methodologies. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2022. Vol. 76. Article 104734. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2022.104734>.

206. REN21. Renewables 2024 Global Status Report. Paris : REN21 Secretariat, 2024. 368 p.

207. REN21. Renewables 2025 Global Status Report. Paris : REN21 Secretariat, 2025. URL: <https://www.ren21.net> (дата звернення: 05.12.2025).

208. Renewable energy accounts for 56 pct of China's total installed capacity. Gov.cn : веб-сайт. URL: https://english.www.gov.cn/archive/statistics/202501/28/content_WS6798de96c6d0868f4e8ef410.html (дата звернення: 13.01.2026).

209. Renewable energy highlights from Renewable energy statistics 2025. IRENA : веб-сайт. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Jul/IRENA_DAT_Renewable_energy_highlights_2025.pdf (дата звернення: 05.12.2025).

210. Renewable energy in Australia — statistics & facts. *Statista* : веб-сайт. URL: <https://www.statista.com/topics/5207/renewable-energy-in-australia/> (дата звернення: 13.01.2026).

211. Renewables. Australian Government : веб-сайт. URL: <https://www.energy.gov.au/energy-data/australian-energy-statistics/renewables> (дата звернення: 13.01.2026).

212. Reuters. Global renewable power capacity falls short of targets despite record growth. Reuters : веб-сайт. 26 Mar 2025. URL: <https://www.reuters.com> (дата звернення: 05.12.2025).

213. Riahi K., Schaeffer R. та ін. Mitigation Pathways Compatible with Long-Term Goals. У: Mitigation of Climate Change. Geneva : Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022.

214. Rodríguez M. та ін. Targeting energy savings? Better on primary than final energy and less on intensity metrics. *Energy Economics*. 2023. Vol. 125. Article 106797. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106797>.

215. Sarker T. The Role of Fiscal Incentives in Promoting Energy Efficiency in the Industrial Sector: Case Studies from Asia. ADBI Working Paper 1172. Tokyo : Asian Development Bank Institute, 2020. URL: <https://www.adb.org/publications/role-fiscalincentives-promoting-energy-efficiency-industrial-sector-asia> (adb.org in Bing) (дата звернення: 13.01.2026).

216. Schwerhoff G., Sy M. Following the Money: Who is Keeping Coal Alive? IMF Working Paper 24/228. Washington, DC : International Monetary Fund, 2024.

217. Siksnyte-Butkiene I., Karpavicius T., Streimikiene D., Balezentis T. The Achievements of Climate Change and Energy Policy in the European Union. *Energies*. 2022. Vol. 15(14). Article 5128. DOI: <https://doi.org/10.3390/en151451287>.

218. Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Mercado Eléctrico Regional (MER). Informe Anual 2023. San Salvador : SICA Secretariat, 2024. URL: <https://www.sica.int>.

219. Smil V. Energy in History: A Multidisciplinary Review. Cambridge, MA ; London : The MIT Press, 1994.

220. Smil V. Energy Transitions: Global and National Perspectives. 2nd ed. Santa Barbara : Praeger, 2017. 208 p.

221. SolarPower Europe. Global market outlook and policy briefs for solar PV. SolarPower Europe : веб-сайт. URL: <https://www.solarpowereurope.org> (дата звернення: 03.12.2025).

222. Solidifying the EU's leadership in the global energy transition. Energy Transitions : веб-сайт. URL: https://static.energy-transitions.org/uploads/resources/EUWhitepaper_FinalDigital.pdf (дата звернення: 13.01.2026).

223. Solorio I., Jörgens H. A Guide to EU Renewable Energy Policy. Cheltenham : Edward Elgar Publishing, 2017. 352 p.

224. Song S. та ін. Mangrove reforestation provides greater blue carbon benefit than afforestation for mitigating global climate change. *Nature Communications*. 2023. Vol. 14. Article 756. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36477-1>.

225. Southern African Power Pool. Annual Report 2023. Harare : SAPP, 2023. 112 p.

226. Sovacool B.K. The History and Politics of Energy Transitions: Comparing Contested Views and Finding Common Ground. *Energy Research & Social Science*. 2017. Vol. 37. P. 191–205. URL: https://docenti.unimc.it/andrea.prontera/teaching/2023/28346/files/sovacool_2017 (дата звернення: 05.12.2025).

227. Sovacool B.K., Griffiths S., Kim J., Bazilian M. Climate change and energy security: Lessons learned. *Energy Policy*. 2021. Vol. 154. P. 112–123.

228. Spray J., Thube S.D. Global and Domestic Energy Transition Risks: Australia. *Selected Issues Papers*. 2024. № 362. P. 1. DOI: <https://doi.org/10.5089/9798400297885.002>.

229. Spray J.A., Thube S.D., Zhang A.T. The Economic Implications of the Energy Transition in Asia-Pacific. *IMF Working Papers*. 2026. № 001. DOI: <https://doi.org/10.5089/9798229035033.001>.

230. Summary of China's energy and power sector statistics in 2024. CET Energy : веб-сайт. URL: <https://www.cet.energy/2025/03/13/summary-of-chinas-energy-and-power-sector-statistics-in-2024/> (дата звернення: 13.01.2026).

231. Tesfaye A. та ін. Production and characterization of coffee husk fuel briquettes as an alternative energy source. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2022. Vol. 2022(1). P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/9139766>.

232. The 2024 Sustainable Energy in America Factbook. BloombergNEF : веб-сайт. URL: <https://about.bnef.com/insights/clean-energy/the-2024-sustainable-energy-in-america-factbook/> (дата звернення: 13.01.2026).

233. The energy transition in Germany: state of play 2024. Agora Energiewende : веб-сайт. URL: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2025/2024-18_DE_JAW24/2024-18_EN_JAW24_Presentation_250110.pdf (дата звернення: 13.01.2026).

234. The EU accelerates its electricity transition in the wake of the energy crisis. Ember : веб-сайт. URL: <https://ember-energy.org/countries-and-regions/european-union/> (дата звернення: 13.01.2026).

235. The future of European gas after Groningen. S&P Global : веб-сайт. URL: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/plattscontent/> (spglobal.com in Bing) (дата звернення: 13.01.2026).

236. Trypolska G., Riabchyn O. Experience and prospects of financing renewable energy projects in Ukraine. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2022. Vol. 12(1). P. 134–143. DOI: 10.32479/ijeep.119996.

237. Tzani D., Stavrakas V., Santini M., Thomas S., Rosenow J., Flamos A. Pioneering a performance-based future for energy efficiency: Lessons learnt from a comparative review analysis of pay-for-performance programmes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. Vol. 158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112162>.

238. U.S. Energy Information Administration. Annual Energy Outlook 2020 with projections to 2050. Washington, DC : EIA, 2020. 81 p. URL: <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/aeo2020%20full%20report.pdf> (eia.gov in Bing) (дата звернення: 06.09.2025).

239. Ukraine. U.S. Energy Information Administration : веб-сайт. URL: <https://www.eia.gov/international/overview/country/UKR> (дата звернення: 13.01.2026).

240. UNEP. Emissions Gap Report (EGR) 2022: The Closing Window – Climate crisis calls for rapid transformation of societies. Nairobi : UNEP, 2022. URL: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022> (unep.org in Bing) (дата звернення: 06.09.2025).

241. Union for the Mediterranean. Regional Electricity Market Platform. Annual Report 2023. Barcelona : UfM Secretariat, 2024. URL: <https://ufmsecretariat.org>.

242. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Paris Agreement and NDC registry. UNFCCC : веб-сайт. URL: <https://unfccc.int> (дата звернення: 07.12.2025).

243. United Nations Framework Convention on Climate Change. Climate Finance 2023 Report. Bonn : UNFCCC Secretariat, 2023. 87 p.

244. United Nations. Paris Agreement. New York : UN, 2015. 27 p.

245. United Nations. United Nations Framework Convention on Climate Change. New York : UN, 1992. 25 p.

246. United States 2024 Executive Summary. IEA : веб-сайт. URL: <https://www.iea.org/reports/united-states-2024/executive-summary> (дата звернення: 13.01.2026).

247. Unnerstall T. The German Energy Transition: Design, Implementation, Cost and Lessons. Cham : Springer, 2017. 174 p.

248. Vasylieva T., Pavlyk V., Bilan Y., Mentel G., Rabe M. Assessment of Energy Efficiency Gaps: The Case for Ukraine. *Energies*. 2021. Vol. 14(5). Article 1323. DOI: <https://doi.org/10.3390/en140513232>.

249. Warrel L. Market Integration in the International Coal Industry: A Cointegration Approach. Luleå University of Technology. URL: <http://www.kkv.se/globalassets/forskning/projekt/market-integration-in-theinternationalcoal-industry-a-cointegration-approach.pdf> (дата звернення: 13.01.2026).

250. Wei Liu. Energy Project Management with Artificial Intelligence. *International Journal of Electric Power and Energy Studies*. 2024. Vol. 2, № 2. DOI: <https://doi.org/10.62051/ijepes.v2n2.02>.

251. Weifeng Liu, McKibbin W., Morris A., Wilcoxon P. Global economic and environmental outcomes of the Paris Agreement. *Energy Economics*. 2020. Brookings : веб-сайт. URL: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2019/01/ES_20190107_ParisAgreement.pdf (дата звернення: 15.07.2025).

252. West African Power Pool (WAPP). Annual Report 2023. Cotonou : WAPP Secretariat, 2024. URL: <https://www.ecowapp.org>.

253. What are the socio-economic impacts of an energy transition? UNDP : веб-сайт. URL: <https://www.undp.org/eurasia/blog/what-are-socio-economic-impacts-energy-transition> (дата звернення: 05.12.2025).

254. What next for the energy transition in the US? World Economic Forum : веб-сайт. URL: <https://www.weforum.org/stories/2025/03/us-energy-transition-renewables-opposition/> (дата звернення: 13.01.2026).

255. Williment C. How is OPEC threatening the global clean energy transition? Sustainability Magazine : веб-сайт. URL: <https://sustainabilitymag.com/news/how-is-opec-threatening-the-global-clean-energy-transition> (дата звернення: 05.12.2025).

256. Wood G., Neira-Castro J.F. From Fossil Fuels to Low Carbon Energy Transition: New Regulatory Trends in Latin America. Cham : Springer, 2022. 303 p.

257. World Bank Group. Ukraine: Rapid Damage and Needs Assessment. Washington, DC : World Bank, 2023. URL: <https://www.worldbank.org/en/country/ukraine> (дата звернення: 05.12.2025).

258. World Bank. Energy Sector Overview; World Bank energy publications. World Bank : веб-сайт. URL: <https://www.worldbank.org> (дата звернення: 03.12.2025).

259. World Economic Forum. 3 essentials for carbon capture and storage to really take off. WEF : веб-сайт. 2025. URL: <https://www.weforum.org/stories/2025/03/us-energy-transition-renewables-opposition/> (дата звернення: 13.01.2026).

260. World Energy Investment 2025. IEA : веб-сайт. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energyinvestment-2025/executive-summary> (дата звернення: 09.07.2025).

261. Yakymchuk A. et al. Economic aspects of final energy consumption in Ukraine: prospects of implementation of the positive experience of the European Union. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2023. Vol. 13(1). P. 111–117. DOI: 10.32479/ijeep.138154.

262. Zuev V., Ostrovskaya E., Simonova M. Global Economic Governance and International Economic Organizations. In: Bulatov A. (ed.) *World Economy and International Business. Contributions to Economics*. Cham : Springer, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-20328-2_27.

263. Zülfikaroğlu S. AI-Driven Strategic Management and Decision Making for Energy Sector. *Next Frontier for Life Sciences and AI*. 2024. Vol. 8, № 1. DOI: <https://doi.org/10.62802/q7rkdb54>.

264. Kılıç Z.B. Global renewable energy capacity up 52% in 5 years. Anadolu Agency : веб-сайт. 2025. URL: (дата звернення: 25.02.2026).

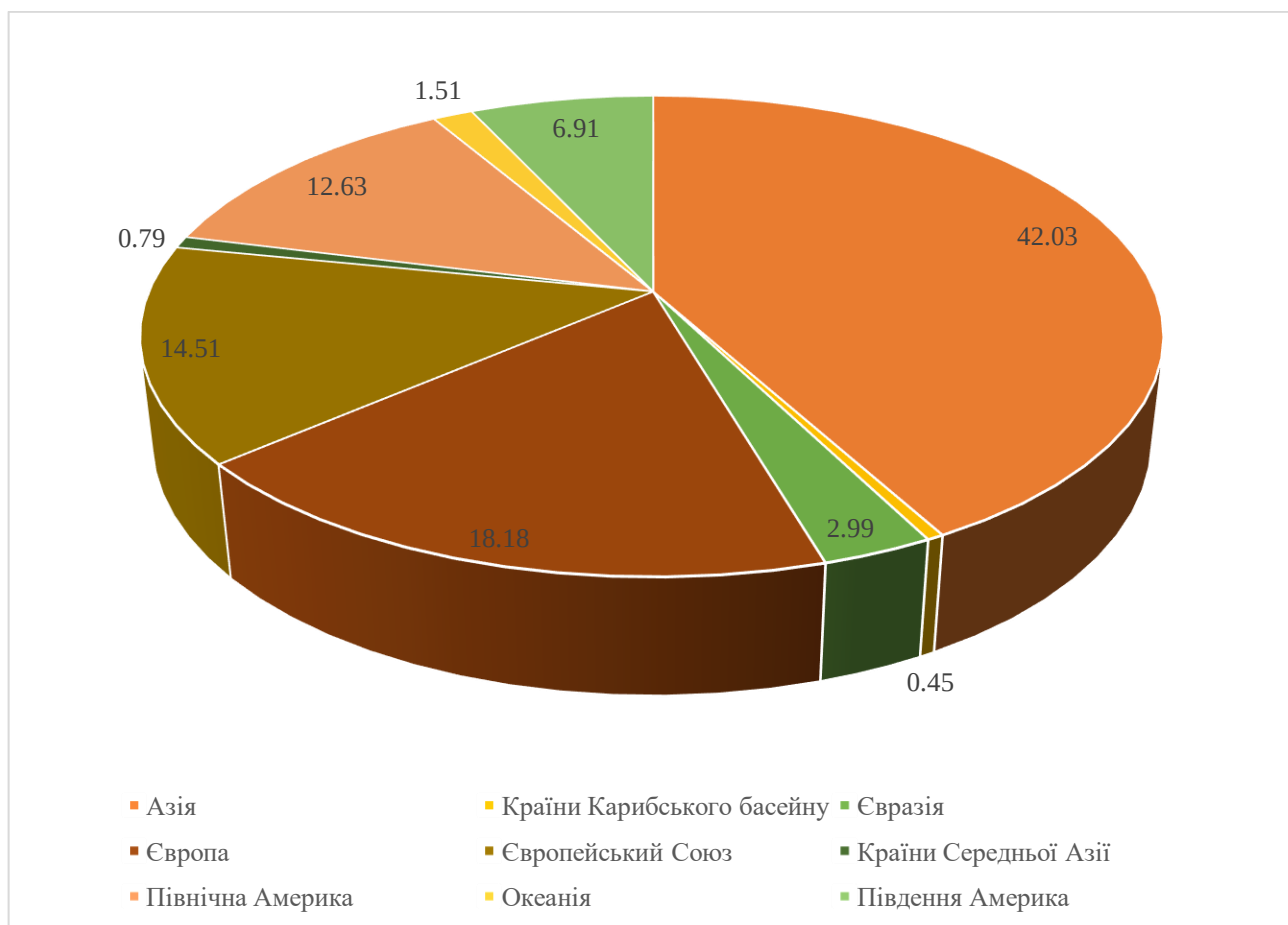


Рис. А1. Регіональна структура ВДЕ світу у 2020 році, %

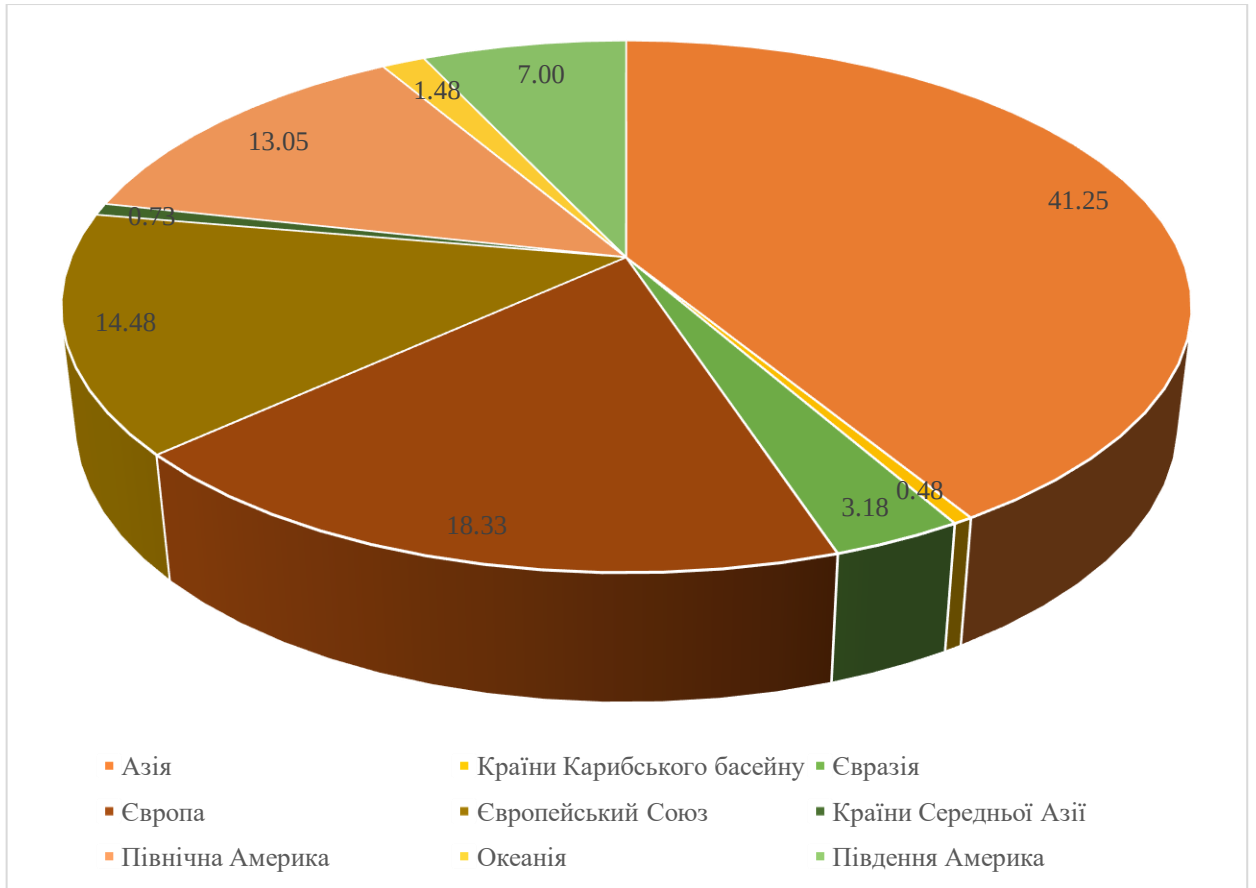


Рис. А2. Регіональна структура ВДЕ світу у 2021 році, %

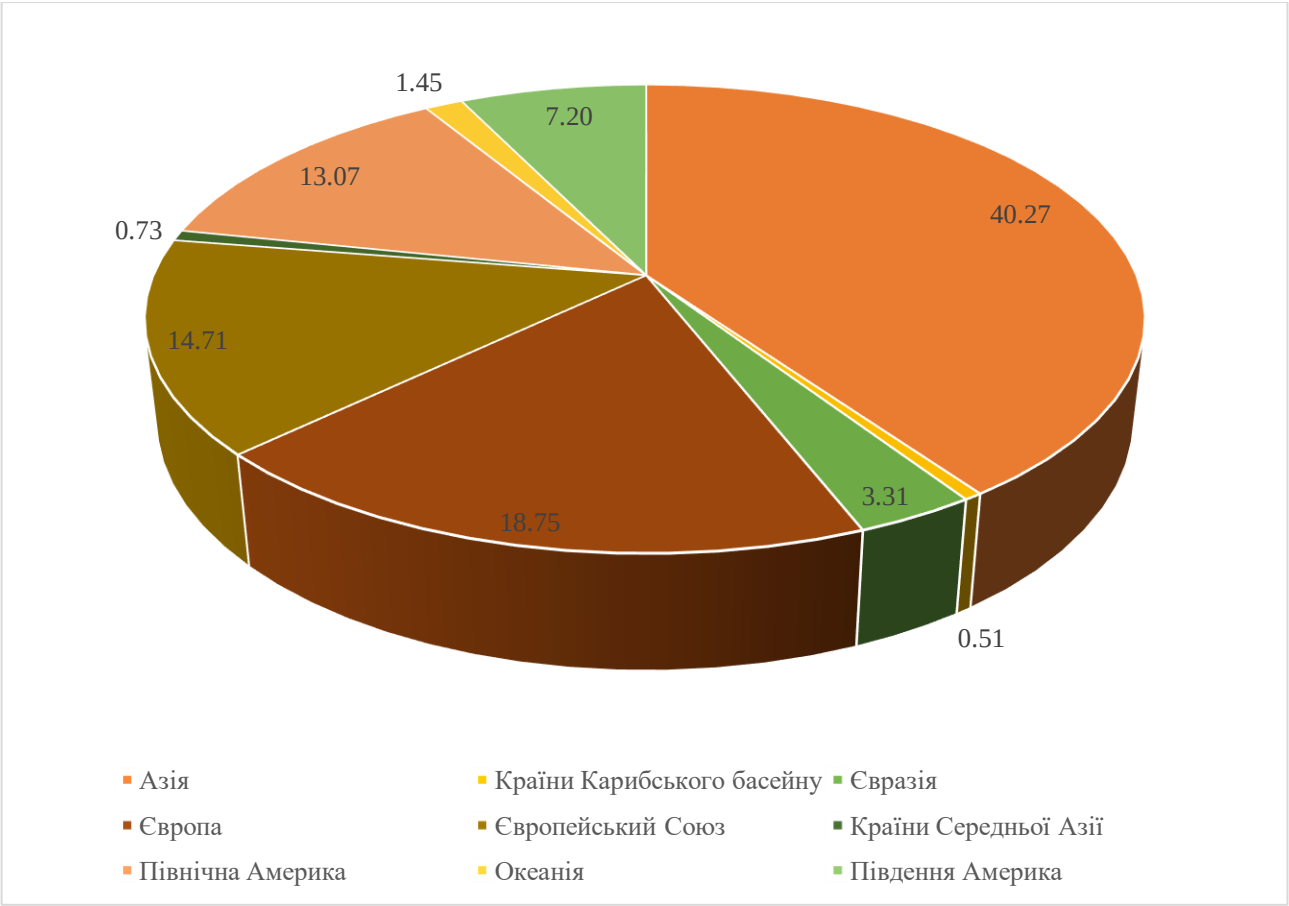


Рис. А2. Регіональна структура ВДЕ світу у 2022 році, %

ДОДВТОК Б

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у періодичних наукових виданнях, що увійшли до переліку наукових фахових видань України:

1. Онисюк С.В. Механізми міжнародної економічної співпраці для підтримки глобального енергетичного переходу: шляхи вдосконалення. Вчені записки. 2024. № 36(3). С. 254-271. DOI: 10.33111/vz_kneu.36.24.03.22.152.158
 2. Татаренко Н.О., Онисюк С.В. Енергетичний перехід як стратегія економічного зростання: досвід країн для України. Актуальні проблеми економіки. 2026. № 1 (295). С. 345-352. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-295-345-352
- Особистий внесок Татаренко Н.О. – постановка завдання,
Особистий внесок Онисюка С. В. – написання основного тесту статті, підбір літератури.
3. Онисюк С.В. Нормативно-правове забезпечення глобального енергетичного переходу: міжнародний досвід та перспективи. Актуальні проблеми економіки. 2026. № 2 (296). С.148-161. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-296-246-255

Статті в іноземних виданнях:

(стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базі даних Scopus)

4. Lesiv I., Datsun S., Kremena R., Shakhovets A., Onysiuk S. Adaptive management systems for enhancing production enterprise efficiency. African Journal of Applied Research. 2025. №11(1). P. 484-497. (Q4). DOI: 10.26437/ajar.v11i1.865 ISSN: 2408-7920 <https://www.ajaronline.com/index.php/AJAR/article/view/865>
- Особистий внесок Онисюка С.В. – підбір, узагальнення, аналіз інформації щодо функціонування адаптивних систем управління у виробничій сфері.
5. Iurchenko M., Dzhegur G., Kravcheno O.S., Velgan O., Yurchenko A., Onysiuk S. Energy Security and Its Role in Regional Development: A Probabilistic Assessment of

Socio-Economic Indicators. International Journal of Basic and Applied Sciences. 2025. № 14(SI-1). С. 264-269. DOI:10.14419/extrqd70

Особистий внесок Онисюка С.В. – здійснено підбір, систематизацію та аналіз наукових джерел і статистичних матеріалів з питань енергетичної безпеки та регіонального соціально-економічного розвитку, а також узагальнення отриманих результатів дослідження.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

6. Iurchenko M., Dzhegur G., Kravchenko O. S., Velgan O., Yurchenko A., Onysiuk S. Energy Security and Its Role in Regional Development: A Probabilistic Assessment of Socio-Economic Indicators. International Journal of Basic and Applied Sciences. 2025. Is. 14(SI-1). P. 264-269. DOI: 10.14419/extrqd70 E-ISSN: 2227-5053
7. Onysiuk S. An examination of The Global Renewables Outlook and international collaboration strategies. XIV Міжнародна науково-практична конференція "Національні економічні стратегії розвитку в глобальному середовищі". Київ, 2023. С. 37-40.
8. Onysyuk S. Financing Sources of the Global Energy Transition Projects. Fundamental shifts in geo-economic systems of the world : international collection of scientific works. National Academy of Sciences of Ukraine; State Organization “Institute for Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine”. Kyiv, 2023. P.221-224.
9. Онисюк С.В. Глобальний енергетичний перехід: ключова роль міжнародної економічної співпраці. XXIV Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених "ПОЛІТ сучасні проблеми науки". Київ, 2024. С. 252-254.
10. Onysiuk S. The economics of the energy transition in the EU aviation industry. XI Всесвітній конгрес “Авіація в XXI столітті” – “Безпека в авіації та космічні технології”. Київ, 2024. С. 5.1.26–5.1.29.
<https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/congress/article/view/19537>

11. Онисюк С.В. Інноваційні підходи до фінансування проектів з відновлюваної енергетики: роль міжнародних фондів та інвестиційних платформ. XV Міжнародна науково-практична конференція "Національні економічні стратегії розвитку в глобальному середовищі". Київ, 2024. С. 257-259.
12. Онисюк С.В. Інституційні підходи до впровадження кліматично нейтральних технологій. XXV Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «ПОЛІТ сучасні проблеми науки». Київ, 2025. С. 199-202.

ДОДАТОК В

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

ДП «Державний науково-дослідний, проектно-конструкторський і проектний інститут вугільної промисловості «УкрНДІпроект»

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертації

Онисюка Сергія Валерійовича

на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 292 «Міжнародні економічні відносини», виконаного за темою

«Удосконалення механізмів міжнародної економічної взаємодії для забезпечення глобального енергетичного переходу»

Результати дисертаційного дослідження Онисюка Сергія Валерійовича, прийнято до розгляду та обговорено на засіданні Вченої ради ДП «Державний науково-дослідний, проектно-конструкторський і проектний інститут вугільної промисловості «УкрНДІпроект» (даді – Інститут). За результатами експертної оцінки до уваги та подальшого використання цілком прийнятні положення дисертації, що стосуються:

- аналітичної оцінки сучасних трендів енергетичного переходу, породжуваних ним загроз і викликів як для світової, так і національних економік. У цьому аспекті раціональним є сформульований у дисертації підхід, згідно якому вугільна промисловість виступає одним з гарантів енергетичної безпеки України;

- запропонованих шляхів забезпечення енергетичного балансу (засад національної макроекономічної та мікроекономічної політики, політики ринкового регулювання) задля дотримання вимог енергетичної безпеки і економічної стабільності розвитку національної економіки в сучасних умовах;

- передачі технологій видобутку та використання викопних джерел енергії з метою забезпечення екологічного балансу як багаторівневого і послідовного процесу, що поєднує інституційні, фінансові, правові, інноваційні та виробничо-локалізаційні можливості міжнародної економічної взаємодії зі забезпечення глобального енергетичного переходу.

Посиленню аналітичної складової роботи Інституту сприятимуть наведені узагальнені та проаналізовані дані і запропоновані підходи, розроблені провідними міжнародними інституціями, зокрема International Energy Agency (IEA), міжнародний дослідницький центр Rocky Mountain Institute (RMI в США) та International Renewable Energy Agency (IRENA), що пропонують сценарні моделі та оцінку економічних і технологічних перспектив розвитку, зокрема вугільної промисловості. Важливим орієнтиром виступає також кліматична архітектура, закріплена у рамках United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), що визначає глобальні цілі та механізми декарбонізації.

Теоретичні і практичні напрацювання та запропоновані С.В. Онисюком шляхи удосконалення механізмів міжнародної економічної взаємодії сприятимуть посиленню і розширенню науково-дослідницьких ініціатив Інституту.

Директор,
Голова Вченої ради,
к. держ. упр.



Леонід ДУДКА



Bratislava, February 4, 2026

VICE-RECTOR

for Research,
State University "Kyiv Aviation Institute"

Dear Mr. Vice-Rector,

"Carpathian Platform" - International NGO with headquarters in Bratislava that promotes the development of the Carpathian macro-region through the creation and support of academic, socio-cultural, environmental and commercial initiatives and projects. To do this, we conduct research, advocate for changes in the transition to clean, affordable and safe energy, organize communication, charity and socio-cultural campaigns, as well as search for new ones.

NGO's priority focus has been on joining global initiatives to implement projects related to addressing the challenges of the global energy transition.

We gratefully accepted Serhiy Onisyuk's dissertation, "Strengthening the Mechanisms of International Economic Cooperation to Ensure the Global Energy Transition," for review and analysis by a group of experts collaborating with the Carpathian Platform. We find out that this work contains conclusions and approaches that could be useful in our ongoing work. We consider particularly important the dissertation's provisions concerning the application of a wide range of economic levers for managing global energy transition processes, which are well described and assessed in this work, as well as the numerous proposals for various forms of international economic cooperation in this area. Analyzing the consequences and patterns of their use is undoubtedly an important scientific direction that helps to eliminate many problems on the way to global energy transition.

We would like to inform you that we are deeply interested in expanding our scientific collaboration, and in particular, engaging specialists working on issues of the global energy transition.

Sincerely,

Chairman of Carpathian Platform

Pyliayev Rostyslav

