

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА

КОГУТ-ФЕРЕНС ОКСАНА ІГОРІВНА

**РОЗВИТОК СВІТОВОГО РИНКУ ЕНЕРГЕТИКИ:
ТРАНСФОРМАЦІЙНИЙ ДИСКУРС**

МОНОГРАФІЯ

Івано-Франківськ
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
2023

УДК 620.9[331.5:339.9]005.44-048.76
К57

*Рекомендовано до друку Вченою радою Прикарпатського національного
університету імені Василя Стефаника
Протокол № 2 від 28 лютого 2023 року*

Рецензенти:

С. П. Калініна – доктор економічних наук, професор;

Є. В. Савельєв – доктор економічних наук, професор;

І. Є. Журба – доктор економічних наук, професор.

Когут-Ференс О. І.

К57 Розвиток світового ринку енергетики: трансформаційний
дискурс : монографія. Івано-Франківськ : Прикарпат. нац.
ун-т ім. В. Стефаника, 2023. 230 с.

ISBN 978-966-640-545-9

У монографія розглянуто специфіку сучасної трансформації світового ринку енергетики.

Здійснено аналітичний дискурс формування основних векторів розвитку світового ринку енергетики в контексті глобальних соціально-економічних та суспільно-політичних змін та досліджено їх потенційний вплив на систему міжнародних економічних відносин. Особливу увагу приділено механізму впровадження стратегій розвитку альтернативної енергетики на регіональному та глобальному рівнях.

Книга адресована науковцям та викладачам, спеціалістам у області розробки енергетичної стратегії розвитку суб'єктів усіх рівнів міжнародних економічних відносин, студентам та аспірантам економічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

УДК 620.9[331.5:339.9]005.44-048.76

The monograph examines the specifics of the modern transformation of the world energy market.

An analytical discussion of the formation of the main vectors of the development of the world energy market in the context of global socio-economic and socio-political changes was carried out, and their potential impact on the system of international economic relations was investigated. Special attention is paid to the mechanism of implementation of alternative energy development strategies at the regional and global levels.

The book is addressed to scientists and teachers, specialists in the field of developing an energy strategy for the development of subjects of all levels of international economic relations, students and post-graduate students of economic specialties of higher educational institutions.

ISBN 978-966-640-545-9

© Когут-Ференс О. І., 2023

© Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
<i>Розділ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТОВОГО РИНКУ ЕНЕРГЕТИКИ.....</i>	7
1.1. Теоретичні концепції розвитку та функціонування світового ринку енергетики	7
1.2. Методи дослідження функціонування світового ринку енергетики	19
1.3. Ключові сучасні тренди розвитку світового енергоринку	32
<i>Розділ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТОВОГО РИНКУ ЕНЕРГЕТИКИ</i>	47
2.1. Організаційний механізм функціонування світового енергоринку	47
2.2. Основні засади та норми, які покладені в основу функціонування світового ринку енергетики	61
2.3. Модель ринку енергетики та напрями її трансформації	75
<i>Розділ 3. СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ТА СПЕЦИФІКА ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТОВОГО ЕНЕРГОРИНКУ.....</i>	92
3.1. Сучасний стан розвитку світового ринку енергетики	92
3.2. Аналіз світової торгівлі енергоресурсами	103
3.3. Оцінювання рівня прозорості ринку енергетики.....	116
3.4. Регулювання функціонування сучасного енергоринку..	131
<i>Розділ 4. ГЛОБАЛЬНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ РИНКУ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЙОГО МОЖЛИВІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ.....</i>	145
4.1. Вплив поширення пандемії COVID-19 на світовий енергетичний ринок	145

4.2. Пріоритетність диверсифікації енергоресурсів в площині концепції енергобезпеки зумовленою війною у Україні	156
4.3. Енергетична криза в країнах ЄС: нові виклики для «зеленої» політики Союзу	171
4.4. Потенційні моделі трансформації світового енергоринку до 2030 року (регіональний та глобальний підходи)	184
ВИСНОВКИ.....	201
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	203
ДОДАТКИ.....	223

ВСТУП

*Вартість російського газу та нафти
вимірюється не в доларах США, євро чи
фунтах стерлінгах, а в кількості вбитих
громадян та закатованих дітей України...*

Світовий енергетичний ландшафт зазнає суттєвих трансформаційних змін, визначення та дослідження яких є важливим компонентом побудови економічної стратегії розвитку, як на рівні розвитку національної економіки країни, так і на рівні глобальної економічної системи.

Глобалізація, урбанізація та гіперфінансіалізація формують середовище розвитку сучасної світової економіки, де енергетика є ключовим сегментом. Попит на енергоресурси має постійно зростаючу тенденцію через зростання електрифікації економіки, розвиток побутових умов, та загалом зростання чисельності населення світу, попри відсутність розподільчих мереж, а, отже, і доступу до світла на територіях багатьох країн, що розвиваються, дефіцит енергоресурсів є відчутним.

Загострюють питання дефіциту енергоресурсів на світовому ринку ряд чинників, а саме: непрозорі умови його функціонування, наявність певного монопольного контролю з боку країн-експортерів викопних ресурсів та відсутність чітких механізмів регулювання й забезпечення конкуренції.

Ескалація кризових явищ, поширення пандемії COVID-19 та воєнне вторгнення Росії в Україну пришвидшили трансформаційні процеси на світовому ринку енергетики, які були раніше зумовлені глобальними кліматичними змінами та вичерпністю традиційних ресурсів.

В контексті сучасних світових змін трансформація ринку енергетики лежить не лише в площині економічних зисків чи збереженні

кліматичних умов, а й у площині національної економічної та політичної безпеки кожної енергетично експортозалежної країни світу.

Таким чином, однією з ключових тенденцій розвитку світового ринку енергетики є формування стратегії широкого впровадження альтернативних джерел енергії, які можуть вирішити ряд існуючих проблем у світовій енергетичній системі. Слід зазначити, що повний перехід на відновлювальну енергетику є довготривалим процесом і, в сучасних реаліях, фактично неможливий, проте, при формуванні раціональної та конкретної стратегії, може бути імплементований деякими провідними країнами світу, а через певний період часу, і всією глобальною економікою.

Враховуючи значення енергетики для світового розвитку, наукове дослідження її трансформації, побудова глобальної моделі переходу та розробка удосконаленої системи регулювання світового ринку енергетичних ресурсів, є гіперважливим елементом для стабільного розвитку глобальної економіки та збільшення добробуту усього населення світу.

Трансформаційні процеси на світовому ринку енергетики можуть стати основою для формування оновленої національної енергосистеми України, яка буде базуватися на енергоефективності, енергонезалежності, раціональності споживання та стане основою для економічного зростання країни після завершення російсько-української війни.

Розділ 1.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТОВОГО РИНКУ ЕНЕРГЕТИКИ

1.1. Теоретичні концепції розвитку та функціонування світового ринку енергетики

Однією з основних умов стабільного розвитку будь-якої економічної системи є доступ до затребуваного обсягу енергії. Глобальні проблеми сучасності, такі як брак їжі та питної води, глобальні кліматичні зміни, значне погіршення навколишнього середовища, є, в тій чи іншій мірі, дотичними до енергетики. Для запобігання катастрофічних світових наслідків у великомасштабній діяльності, пов'язаних з енергетикою, необхідно усвідомити пріоритет використання енергії, який би базувався на раціональному енергоефективному споживанні та диверсифікації енергоресурсів з меншою шкодою для навколишнього середовища в порівнянні з традиційними джерелами енергетики.

Невід'ємність та пріоритетність стабільної енергетичної складової у соціальному та економічному розвитку людства підтверджена дослідженнями Інституту енергії 21 століття Американської торгової палати. Враховуючи циклічність світової економіки, та наявність світових економічних і фінансових криз, попит на енергоресурси залишається нееластичним за ціною, обсяги їх споживання мають постійну загальну тенденцію зростання. Це можна чітко простежити в таких країнах, економіка яких знаходиться у фазі економічного пожвавлення, та є експортоорієнтованою, зокрема, це нові індустріальні країни та економіки (Сінгапур, Тайвань, Гонконг, Бразилія), Китай та інші. Неоднорідність та виключне володіння викопними енергоресурсами певних країн та регіонів формує непропорційне забезпечення, а, отже, і непропорційне споживання енергоресурсів, їх брак для задоволення внутрішнього попиту на енергію в певних країнах світу. Відповідно

до результатів дослідження МЕА (Міжнародного енергетичного агентства) більше 1 млрд людей у світі не мають можливості у своїх країнах споживати сучасні енергетичні послуги, що, відповідно, не дає змоги швидко розвиватися економікам їхніх країн та досягати показників економічно розвинених країн [1].

Проблема дослідження розвитку й функціонування світового ринку енергоресурсів є глибоко аналізованою та концептуально описаною багатьма зарубіжними і вітчизняними науковцями. Проте, враховуючи динамічність, високу волатильність цін на енергоресурси, непередбачуваність та складність прогнозування, не існує однієї загальної концепції, яка б повністю характеризувала світовий ринок енергетики.

З моменту розвідування родовищ і широкого застосування нафти, як ключового енергоресурсу, та до моменту активного впровадження альтернативних джерел енергетики і підписання в 1997 році Кіотського протоколу, основним принципом якого було скорочення викидів парникових газів в атмосферу [2], дослідження світового ринку нафти було пріоритетним.

Jacques Cremer і Djavad Salehi-Isfahani, на основі проведеного аналізу досліджень щодо функціонування світового ринку, які проводилися протягом п'ятнадцяти років [3], умовно поділили усі моделі на три типи:

- на неформальні (без або з використанням мінімальних математичних розрахунків);
- математичне моделювання;
- теоретичні системи аналізу.

Неформальні моделі можна ще розділити на два підтипи, а саме: монопольні та конкурентні моделі (наявність чи відсутність яскраво вираженого лідера ринку).

Математичне моделювання умовно поділене на три підтипи: оптимізаційні моделі, енергетичного балансу та моделі відновлення позиції. Під час енергетичних криз і перших світових нафтових ембарго у 1970-ті роки, математичним моделюванням світового ринку нафти займалися такі зарубіжні науковці, як Michel Kennedy [4], Ali Ezzati [5], Jacques Cremer і Martin Weitzman [6], Stephen Salant [7], Robert

Pindyck [8]. Науковий доробок усіх вище перелічених дослідників полягав у тестуванні висунутої гіпотези щодо структури та механізму функціонування світового ринку нафти і наявного рівня монопольного контролю, проте в жодній із робіт не описано повністю модель, яка б характеризувала ключовий сегмент енергетичного ринку – нафтовий [9].

Тому автором раніше було систематизовано дослідження світового ринку нафти та схематично сформовано їх узагальнення (рис. 1.1), де можна чітко побачити, що наукові гіпотези є суперечливими, а отже, світовий ринок нафти, як світовий ринок енергетики, є дуже динамічним та складно прогнозованим.



Рис. 1.1. Узагальнення економічних досліджень світового ринку нафти
Джерело: [9]

Домінування на світовому енергетичному ринку все ж таки вичерпних енергоресурсів, свідчить про недостатню трансформацію світової енергосистеми у ракурсі технологій, а, отже, першість за собою в глобальному контексті залишають країни, які володіють природними покладами, а не новітніми технологіями в розробці ВДЕ, саме тому, на досліджуваному ринку залишається монопольний контроль з боку країн з високою забезпеченістю природним газом, нафтою та вугіллям. Дослідження ступеня цього монопольного контролю залежить від ряду факторів таких, як регіон світу, наявність чи відсутність на конкретному регіональному ринку декількох країн-експортерів вичерпних ресурсів, метод взаємодії суб'єктів ринку (співпраця чи суперництво) тощо, проте стверджувати, що світовий енергетичний ринок є однорідно не конкурентним – недоцільно.

Тому проблематика дослідження глобального та регіональних ринків енергетики є відкритою для наукових досліджень. Так, за результатами досліджень таких науковців як Станіслав Мілевський, Владіслав Хвостенко та Марзія Мемедлі, найбільш розвідані запаси викопних енергоресурсів у Каспійському морі є в Казахстані. Зовнішня політика Казахстану у основному базується на національній енергетичній стратегії, яка може забезпечити значний приплив коштів від експорту енергоресурсів та швидке економічне зростання. Незважаючи на те, що поклади нафти в Казахстані були розвідані відносно недавно, вони значно вплинули на геополітичне становище країни у світі. В регіональному контексті Казахстан в Центральній Азії має конкурентів на ринку енергоресурсів, тому намагається швидко інтегруватися в глобальну енергосистему через диверсифікацію шляхів транспортування, збільшення обсягів видобутку та налагодження механізмів швидкого збуту [10].

Ярослава Столярчук та Дмитро Бусярев у своєму дослідженні доводять значний вплив на світовий ринок енергетики транснаціональних компаній, коло яких на енергетичному ринку стає все вужчим. Група нафтогазових ТНК шляхом поглинання та злиття здійснюють перерозподіл ринку і збільшують свій монопольний вплив, при цьому інвестуючи в новітні розробки та технології значний капітал задля значного збільшення в майбутньому своїх доходів та

втримання існуючої частки ринку. В руках обмеженої кількості гравців зосереджено колосальні гроші, ресурсні та матеріально-технічні бази, які забезпечують їм значний вплив не лише на енергетичний ринок, а й на глобальну економічну систему та міжнародний бізнес [11].

Науково актуальне дослідження Jamaliah Abdul-Majid визначає вплив етнічного різноманіття управлінської ланки енергетичних компаній на розробку стратегії гудвілу, його списання, формування його ціни та ринкові позиції, загалом, конкретних суб'єктів. В сучасних реаліях дуже часто не своєчасне зменшення реальних витрат на гудвіл в розрахунках, переоцінення його корисності та ефективності призводить до тимчасового завищення його вартості. Результати дослідження Jamaliah Abdul-Majid не підтвердили наявності суттєвого впливу на списання та формування ринкової ціни на гудвіл з боку етнічної різноманітності топ-менеджменту енергетичних компаній [12].

Анатолій Румянцев вважає, що ринок енергоресурсів є мінливим, але основною ресурсною базою забезпечення функціонування світової економіки є природний газ та нафта, вплив яких на останню є достатньо дуалістичним. Адже, вичерпні енергоресурси забезпечують економічне зростання країн та економіки в цілому, але при цьому їхнє виключне володіння змінює позиції світових геополітичних гравців, вплив яких поширюється на усі сфери взаємодії держав на міжнародній арені. Тому розвиток альтернативних джерел енергетики залишається стратегічно пріоритетним для усіх країн світу [13].

Степан Барна і Ярослав Шпак, в свою чергу, зазначають, що важливим є усвідомлення споживачами важливості заощаджень та зменшення споживання енергоресурсів шляхом розвитку новітніх технологій, які зможуть забезпечити такий енергоефективний процес [14].

Насправді, розумне споживання є концепцією не лише споживання кінцевих товарів та послуг споживачами, а й концепцією раціонального споживання енергоресурсів усіма суб'єктами світового господарства та усіх рівнів ведення господарської діяльності.

Усі економіки є енергозалежними та чутливими до змін на світовому енергетичному ринку, тому енергоефективність й екологічність є ключовими аспектами концепції розвитку глобальної енергетичної системи.

Зокрема, енергоефективність повинна включати такі компоненти як:

- забезпечення значної частини населення планети енергозберігаючими побутовими приладами освітлення;
- утеплення будівель будь-якого типу призначення в тих регіонах світу, де найбільше використовують обігрів приміщень в силу кліматичних умов і географічного розташування;
- встановлення енергозберігаючих вікон, дверей тощо.

Можливості підвищення екологічності світового енергетичного ринку:

- припинити масову вирубку лісів;
- зменшити споживання вугілля, зокрема і в Україні;
- скоротити використання транспортних засобів, в основному у великих мегаполісах;
- зобов'язати великі компанії та підприємства провадити екологізовану політику, яка б забезпечила значне зниження шкідливих викидів в атмосферу (ключову увагу приділивши країнам, що розвиваються, які є реципієнтами прямих іноземних інвестицій);
- заохочення технологічного прориву в області транспортування, а саме, розробку та ефективне впровадження видів транспорту з нульовими викидами.

Anne Immonen, Jussi Kiljander і Matti Aro у своєму дослідженні, проведеному в 2020 році, зазначають, що в недалекому майбутньому споживачі відіграватимуть ключову роль на світовому енергетичному ринку. Будинки та комерційна нерухомість з інтелектуальними пристроями, які будуть енергоефективними та працюватимуть на альтернативних джерелах енергетики, сформуують гнучкий попит, а, отже, енергетичний ринок стане гнучким та еластичним до змін цін на енергоресурси. Окрім того, споживачі стають активними гравцями на ринку, усвідомлюючи ефект, який чинить їх поведінка на загальні ринкові тенденції. Мета наукового дослідження полягала у прогнозуванні можливого вектору розвитку енергетичного ринку відповідно до змін цілей та поведінки усіх суб'єктів енергетичної сфери. Результати дослідження показали, що більше двох третин опитаних респондентів (резидентів Фінляндії) позитивно ставляться до розумних технологій, навіть при

наявності стороннього контролю щодо обсягів споживання енергії. Загалом суспільство цікавиться розвитком енергетики та глобальної ситуації на енергетичному ринку. Більше половини опитаних готові допустити третіх сторін для здійснення контролю над використання власних електроприладів для отримання переваг та зміни своєї поведінки споживача в напрямку раціонального споживання. Вигоди, переважно, базувалися на фінансовому заощадженні, але і близько 25% опитаних виявили стурбованість щодо стану екології та викидів в атмосферу шкідливих газів, тому екологічність раціонального споживання енергоресурсів для них є ключовою. Такі результати свідчать про те, що кінцеві споживачі стають все більш активними гравцями ринку, попит гнучкішим, відповідно ринок – конкурентнішим [15].

Проте, слід зауважити, що дане дослідження було проведене у високорозвиненій країні світу з екологізованою економікою, тому це не є загальносвітовою тенденцією, яка присутня на усіх регіональних енергетичних ринках.

Ikhlaas Gurrīb досліджував енергетичний ринок в основному в контексті торгівлі ф'ючерсами на американських біржах. Фактично, Китай імпортує більше сировини нафти, ніж США, проте ф'ючерсні ринки на Нью-Йоркській товарній біржі, де здійснюють торгівлю викопними енергоресурсами залишаються найбільш активними. Його дослідження ґрунтувалися на аналізі взаємозв'язків між енергетичними ф'ючерсними ринками, індексами акцій та фінансовими умовами. Ikhlaas Gurrīb у дослідженні протестував чи існує прямий вплив на основні акції США, ринкові індекси, наприклад, такі як Nasdaq Composite Index, з боку запропонованого індексу енергетичних ф'ючерсних ринків, розробленого на базі звітів найбільших хеджерів та спекулянтів торгівлі ресурсами. Науковцем було представлено індекс енергетичних ф'ючерсних контрактів на основі ф'ючерсних контрактів на енергоносії, якими найбільш активно торгують на біржах США [16]. Таким чином, вивчення основних тенденцій сучасного світового енергетичного ринку є актуальною темою дослідження на основі різних підходів.

Сталою діяльністю в енергетичному секторі є здатність задовольняти поточні енергетичні потреби, не руйнуючи здатність або

задоволення потреб майбутніх поколінь з балансом між економічними, соціальними та екологічними потребами. Будь-які зусилля щоб зробити діяльність стійкою, негайно викликають необхідність встановити кількісні критерії стійкості.

Сталість в енергетичному секторі виходить далеко за рамки звичайних енергетичних або економічних показників, таких як споживання продукції, ефективність перетворення та витрати. Соціальна, політична, освітня, медична та екологічна цілі також повинні бути враховані як короткострокові, так і довгострокові. Дані цілі важко оцінити кількісно, продуктивність залежить від країни та середовища, і, навіть, від спільноти, до якої вони будуть застосовані [14; 17]. Через різну динаміку стійкості в енергетичному секторі, особливо в умовах війни в Україні, необхідна розробка концептуальних рамок, які показують взаємодію важливих елементів необхідних для сталого розвитку світового енергетичного ринку.

Тенденції впровадження цілей сталого розвитку є одним з аспектів трансформації світового ринку енергетики. Енергетична трансформація може бути зумовлена, як урядовими політиками певних держав, так і сукупністю ряду глобальних чинників, які створюють середовище розвитку сучасних міжнародних економічних відносин.

Економічними чинниками трансформації світового ринку енергетики є:

- постійне зростання обсягів світової торгівлі енергоресурсами;
- розробка нових технологій для розвідки, дослідження видобутку та виробництва енергетичних ресурсів;
- зростання логістичного ланцюга поставок вичерпних енергоресурсів, внаслідок розширення ринків збуту країн з надлишковою забезпеченістю традиційними енергоресурсами;
- злиття та поглинання великими енергетичними компаніями менших, з метою збереження монопольного становища на ринку, та, відповідно, формування вертикально-інтегрованої системи бізнесу в енергетичній сфері.

До політичних чинників, на думку автора, слід віднести:

- формування енергетичної стратегії багатьох країн світу на основі концепції декарбонізованої економіки;

- глобальна стратегія збереження клімату;
- прагнення здійснити перерозподіл сфер впливу на міжнародній арені, якими володіють країни-експортери енергоресурсів.

Тому економічні, політичні, екологічні та інші чинники зумовлюють трансформаційні процеси на світовому енергетичному ринку, точний вектор та темп розвитку яких, в силу нестабільного і непрозорого середовища, важко спрогнозувати.

Пошук реальних повноцінних замінників викопним енергоресурсам є передовим завданням для економік, залежних від імпорту енергоресурсів.

Розроблення нової концепції водневої енергетики, яка б могла стати альтернативою по відношенні до нафти та природного газу, є науковим напрямом дослідження багатьох вчених. У високорозвинених країнах поступово впроваджують концепцію розробки та застосування технологій енергоустановок на паливних елементах задля створення розгалуженої системи, яка в майбутньому може бути використана при створенні національної водневої інфраструктури. Україна має перспективу розвитку водневих технологій, які можуть стати запорукою національної енергоефективності та енергетичної безпеки, проте є значні прогалини нормативно-законодавчої бази щодо виробництва чи імпорту, сертифікації та патентування відповідного обладнання [18].

В енергетичному контексті, Україна з моменту відновлення своєї незалежності завжди була енергетично залежною від імпорту ресурсів, ключова частина якого надходила з Росії, Білорусії та Казахстану. Приєднання України в лютому 2022 року до європейської енергосистеми, дало можливість дезінтегруватися від пострадянського енергетичного простору та будувати нову концепцію енергетичного розвитку країни відповідно до норм енергетичного права ЄС. Власне, збільшення продавців на українському ринку енергетики, диверсифікація джерел поставок та провадження концепції енергоефективності – є ключовими складовими розвитку енергосистеми України після завершення війни та відновлення своїх державних кордонів.

Ефективне управління енергетичним сектором економіки країни є основою формування конкурентної, технологічно розвиненої, ліберальної та зростаючої економіки. Так, на думку багатьох науковців

(Тетяни Курбатової, Романа Сидорцова, Ірини Сотник, Олександра Теліженка, Тетяни Скібіни та Гинек Рубік), власне, система управління енергосектором України потребує суттєвого реформування та покращення, яке може бути досягнуто виключно через збільшення рівня енергоефективності, впровадження ефективного сучасного менеджменту для забезпечення стабільного розвитку відновлювальної енергетики та побудови незалежної енергетичної системи України [19].

Найбільш вражаючим результатом аналізу глобальних енергетичних проблем є величезний ступінь невизначеності, пов'язаної з майже всіма питаннями енергетики. Дуже мало питань перетинаються в області пріоритетів дій, а це вказує на те, що чіткий фокус і встановлення пріоритетів є складними. У перший рік пандемії всі питання демонстрували значне зростання невизначеності, і хоча очікувалося, що ця висхідна траєкторія зменшиться з послабленням пандемії та відновленням глобальної торгівлі, натомість невизначеність збільшується.

Економічне зростання продовжує турбувати світових лідерів енергетики, шлях виходу зі збою, викликаного пандемією COVID-19 та війною, нешвидкий. Надзвичайна ситуація у сфері охорони здоров'я та безпеки підкреслила існуючі соціальні проблеми, зокрема, зростання розбіжностей у багатстві, нерівномірний економічний вплив тощо, і мала короткостроковий період істотного впливу на глобальну, регіональну та національну продуктивність.

Відбулося значне підвищення державних видатків, але в багатьох країнах ці витрати не були спрямовані на екологічно чисті інноваційні рішення. Ці короткострокові заходи неминуче матимуть довгостроковий вплив на інвестиції в енергетичний сектор, пом'якшення клімату, адаптацію та інші необхідні заходи щодо стійкості. Повні довгострокові наслідки пандемії та війни через деякий час матимуть реверберації.

Надзвичайна ситуація з COVID-19 та війною, як прискорила, так і відстрочила деякі аспекти суспільних змін. Позитивні і негативні наслідки цифровізації радикально прискорилися. Доступ до інформації, важливий фактор способу та якості життя залишається дуже неоднаковим. Роль енергії як рушійної сили цифровізації залишається недооціненою.

Постійне зростання невизначеності, сценарій паузи, який передбачає повернення до допандемійної та довоєнної норми є все більш малоюмовірним. У всьому світі різко зросла невизначеність цін на сировинні товари порівняно з 2021 роком. Рекордне зростання цін на природний газ, особливо у Великобританії та Європі, викликане дефіцитом і вузькими місцями постачання, сприяють невизначеності. Про нестабільність у глобальному, регіональному та національному енергетичних ринках широко повідомляли ЗМІ та міжнародні енергетичні установи.

Північноєвропейські та азіатські газові ринки також увійшли на нову територію як в абсолютному вираженні, так і з точки зору волатильності. Наслідки цього коливання на товарних ринках є глибокими і ще неповністю зрозумілими. Це вплинуло на інвестиційні рішення, що стосуються великих енергетичних проєктів. Геополітика енергетики зазвичай має високі оцінки в списку критичної невизначеності, але цього року вплив цієї проблеми є значно вищим на глобальному рівні, ніж у 2020 році. Цей вищий показник впливу відображає уявлення великих енергетичних гравців, таких як США, Китай при зважуванні в глобальних результатах.

Крім того, країни продовжували поглиблювати енергетичну взаємозалежність одна від одної, незважаючи на рекордне зростання потужностей з відновлюваних джерел енергії, напруженість у торгівлі та тиск на світових лідерів. Ця складність є результатом впливу кожного питання на інші. І складність посилюється різноманітністю місцевих умов. Важко прагнути до глобального консенсусу щодо шляхів перехідного періоду, коли напрямки руху до мети не є однаковими для всіх. Справжньою проблемою стає можливість залучення всіх учасників з енергоринку та суміжних секторів, з усіма їхніми різними обставинами й перспективами, щоб мати можливість краще орієнтуватися в енергетичних викликах разом.

Відновлювані джерела енергії продовжують залишатися давнім пріоритетом дій, оскільки енергетичний сектор реалізує встановлені технології та інтегрує їх в енергетичну систему. Відновлювані джерела енергії закріплюють свої позиції на першому місці в порядку денному пріоритетів дій. Лідери енергетики також виділяють демогра-

фічні моделі як пріоритет дій, хоча, згідно з ними, нижчий загальний рівень невизначеності, ніж у 2021 році. Цей пріоритет дій дуже специфічний для географії регіонів із зростанням міського, молодого населення та одночасним зростанням попиту на енергію, що є ще більше пріоритетним, ніж регіони зі старіючим населенням і рівним або зменшуваним попитом. Такий стан справ свідчить про важливість стабілізації критичних невизначеностей та пошуку практичних шляхів досягнення точки більшої впевненості, яка б знизилася ступінь невизначеності енергоринку, який залишається високим в усіх вимірах, що унеможлиблює визначення стабільної траєкторії розвитку. Отже, необхідно дослідити рушії змін у невизначеності та їх більш широкий вплив на можливі дії.

Значного перелому енергетичний ринок зазнав у період 2020-2022 років, не лише через карантинні обмеження, а й через війну в Україні. Фактично, перспективи попиту та рівень пропозиції енергоресурсів на світовому ринку навіть на майбутній рік є дуже невизначеними.

Скорочення споживання через карантинні обмеження на 4,5% в 2020 році, значно похитнуло ринкові позиції ключових експортерів викопних ресурсів, після початку відновлення глобальної економіки в 2021 році та зростання попиту на енергію до передкарантинного рівня, ринок енергетики сколихнула війна в Україні, яка, окрім жахливих людських та матеріальних втрат, спричинила різке зростання цін на традиційні енергоресурси та можливе значне скорочення попиту через введення в дію економічних санкцій (нафтового ембарго та скорочення поставок природного газу) щодо Росії.

Тому, очевидно, що сучасна концепція розвитку світового ринку енергетики передбачатиме інтегрування стратегій національної енергетичної безпеки та незалежності країн світу в єдину систему, які базуватимуться на енергоефективності та стимулювання альтернативної енергетики. Проте сценарії розвитку світового енергетичного розвитку є досить розмитими та непевними, враховуючи багатофакторний вплив на нього з боку дуже різних чинників.

Темпи та якість економічного розвитку України після завершення війни прямо залежить від забезпеченості економіки енерго-

ресурсами, тому формування ефективної концепції розвитку енергетики в Україні, навіть короткострокової, враховуючи специфічність ринку, є пріоритетним для відновлення нашої країни.

1.2. Методи дослідження функціонування світового ринку енергетики

Природне середовище функціонування світового ринку енергетики є своєрідним, виключно унікальним та специфічним, його аналіз вимагає синтезу багатьох методів та наукових концепцій.

Як уже зазначалося вище, неоднорідність забезпечення природними ресурсами, частка яких в енергетичному балансі є ключовою, та при споживчій необхідності їх у всіх країнах світу, безумовно породжує монопольний контроль на світовому енергетичному ринку.

Науковці у своїх дослідження розвитку та функціонування світового ринку енергетики розробляють різні системи аналізу, які опираються, здебільшого на такі загальнонаукові методи дослідження:

- *аналіз та синтез* – даний метод застосовується для дослідження причинно-наслідкових зв'язків на енергетичному ринку, описує ключові параметри та напрямки трансформації енергетичної системи;
- *статистичний метод* – для визначення специфіки динаміки розвитку ринку та визначення його циклічності;
- *метод компаративного аналізу* – для порівняння регіонального виробництва та споживання енергії, припливу іноземних інвестицій в енергетичний сектор економіки різних регіонів та країн світу, тощо;
- *графічний метод* – очна демонстрація зміни загальних або сегментних ринкових показників (цін, споживання, видобутку тощо);
- *економетричне моделювання* – використовується для виявлення залежності та взаємозв'язків між факторами, які впливають на розвиток світового ринку енергетики, які важко побачити при використанні графічного чи статистичного аналізів [20-22].

З точки зору історичного аналізу, фактично, впродовж 1995-2005 років, дослідження розвитку світового ринку енергетики

базувалося на дослідженні ринків викопних ресурсів (здебільшого нафти) з широким використанням макроекономічного моделювання.

Так, Carol Dahl і Mine Yucel у своїх дослідженнях протестували декілька гіпотез, таких як: динамічну гіпотезу, гіпотезу цільових доходів, конкурентоспроможну, оптимізаційну та картельну гіпотезу щодо взаємодії конкурентів на світовому ринку нафти – задля опису функціонування ОПЕК на світовому енергоринку. Припустивши, що конкурентна динамічна оптимізація витрат покупців (ціна мінус граничні витрати) різна у різні періоди, вони прирівнювали динамічну монопольну оптимізацію (граничний дохід монополіста мінус граничні витрати) у різні періоди і дійшли висновку, що жодних доказів динамічної оптимізації та конкурентоспроможності ринку загалом та з боку країн ОПЕК, зокрема, немає. Крім того, не вдалося знайти жодного підтвердження скоординованості дій та повного дотримання умов картелю. В цілому дослідження вказує на те, що вільна співпраця або дуополя є найкращими моделями, які характеризують поведінку ОПЕК [23]. Для демонстрації можливостей існування ринкових механізмів на світовому ринку нафти у дослідженні були використані такі поняття, як дефіцит і вичерпність ресурсів [9].

James Smith проаналізував усі дослідження світового ринку нафти, які були зроблені до 2005 року та прийшов до висновку, що світовий ринок нафти слід тестувати відповідно до двох гіпотез: наявність ринкової влади (дослідження цінового розриву між ринковими цінами та граничними витратами) та наявність контролю з боку країн-експортерів шляхом прийняття рішень щодо обсягів та цін (тестування впливу рішень ОПЕК на світовий ринок нафти). Відповідно результати дослідження підтвердили, що на світовому ринку нафти існує монопольний контроль, тобто країни ОПЕК спільними зусиллями можуть підвищити ціни на нафту та, відповідно, зменшити ринковий обсяг. Але автором дослідження було також виявлено, що ОПЕК – це об'єднання набагато більше, ніж некооперативна олігополія, але менше, ніж повністю узгоджений картель, де ключове місце належить Саудівській Аравії, Об'єднаним Арабським Еміратам та Кувейту [24].

Проте ринку нафти притаманні ряд особливостей, які суттєво відрізняють його від інших світових ринків. Насамперед нафта є одним із найбільш затребуваних енергоресурсів з постійним високим попитом на нього та достатньо вузькою номенклатурою замінників. Внаслідок цього, можна говорити про достатньо невисоку еластичність попиту на це благо, що розуміло ж, загострює рівень боротьби за них. Ще одна важлива особливість – значні просторові диспропорції у покладах цього ресурсу та значно нижчі диспропорції в обсягах його споживання [9]. Природна нерівномірність забезпечення викопними ресурсами та важливість їх для усього населення планети створюють специфічне середовище функціонування енергоринку, аналіз якого вимагає комбінації як прикладних досліджень, так і теоретичних.

Комбінація різних економетричних моделей та формування результатів в систему, дають змогу пояснити певні процеси на світовому ринку традиційних енергоресурсів, але трансформація розвитку сучасного енергоринку вимагає також аналізу організаційно-правових механізмів, зміни світових тенденцій та політичних настроїв, тому у роботі розроблено багатофакторну систему аналізу розвитку світового ринку енергетики, яка описує її трансформаційні процеси.

Більшість економічних, математичних та економетричних моделей дослідження ринку енергетики намагаються спрогнозувати майбутні світові ціни та обсяги попиту на енергоресурси.

Майбутній попит на енергію в одному регіоні залежить від окремих сценаріїв (залежно від рівня амбіцій), а також від самих досліджень. В основному це пов'язано з різними (регіональними) припущеннями в дослідженнях сценаріїв (і пов'язаних сценаріях) щодо політики енергоефективності, підвищення ефективності та темпів електрифікації в секторах опалення, транспорту та промисловості.

Моделювання ринків викопного палива мають місце при дослідженні формування попиту та пропозиції на них у конкретних регіонах чи географічних територіях. Чим менша географічна територія, тим менший потенційний вплив на світовий ринок, і тим більша ймовірність використання глобальних прогнозних припущень. З іншого боку, чим вища регіональна роздільна здатність моделі, тим вищий

потенційний обмін електроенергією між регіонами та пов'язана з цим потреба моделювати ці енергетичні потоки.

Щоб зрозуміти рівень амбіційності сценаріїв та визначити найважливіші джерела енергії та технології, необхідно проаналізувати структуру первинного енергопостачання та викиди CO₂ на одиницю ВВП у 2030 році. Нами 2030 рік було обрано через обмежений горизонт сценарного аналізу. Таким чином, можна визначити середньострокові перспективи різних сценарних переходів. Для кожного географічного регіону що досліджується, необхідно представити базовий і найбільш амбітний сценарії з точки зору скорочення викидів, а їх значення слід додатково порівняти.

Ціни на пальне піддаються високому ступеню невизначеності через наявність ресурсів, прогнози попиту та глобальну кліматичну політику. Іншими впливовими змінами політики між сценаріями є масштаби та рівень ціноутворення на вуглець, що має великий вплив на відносну вартість використання різних видів палива. Загалом, надбавки до цін на викопне паливо мають сильні стимули для скорочення викидів, що необхідно враховувати при розробці стратегій захисту клімату. Таким чином, сценарії лише з коротко- та середньостроковими перспективами можуть не відповідати глобальним довгостроковим кліматичним цілям або відкидати вищі регіональні витрати, які можуть виникнути внаслідок переходу після 2030 року.

Ключовим аспектом прозорості та точності прогнозування розвитку світового ринку енергетики є документування методів і моделей, які використовуються для сценарних досліджень. Загальні базові припущення, такі як цілі регулювання, не ґрунтуються на результатах моделі, а випливають з інших досліджень та цілей офіційної політики або визначаються в рамках моделі. Кількісні чинники в сценаріях, такі як ціни на пальне та макроекономічний і демографічний розвиток, визначаються припущеннями або розрахунками на основі моделі. Загалом, використання моделей для кількісної оцінки рушійних сил сценаріїв уможливорює потенційну взаємодію моделей між рамками аналізу сценаріїв і моделями, чутливими до ціни, що, в принципі, може покращити внутрішню узгодженість (особливо з огляду на те, якою мірою на результати макроекономічної моделі впливають рівні

попиту на енергію, впроваджені технології або ціни на електроенергію для окремих шляхів переходу). Потенціал відновлюваної енергії з відповідними профілями потужності враховується лише в наднаціональних моделях, які використовуються для моделювання імпорту та експорту електроенергії.

Заводи з переробки та постачання палива, нафтопереробні заводи та інші енергетичні заводи (включаючи виробництво біопалива, інші нафтопереробні заводи) моделюються щорічно незалежно від сектора виробництва електроенергії. Це також забезпечує міжнародну торгівлю твердою біомасою та біопаливом між регіонами світу.

Виробництво водню та інші технологічні ланцюги (зокрема, метанування) моделюються з використанням чистого збільшення попиту на електроенергію, тоді як підмодель постачання водню використовується для інтеграції багатьох технологій виробництва, зберігання, розподілу та кінцевого використання. Врахування інфраструктурних витрат у широкомасштабному використанні водню (або його похідних) у транспорті, промисловості та секторах виробництва електроенергії, може суттєво вплинути на результати моделі.

Інвестиції в мережі передачі енергії є функцією збільшення попиту з додатковими витратами на мережі передачі, що виникають через специфічні витрати на інтеграцію мереж відновлюваних джерел. Можна зробити висновок, що всі мережі передачі та системи зберігання енергії моделюються в дослідженні як методологічне розширення сценарного аналізу. Однак моделювання сітки та генерування результатів і звітів аналізу відрізняються. Крім того, не існує оптимального за витратами розширення мережі. З іншого боку, розширення мережевої інфраструктури між країнами є оптимальним з точки зору витрат.

Змішані моделі різних секторів, особливо електроенергії-тепла, електроенергії-газу та електроенергії-транспортування, слід розглядати для вирішення внутрішніх коливань енергії та багатогалузевої електрифікації, особливо в сценаріях глибокої дефосилізації. Однак, зв'язок моделей з точки зору вхідних і вихідних даних на основі моделей із зовнішніми припущеннями незавжди чітко вказується в дослідженнях. З наукової точки зору, зазвичай, немає задовільних причин для включення моделі.

Прикладом зв'язку моделей між природно незалежними типами моделей є інтеграція макроекономічних даних, отриманих із низхідних моделей, у розрахунки рушійних змінних, таких як зростання ВВП або розвиток населення. Крім того, інформація про ітерації між моделями, яка може бути ключовою для остаточних рекомендацій щодо політики, представлена недостатньо. Зокрема, можна припустити, що інтеграція змодельованих майбутніх цін на електроенергію в макроекономічній моделі має сильний вплив на відповідні рушійні сили економічного зростання, що впливає на попит на енергію та діяльність, пов'язану з транспортом. Цей аналіз свідчить про те, що спроби досягти узгодженого зв'язку моделі з точки зору даних та інтеграцій, також можуть значною мірою залежати від того, чи походить модель від однієї установи (групи), чи дані потрібно поширювати між кількома установами (групами).

Вимоги до параметризації моделі та визначення вхідних даних для сценарію значною мірою залежать від сектору, техніки, а також просторової та часової роздільної здатності дослідження. Перевірка моделі базується на детальному обговоренні сильних і слабких сторін моделі (параметрів, змінних і формул) та порівняння результатів моделі з реальними даними. Ідея валідації полягає в тому, щоб перевірити, чи відповідає продуктивність моделі очікуванням і чи відповідає модель встановленим цілям. Перевірочні тести для тестування вихідних даних моделі можна проводити як всередині (самотестування включене в дослідження), так і ззовні (зворотний зв'язок від інших дослідників). Зовнішня перевірка часто відображається в науці та громадському сприйнятті поза межами аналізу.

Розвиток світового ринку енергетики визначається певними факторами та їх класифікацією. До класифікації факторів розвитку світового ринку енергетики додано фактори цифрової енергетики та соціальні. Таким чином, фактори, що прямо чи опосередковано впливають на світовий ринок енергетичних ресурсів включають:

- політичні фактори;
- природні фактори (запаси і видобуток);
- економічні фактори (енергоефективність, рентабельність);
- технологічні фактори;
- екологічні фактори;

- фактори цифрової енергетики;
- соціальні фактори (задоволеність виробників, продуктивність працівників).

Політичні фактори передбачають собою національні, наднаціональні та глобальні стратегії розвитку ринку енергетики. Політична воля є одним з важливіших елементів впровадження вуглецево-нейтральної економіки та має прямий вплив на вирішення екологічних проблем та формування системи екологічних факторів.

Економічні та технологічні фактори є взаємопов'язані та взаємодоповнюючі. Рентабельність, а, отже, широке застосування в практиці відновлюваних джерел енергетики, пов'язане із ступенем розвитку технології, їх витратністю та окупністю. Вплив технологій на ринок викопних енергоресурсів визначається періодом вичерпності, рівнем втрат при видобуванні, швидкому транспортуванню та раціональному споживанні.

Зрозуміло, що глобальні потепління, забруднення атмосфери та ґрунтів, забруднення світового океану та прісних річок, тягнуть за собою безповоротні жахливі зміни для населення, тому важливість екологічних факторів важко спростувати та неможливо заперечити.

Соціальні фактори зумовлені глобальною стратегією соціального розвитку в площині концепції сталого економічного розвитку, що потребує удосконалення класифікації факторів розвитку глобального енергоринку (*рис. 1.2*).

Майбутнє цифрової енергетики є беззаперечно перспективним. Децентралізована енергетична система забезпечить прозорі механізми функціонування енергоринку, рівноцінний доступ споживачів до енергоресурсів та забезпечить відносно сталий розвиток світової системи енергетики.

Впровадження глобальної системи цифрової енергетики дасть можливість економіці бути більш стійкою до різних шоків, прогнозованою та відкритою, проте на сучасному етапі розвитку складно говорити про таку загальну систему, радше цифровізація енергетичного сектору має перспективи бути впровадженими економіками розвинених країн, для яких є важливими питання покращення рівня та тривалості життя, збереження екології та клімату, а не виживання та

боротьба з демографічними та продовольчими проблемами, які є ключовими для багатьох країн, що розвиваються, передусім для країн Африки та Азійсько-Тихоокеанського регіону.

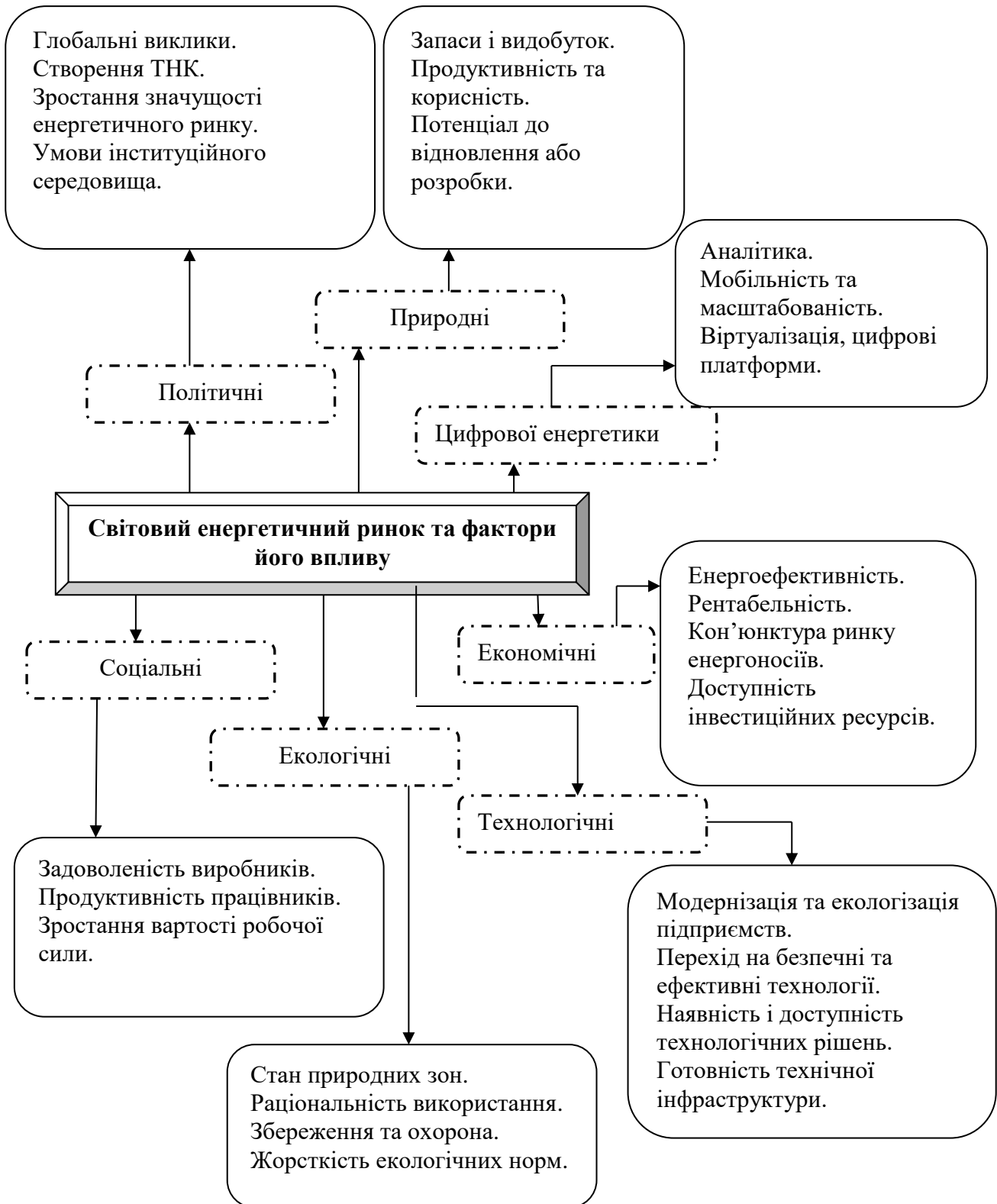


Рис. 1.2. Класифікація факторів розвитку глобального енергоринку

Джерело: власна розробка автора

Період 2022-2023 рр. є визначальним для формування новітньої площини пріоритетів та критичних невизначеностей для глобального світового ринку енергетики. Базове уявлення про моделі трансформації світового ринку енергетики формує схема критичних невизначеностей та пріоритетів (рис. 1.3).

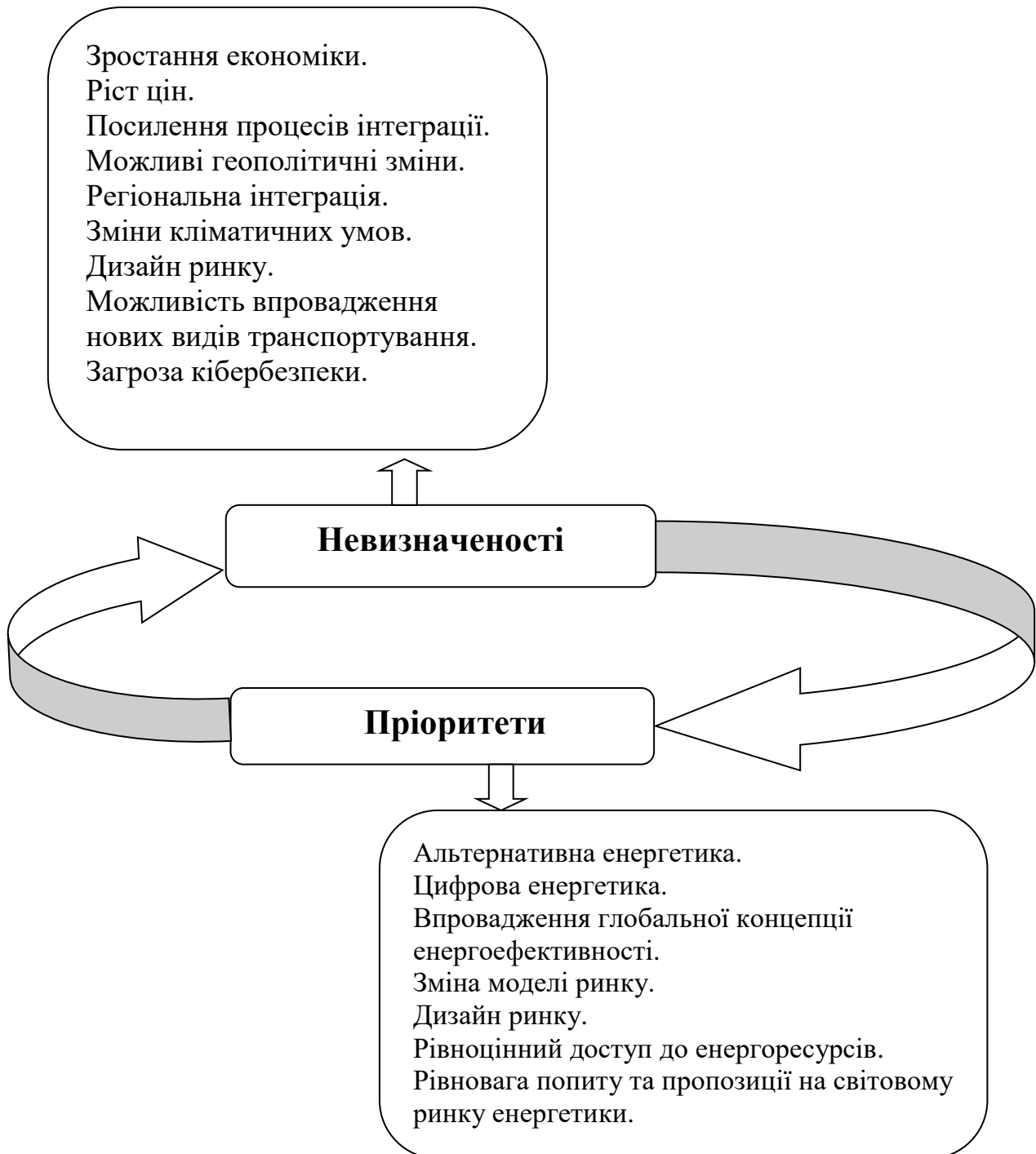


Рис. 1.3. Невизначеності та пріоритети розвитку світового енергоринку
Джерело: власна розробка автора

На глобальному енергоринку існують критичні невизначеності в більшості питань, які пов'язані з цінами на енергетичні ресурси, геополітикою, змінами клімату та загальною моделлю ринку. Контекст високих цін на енергоносії та сировину має великий вплив на конкурентоспроможності галузей і компаній, а також на доступність для внутрішніх споживачів. Соціальний вплив є особливо важливим через те, що малі споживачі електроенергії (включаючи найбільш вразливі верстви населення, які мають право на тарифні знижки) підлягають регульованим цінам, які прив'язані до оптової спотової пропозиції ринку. Цю ситуацію не можна вирішити у короткостроковій перспективі, і країнам світу потрібно буде розумно впоратися з її наслідками, таким чином, гарантуючи, що короткострокові заходи не ставлять під загрозу довгострокові цілі.

Ключовими є заходи щодо захисту найбільш вразливих верств населення та деяких компаній. Як результат, посилилася в інтенсивності необхідність адаптації поточного дизайну і функціонування оптових ринків енергоресурсів до нових реалій, визнаючи важливість роботи в багатьох сферах. До них належать ті, що стосуються винагороди за відновлювані джерела енергії та резервні технології, механізми реагування на попит або дослідження формул, які створюють роздрібні ціни, менш залежні від волатильності, такі як РРА (РРА – довгострокові договори купівлі продажу електричної енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, за якими покупцем електричної енергії виступає не визначене державою підприємство, а приватні компанії) та довгострокові контракти.

Враховуючи те, що багато науковців схиляється до концепції активного використання водню, як ключового енергетичного ресурсу, та включення її до національних урядових та глобальних енергетичних стратегій розвитку, вірогідність витіснення воднем, в недалекому майбутньому, викопного палива є достатньо малою, оскільки така теорія має ряд невизначеностей. Тому, зростання частки відновлюваної енергетики в глобальному енергетичному балансі залишається ключовою з метою збереження екології та формування національної енергетичної безпеки країнами світу.

Соціальне прийняття проектів нової енергії також постає як новий виклик, що також прискорює цифрову трансформацію економіки у таких сферах, як зв'язок, інтелектуальні лічильники електроенергії і розумні міста. Значні можливості також відкриваються для підвищення енергоефективності у будівництві та транспорті.

Тому достатньо складно визначити чинники, які б були ключовими при розробці моделі розвитку світового ринку енергетики.

Формування моделі майбутньої трансформації охоплює ряд взаємопов'язаних явищ:

- прозорість енергоринку;
- глобальні аспекти його регулювання, взаємодія суб'єктів енергетичного бізнесу;
- загальна стратегія зменшення викидів вуглецю;
- формування стратегій енергобезпеки та незалежності;
- оцінка попиту та пропозиції на викопні ресурси;
- засади взаємодія суб'єктів енергетичного бізнесу;
- переосмислення кінцевим споживачем важливості раціонального споживання енергії на основі концепції енергоефективності та заощадження, тощо.

Поєднання за допомогою логічних та аналітичних зв'язків результатів дослідження явищ характерних для світового ринку енергетики є ключовим завданням при формуванні концепції можливого сценарію трансформації світового енергоринку.

З теоретичного опису сценаріїв розвитку ринку енергетики, з метою забезпечення зростання рівня прозорості, він має включати такі аспекти:

1. *Складову соціальної взаємодії.* Важливою слабкістю більшості техніко-економічних енергетичних сценаріїв є відсутність невизначеності та складності в соціальному середовищі. Кілька суспільних факторів, що впливають на розвиток попиту та постачання енергії, часто не чітко розглядаються у звітах про сценарії, включаючи вплив культури на прийняття процесів змін або політики та національних особливостей щодо процесів змін та їх впливу на групи інтересів. Поєднання чітких, якісних і кількісних сюжетних ліній розвитку з енергетичним моделюванням у послідовний і прозорий спосіб, може значно

підвищити стійкість результатів сценарію та висновків [25; 26]. Це може стати основою для розроблення комплексних соціально-технічних сценаріїв, у яких враховано суспільні ризики та можливості, як одні з важливих аспектів трансформації світового ринку енергетики [27; 28]. Важливість суспільного фактору в багатьох дослідженнях опускалося, проте, сучасні глобальні зміни суспільного життя демонструють важливість його включення в систему моделювання.

2. Зближення, координація та співпраця зацікавлених сторін. Залучення усіх суб'єктів енергетичного ринку до розробки глобальної концепції, стратегії розвитку або обговорення отриманих результатів моделювання, може значно вплинути на точність прогнозів щодо розвитку енергоринку. Включення думок зацікавлених сторін можна «виміряти» на семінарах [29], тоді як включення позиції споживачів здебільшого відбувається шляхом проведення вибіркового опитування [14]. Переважна більшість проведених досліджень енергетичних ринків сконцентрована на складному технологічному та економічному аналізах при майже повній відсутності включення в модель інших типів відповідних суспільних цінностей та інтересів [26; 30]. У таких випадках громадські коментарі можуть дати розуміння потенційних суспільних можливостей і обмежень для енергетичних ринків, зокрема, щоб відповісти на запитання про те, які аспекти та конфігурації системи забезпечать соціально прийнятні рівні доступності до ринків енергоресурсів, загальної енергетичної безпеки, енергетичної незалежності та енергоефективності, захисту навколишнього середовища.

3. Аналіз невизначеності ключових вхідних даних. Пов'язані невизначеності можна виявити за допомогою аналізу чутливості, метою якого є визначення ключових чинників. Якщо час обчислень дозволяє багаторазово запускати модель, стохастичні методи є способом включити невеликі (і добре зрозумілі) невизначеності у вхідні дані, особливо за допомогою моделювання Монте-Карло. Більше невідомих і значних невизначеностей можна вирішити за допомогою різних сценаріїв.

Новітні дослідження аналізу макроекономічних параметрів вже будуються на основі аналізу чутливості [31] і витрат на впровадження та використання нових енергетичні технології, як передумов для ви-

значення інвестицій [32], а також технічних параметрів, пов'язаних з багатьма дослідницькими питаннями [33].

Стохастичний підхід здебільшого використовується для оптимізації системи відновлюваної енергетики, зокрема, для багатокритеріального проектування системи [34], або для вирішення невизначеності щодо наявності відновлюваних ресурсів [35]. Дослідження широкого використання відновлювальної енергетики на основі застосування новітніх методів аналізу та поєднання ряду різних концептуальних аспектів, станом на сьогодні, являється найімовірнішим підходом опису сценарію розвитку глобальної декарбонізованої економіки.

4. *Загальна структура моделі та відкриті дані.* Порівнювати та оцінювати сценарні дослідження досить складно, головним чином через різні методи, які використовуються, структури моделі та пов'язані дані. З одного боку, різноманітність моделей допомагає зрозуміти зміни в енергетичній системі, а з іншого – ускладнює розуміння та порівняння результатів. Непрозорі джерела даних і описи моделей створюють додаткові труднощі в оцінці якості аналізу та результатів політичних рекомендацій.

Спільне визначення загальних моделей і структур даних може покращити ситуацію та забезпечити розширені довідкові методи та параметризацію. Такою місією могла б керувати міжнародна організація, але вона потребувала б транснаціонального фінансування та широкого залучення академічних кіл та інших зацікавлених сторін для надання даних й обміну досвідом і перспективами.

Тому методи дослідження сучасного стану розвитку та шляхів трансформації світового ринку нафти є дуже різними, проте, для отримання результатів, які б мали прикладний характер потрібно поєднати в систему дуже широкий ряд компонентів, більшість з яких важко змодельовати використовуючи статистичні дані, адже вони базуються за загальних тенденціях розвитку, політичних концепціях, суспільних ідеях та настроях, імплементації міжнародних договорів, результатів конвенцій, та, зрештою, геополітичних змінах і глобальних викликах, які мають місце на світовій арені з 2019 року і до сьогодні.

1.3. Сучасні тренди розвитку світового енергоринку

Наявність ресурсного забезпечення є ключовим питанням стабільного розвитку світової економічної системи, глобальність якого важко заперечити. Звичайно, воно не так гостро стоїть, як глобальні проблеми людства такі, як продовольча проблема, військові конфлікти та тероризм, проте, всі вони прямо чи опосередковано дотичні до забезпечення енергією, його обсягів, якості й ціни.

Динамічність розвитку світової енергетики формує систему довгострокових та короткострокових трендів розвитку, які в силу глобальних змін, можуть накладатися чи доповнювати одна одну.

Світовий ринок енергетики у найближчі 2-3 роки прогнозовано залишиться монополізованим країнами-експортерами вичерпних ресурсів, тому, побудова енергетичних стратегій розвитку країнами світу, на основі глобальних трендів, ключовими аспектами яких є диверсифікація джерел енергії та енергобезпека, є основою сталого економічного розвитку.

Попри загальні концепції відновлювальної енергетики, відмовитися від викопного палива світовій економіці станом на сьогодні ще не під силу. Тому, фактично, сучасних глобальних енергоринків розвивається на основі двох концепцій: вуглецево-нейтральної економіки та традиційної, де викопне паливо є основою енергетичного забезпечення (рис. 1.4.).

Декарбонізація або впровадження енергетичної концепції вуглецево-нейтральної світової економіки, набирає все більших тенденцій, проте, не з однаковою швидкістю в різних країнах світу.

Незворотність наслідків глобальних кліматичних змін виводить проблему декарбонізації на ключові позиції в міжнародних дебатах та є причиною занепокоєння ряду ключових країн світу. Це пришвидшує необхідність скорочення шкідливих викидів від використання вичерпних енергоресурсів, які після Другої світової війни були рушійною силою економічного розвитку та швидкого зростання багатьох країн світу.



Рис. 1.4. Характеристика розвитку світового енергоринку на основі сучасних тенденцій

Джерело: власна розробка автора

Власне, в європейських країнах норми шкідливих викидів регламентуються з кожним роком все жорсткішими стандартами, що активно стимулює ринок електромобілів. Також у країнах ЄС відбувається значний тиск на бізнес з боку споживачів, регуляторних органів та інвесторів щодо скорочення викидів, які шкідливо впливають на навколишнє середовище. Імплементация Європейської енергетичної стратегії, яка базується на ВДЕ та екологічності, дасть змогу країнам Європейського Союзу декарбонізувати економіку на значну частку в найближчих 5-10 років [36].

Спільна енергетична політика ЄС є одним з ключових компонентів наднаціонального союзу, основними завдання якого є конкуренція на енергоринках, стабільність та безпека поставок ресурсів на європейські ринки. Економіка країн ЄС є залежна від імпорту енергоресурсів більше, ніж на 50%, лівова частка, звичайно ж, припадає на природний газ та сиру нафту, скорочення споживання яких в найближчі роки не прогнозується суттєвим.

Власне, у лютому 2015 року Європейська Комісія представила Рамкову стратегію сталого Енергетичного союзу, з метою формуван-

ня довгострокової політики збереження клімату та контролю рівня шкідливих викидів [37].

Енергетичний союз базується на п'ятьох глобальних аспектах, які, фактично, опираються на загальні тенденції енергоринку, а саме:

- *Низьковуглецева економіка.* Країни Європейського Союзу прагнуть скоротити викиди парникових газів на своїх територіях близько на 40% по відношенню до рівня викидів 1990 року, а середній показник використання ВДЕ по країнах ЄС до 2030 року має бути не нижчим рівня 27% в загальному енергобалансі;

- *Інтегрований європейський енергетичний ринок.* Створення єдиного енергетичного ринку є результатом повної імплементації Третього енергетичного пакету країнами ЄС, який передбачає створення єдиного стабільного конкурентного ринку з низькими цінами на ресурси;

- *Енергетична безпека, довіра та солідарність.* Диверсифікація енергоресурсів є основою формування енергетичної безпеки при наявності повністю злагодженого механізму відповідно до норм європейського права щодо закупки енергоресурсів у третіх країн, формує стає прозоре енергетичне середовище для розвитку економіки країн союзу;

- *Ефективне використання енергії.* Передбачає державне регулювання викидів вуглекислого газу транспортними засобами. Планується здійснювати пропорційне стягнення податку з власників транспортних засобів від рівня шкідливих викидів останніх;

- *Розвиток інноваційних технологій, як запорука створення конкурентоспроможності.* ЄС значну увагу приділяє розробці нових технологій, пов'язаних з пришвидшенням розвитку альтернативної енергетики та широким її використанням громадянами ЄС, а також розробкам розумних енергосистем, енергоефективних побутових приладів, помешкань тощо [38].

Слід звернути увагу, якщо розвинені країни світу рухаються в напрямку вуглецево-нейтральної економіки, за рахунок впровадження стратегії енергоефективності, то країни, що розвиваються, не надають цьому великого економічного значення.

Економічне зростання є передовим завданням для країн, що розвивається, тому економічні проблеми тут часто опускаються чи замовчуються, сконцентровуючи увагу на дешевизні, доступності та швидкості отримання ресурсів. Дуже часто такі країни формально доєднуються до глобальних концепцій збереження кліматичних умов та зменшення негативного впливу від шкідливих викидів, але де-факто не впроваджують відповідні законопроекти на національному рівні, тим самим продовжуючи дбати про власні лише економічні інтереси.

Імператив пришвидшення індустріалізації, урбанізації та економічного розвитку в регіонах, що розвиваються, і надалі призведе до підвищення попиту на енергію, який, ймовірно, в різному ступені задовольнятиметься за рахунок викопного палива.

Якщо прогнози показують, що викиди вуглекислого газу (CO₂), пов'язані з енергетикою, у розвинених країнах зменшаться в сукупності на 3,6 Гт до 2050 року, то для країн, що розвиваються, особливо в Азії, очікується, що вони зростуть. Однак ці загальні тенденції CO₂ маскують значні відмінності між окремими секторами та технологіями.

Глобальні викиди CO₂ від спалювання палива (*рис. 1.5*) залишалися відносно незмінними на рівні 33,62 Гт CO₂ у 2019 році після піку в 33,63 Гт у 2018 році. За останні п'ять років викиди в Китаї продовжували збільшуватися з річним зростанням в середньому на 1,7%. І навпаки, викиди в Сполучених Штатах скоротилися на 3,3% у 2019 році, відновивши трирічний спад, який був ненадовго перерваний у 2018 році. Викиди в Індії ледь зменшилися у 2018 році після постійного зростання протягом багатьох років. Нарешті, викиди CO₂ в Європейському Союзі продовжили свою тенденцію до зниження зі скороченням на 4,9% в річному обчисленні. Попередні дані за 2020 рік вказують на зниження в усіх доступних країнах. Сполучені Штати та Німеччина лідирували зі зниженням у річному обчисленні на 9,7% та 9,1% відповідно. Викиди CO₂ також знизилися в Бразилії (-6,2%), Російській Федерації (-5,2%) і Японії (-3,0%).

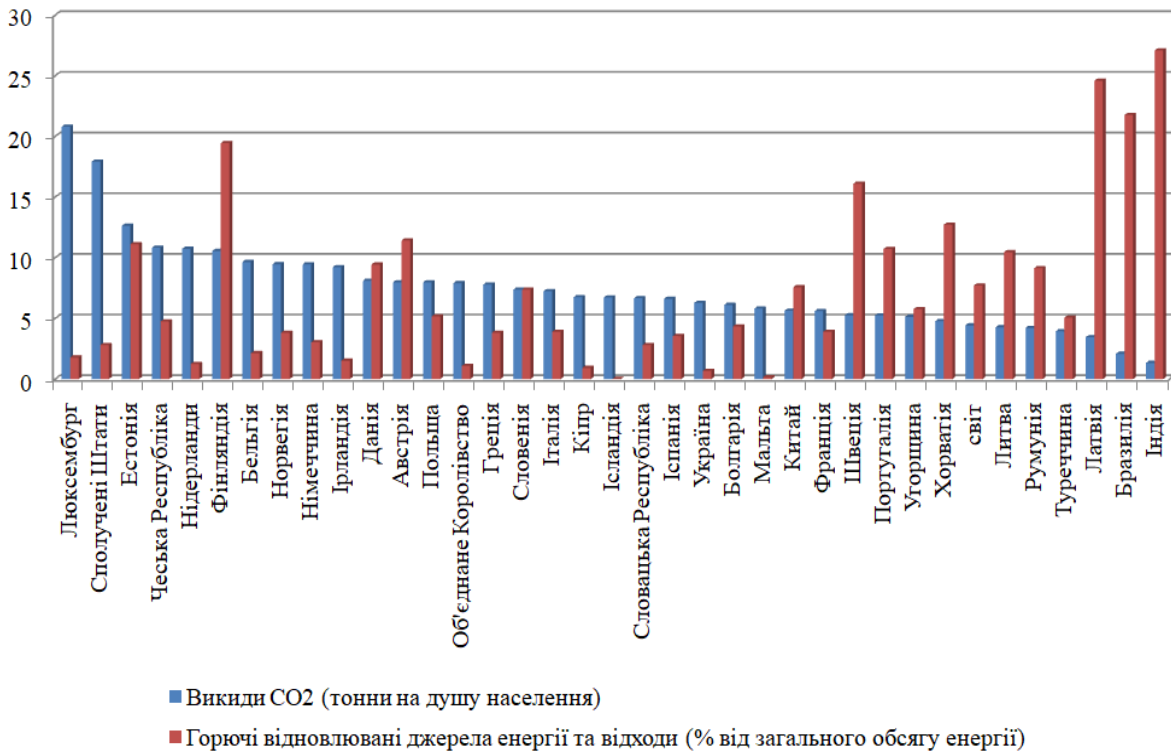


Рис. 1.5. Викиди CO₂ (тонн на душу населення) і горючі відновлювані джерела енергії та відходи (% від загального обсягу енергії) по досліджуваним країнам світу в середньому за 2011-2021 роки

Джерело: розраховано автором за даними Світового банку (Додаток А)

Проте, концепція вуглецево-нейтральної економіки, в жодному разі, не втрачає своєї важливості та актуальності. Про це свідчать статистичні дані, які підтверджують, значне зниження глобальних викидів CO₂ в першому кварталі 2020 року, внаслідок зниження світового попиту на енергії через карантинні обмеження по поширенню пандемії COVID-19. Такі практичні спостереження підтверджують важливість раціонального та ефективного використання енергоресурсів, а економічні прогнози стверджують, що глобальні викиди CO₂ скоротяться майже на 8% у 2023 році порівняно з 2020 роком [30; 39-42].

При відсутності значного збільшення виробництва та зростання коефіцієнта заміщення альтернативною енергетикою традиційних джерел енергії у структурі загального енергетичного споживання, зниження шкідливих викидів в атмосферу є лише короткостроковим явищем і не буде мати довгострокової перспективи. Адже, скорочення є не результатом впровадження нової екологічної стратегії чи політики урядами країн та представниками бізнесу, а результатом не

прогнозованого глобального шоку внаслідок поширення пандемії, що дуже негативно вплинуло на глобальну економічну активність та фінансові результати усіх економічно активних суб'єктів.

Тому для збереження довгострокової тенденції зниження шкідливих викидів в атмосферу і, в недалекому майбутньому, досягнення стрімкої декарбонізації економіки на енергетичному ринку, потрібно заохочувати та доводити важливість імплементації концепції вуглецево-нейтральної економіки усім країнам світу.

Якщо узагальнити аналіз тенденцій, то можна окреслити основні тренди, які задають вектор розвитку світового ринку енергетики (рис. 1.6), проблема дослідження якого полягає у визначенні пріоритетності, специфіки подальшого розвитку кожного з них та рівень його впливу та трансформації енергосистеми. Поглиблений аналіз усіх трендів є базисом при дослідженні динаміки зміни енергоринку.

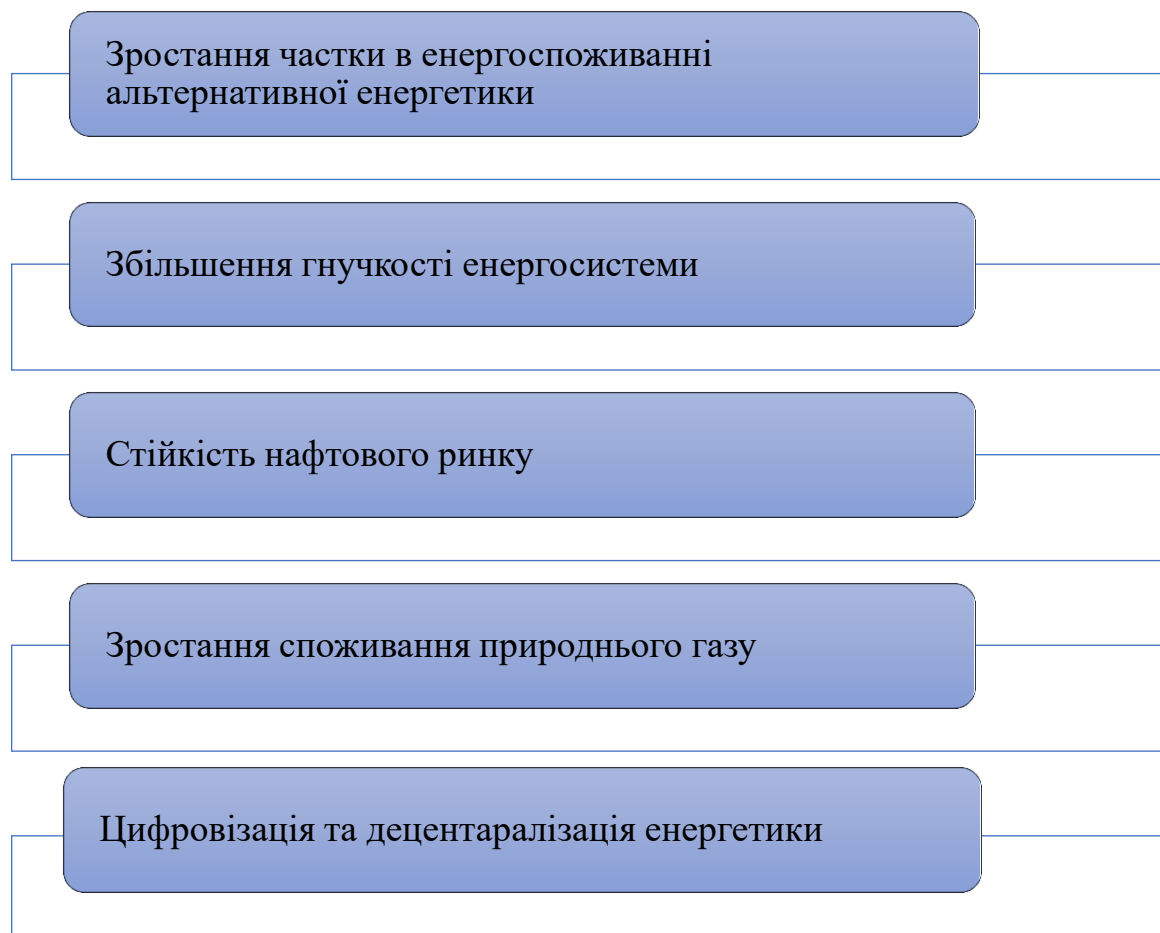


Рис. 1.6. Основні тренди сучасного етапу розвитку світового ринку енергетики

Джерело: власна розробка автора

Тренд 1: зростання частки в енергоспоживанні альтернативної енергетики.

Занепокоєння кліматичними змінами, як вже вище зазначалося у монографії, здебільшого з боку високорозвинених країн світу, виводить важливість розвитку та використання альтернативної енергетики на перший план. Боротьба з глобальним потеплінням, забруднення атмосфери та світового океану, несе загрози не лише для світового господарства, а й для існування населення планети в цілому, негативна динаміка яких зумовлена збільшенням використання викопних енергоресурсів.

Відновлювані джерела енергії увійшли в коло технологічного прогресу та зниження витрат, стаючи, таким чином, все більш конкурентоспроможними з викопним паливом, особливо для виробництва електроенергії. Глобальна середньозважена вирівняна вартість електроенергії для сонячної фотоелектричної (ФЕ) та вітрової енергії на суші знизилася на 77% і 35% відповідно між 2010 і 2018 роками.

Світове виробництво електроенергії з відновлюваних джерел також зросло на 7% у 2018 році. Більшу частину зростання очолив Китай, на що припало майже 37% зростання вітрової енергії на морі та 44% збільшення сонячної фотоелектричної енергії. Проте, значний прогрес у розгортанні відновлюваної енергії залишається зосередженим у секторі електроенергетики. Частка відновлюваних джерел енергії у транспортному та опалювальному секторах все ще обмежена, хоча й демонструє помірне зростання.

Очікується, що ці тенденції посиляться в найближче десятиліття. За прогнозами, попит на відновлювані джерела енергії в усьому світі зросте на 64% між 2018 і 2030 роками з 1391 мільйона тонн нафтового еквіваленту до 2287 тонн. Його частка в загальному кінцевому споживанні також зросте з 10% до 14% за той же період. Використання відновлюваних джерел енергії буде свідком найшвидшого зростання у секторі виробництва електроенергії. Їхня частка загальної генерації становитиме 37% у 2030 році, порівняно з 26% у 2018 році. Хоча гідроенергетика залишиться основним джерелом використання, більшість приросту буде відбуватися за рахунок сонячної фотоелектричної енергії та вітру і, меншою мірою, від геотермальних та кон-

центраційних сонячних панелей. Очікується, що використання відновлюваних джерел також подвоїться в транспортному секторі, на чолі з біопаливом і відновлюваною електрикою, а також зросте в секторі опалення завдяки більш широкому використанню сучасної біомаси, відновлюваної електроенергії та сонячної теплової енергії [19; 43-46].

У короткостроковому розрізі ВДЕ були найбільш надійними джерелом енергії під час пандемії COVID-19. За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), очікується, що світовий попит на відновлювану енергію зросте на 1% у 2023 році. Очікується, що виробництво електроенергії від сонячної, вітрової та гідроенергії також зросте майже на 5% у 2023 році, незважаючи на перебої в ланцюжках поставок через пандемію в кількох ключових регіонах. Однак, темпи додавання нових потужностей з відновлюваних джерел можуть сповільнитися, залежно від того, чи включають пакети економічних стимулів після COVID-19, та у відповідь на економічний спад компонент відновлюваної енергії.

Інтенсифікація споживання електроенергії в поєднанні із зростанням використання альтернативної енергетики може забезпечити досягнення поставлених кліматичних цілей до 2050 року. Міжнародне агентство з відновлюваної енергії (IRENA) у дослідженнях описує ряд варіантів щодо збільшення використання ВДЕ, впровадження яких може забезпечити виконання взятих на себе країнами світу кліматичних зобов'язань, знизивши можливість постійного зростання глобальної температури. Передбачувана енергетична трансформація також зменшить чисті витрати та принесе значні соціально-економічні вигоди, такі як посилене економічне зростання, створення додаткових робочих місць і загальне підвищення добробуту.

Також IRENA сформувала комплексну дорожню карту потенційних технологічних шляхів і політичних компромісних рішень, яка б забезпечила стале функціонування глобальної енергетичної системи на основі використання відновлювальних джерел енергетики, як передового джерела енергії.

Тренд 2: збільшення гнучкості енергосистеми.

Даний тренд є прямо дотичний до першого тренду, адже, враховуючи періодичність акумулювання енергії альтернативними джере-

лами, що може впливати на безперервність подачі енергії та енергобезпеку, система вимагає високої гнучкості, швидкої адаптивності та здатності швидко реагувати на зміни.

Природний газ вже давно є важливим джерелом гнучкості в багатьох регіонах, але будуть потрібні інші альтернативи. Батареї можуть забезпечити гнучкість для швидкого реагування та сприяти балансу електричної мережі. Вони можуть дозволити електроенергію, вироблену з відновлюваних джерел, зберігати та подавати в мережу в інший час, коли потреби системи вищі. Очікується, що протягом наступних 10 років накопичення на батареях буде найбільш швидко розвиватися. На основі аналізу багатьох наукових думок, можна припустити, що розгортання акумуляторних батарей очолять Індія, Китай та США. Однак широке виробництво та застосування таких батарей потребуватиме подальших реформ на ринку електроенергії, щоб стимулювати приплив адекватних інвестицій в дану галузь [32; 35; 47-50].

На додаток до акумуляторів з'явилися й інші джерела гнучкості, зокрема, реакція з боку попиту, за рахунок впровадження системи зменшення споживання в пікові періоди шляхом перерозподілу електроенергії на періоди меншого заряду та дешевшої електроенергії. Однак, для досягнення більшого технологічного прогресу, який зробить ці технології економічно конкурентоспроможними, знадобляться додаткові інвестиції.

У всьому світі Африка має один з найбільших потенціалів для виробництва водню. Очікується, що до 2030 року витрати на виробництво водню в Північній Африці будуть в два-три рази нижчими, ніж у більшості європейських країн або Японії. Таким чином, накопичувач енергії для автономного та резервного живлення може бути цікавим застосуванням для водневих паливних елементів. У короткостроковій перспективі криза COVID-19 та війна може перешкодити прогресу в технологіях чистої енергії. Пандемія має серйозний вплив на енергетичні системи в усьому світі, стримуючи інвестиції та загрожуючи сповільнити поширення ключових технологій чистої енергії.

Отже, енергетична безпека є важливим елементом стійкості, яка в останні роки стає все більш важливою через нове середовище безпеки. Зміна глобального енергетичного ландшафту та ризик перебоїв

у постачанні енергії можуть вплинути на безпеку країн і партнерів. У світлі тенденцій, які визначені вище, посилення глобального ринку нафти та нещодавні зриви цін на нафту, загроза терористичних атак щодо критичної інфраструктури зробили енергетичну безпеку питанням стратегічного значення існування глобальної економічної та політичної систем [33; 45; 50-53].

Наслідки від активного провадження альтернативної енергетики можуть бути як позитивними, так і негативними. Звичайно ВДЕ мають багато переваг і широко декламуються на політичній арені, проте середовище безпеки продовжуватиме еволюціонувати, оскільки з'являються нові фактори ризику та загрози в результаті системних змін у напрямку виробництва і використання енергії. Щоб краще адаптуватися до мінливого енергетичного середовища, більшість країн світу повинні розуміти ці зміни та їхній вплив на сусідів і партнерів. Політична стабільність країн є ключовим елементом енергетичної безпеки. Зміна географії постачання та попиту на енергію, зростання використання відновлюваних джерел енергії, посилення децентралізації та більша гнучкість енергетичних систем матимуть далекосяжні наслідки для країн світу [54-57].

Звичайно, що нафта та природній газ є ключовими енергоресурсами світу, забезпеченість якими є неоднорідною, проте, варто зауважити, що деякі країни світу наділені значними ресурсами відновлюваної енергії. Більш широке використання відновлюваної енергії та управління попитом можуть допомогти подолати виклик зростаючого попиту в країнах світу і зменшити залежність від нафти. Такі країни, як Єгипет, Туніс, Туреччина, Марокко, Йорданія та Об'єднані Арабські Емірати (ОАЕ), засвідчили значні темпи розгортання відновлюваної енергії. Стимули для останнього, насправді, сильніші у неуглеводневих виробників, оскільки це розглядається як спосіб покращити їхню безпеку енергопостачання, що є важливим інструментом для зменшення вразливості до зовнішніх шоків цін на енергоносії та для закладання основи для сталого зростання.

Проте, попри оптимістичні прогнози щодо декарбонізації світової економіки, на ринку енергетики існують і дві інші тенденції, які є сталими та підтверджують все ж панівне становище нафти та при-

роднього газу. Безперечно вони мають високій кореляційний зв'язок з двома першими трендами, але є складовими традиційної енергетичної концепції з високими економічними загрозами: тренд стійкості нафтового ринку та зростання споживання природнього газу.

Тренд 3: стійкість нафтового ринку.

Домінанте становище нафти все ж зберігається в багатьох регіонах світу, де найбільш географічно розташовані країни, що розвиваються, при відсутності чіткої політики спрямованої на збільшення використання ВДЕ, скоріш за все, така ситуація збережеться в країнах, що не відносяться до групи високорозвинених, незважаючи на переваги використання альтернативної енергетики.

Попри певні кризові явища на світовому ринку, існуючий монопольний контроль здатен стримувати падіння цін в довгостроковому періоді, що свідчить про стійкість попиту на викопні енергоресурси.

В короткостроковому періоді ринок нафти стикається з певними ситуаціями невизначеності, приклад можна розглянути на основі поширення пандемії COVID-19 та економічних наслідків пов'язаних з карантинними обмеженнями, під час яких ринок нафти зазнав значного економічного шоку. Істотне скорочення виробництва та, відповідно, продажів і споживання продуктів нафтопереробної галузі в Китаї, на фоні значного зниження промислової, транспортної та комерційних активностей й відсутності прийняття швидких антикризових рішень з боку країн-членів ОПЕК, призвело до суттєвого уповільнення попиту на світовому ринку нафти та нафтопродуктів на початку 2020 року. Поступово у процесі відновлення економіки після послаблення карантинних обмежень, попит на нафту і нафтопродукти буде зростати, тому за відсутності імплементації глобальної екологічної політики в національні законодавства усіх країн світу та її реалізації, існує велика ймовірність швидкого зростання попиту на викопне паливо, особливо, в країнах, що розвиваються, національні економіки яких були надчутливими до глобальних шоків в період 2019-2021 рр.

За попередніми прогнозами очікується, що до 2030 року світовий попит на нафту сягатиме рівня 30% від світового попиту на енергію, відповідно, друге та третє місце за обсягом в загальному споживанні посідатимуть вугілля та природній газ з часткою на рівні 24%.

Зрозуміло, що зростання попиту на нафту не буде мати загальну тенденцію в усіх регіонах світу. За прогнозами, попит на нафту зростатиме в основному в країнах, що розвиваються, в середньому на 0,9 мільйона барелів на добу (мб/день) між 2018 і 2030 роками, тоді як у розвинених країнах він має зменшитися. Незважаючи на те, що нафта залишатиметься домінуючим паливом, очікується, що зростання її загального світового попиту сповільниться протягом 2030-х років, не обов'язково досягаючи піку загального використання. Що стосується видобутку нафти, то до 2030 року очікується, що найбільша частка припадатиме на Північну Америку (45%), за нею слідує Євразія, яка забезпечить близько 21% від загально світового видобутку сирої нафти. Частка малих виробників нафти, таких як Бразилія та Гайана, має збільшитися у загальному видобутку чорного золота. Такий майбутній перерозподіл часток на ринку виробників та споживачів вплине на ринкову позицію ОПЕК, частка якої в світовому експорті нафти знизиться на 4 відсоткових позиції у 2030 році в порівнянні з серединою 2000-х років. Враховуючи узгодженість ОПЕК+ щодо втримання цін на нафту в 2022 році та співпрацю з Росією, така ситуація зумовить позитивний вплив не лише на ринкові умови енергоресурсів, а й зменшить політичний вплив країн-експортерів вичерпних енергоресурсів. Проте, така ситуація для країн ОПЕК та ОПЕК+ може стимулювання зростання інвестицій у нові шляхи поставок та збільшення можливих логістичних ланцюгів для збереження ринків збуту, що все ж є важливими для довгострокової стабільності нафтового ринку [19; 26; 35; 47; 58].

Тренд 4: тенденція зростання споживання природнього газу.

Зростання споживання природнього газу зберігає висхідну тенденцію та буде продовжувати динамічно розвиватися в найближчі роки на противагу ринку нафти. За попередніми прогнозами в порівнянні з 2021-2022 роками до 2030 року, споживання природнього газу зросте приблизно на 20% та досягне рівня 4720 мільярдів кубометрів. Динаміка розвитку торгівлі природнім газом є позитивною та швидко зростаючою на противагу ринків інших викопних енергоресурсів.

На відміну від попиту на нафту, який обмежений транспортним та нафтохімічним секторами, попит на природний газ охоплює більш

широкі сектори економіки. На промисловість припадає майже половина прогнозованого зростання споживання природного газу завдяки його збільшеному використанню в сталеливарному, нафтохімічному виробництві та в обробній промисловості. У секторі електроенергетики попит на природний газ обумовлений економікою, що розвивається, щоб задовольнити значне зростання потреб у електроенергії та підтримати розгортання виробництва електроенергії з відновлюваних джерел. У транспортній сфері прориви досягають як стиснений природний газ, який використовується для легкових транспортних засобів, так і зріджений природний газ, який використовується для морського транспорту та великого автомобільного транспорту. Зростання попиту на газ лідирує за азійськими країнами, зокрема Китаєм, який може стати свідком зростання на 89% у період з 2018 по 2030 рік, а також Африці (40%), тоді як в ЄС очікується зниження (-8%) [30; 43; 59; 60].

Що стосується видобутку природного газу, то очікується, що з 2018 по 2030 рік він зросте на 20%. Зростання мають в основному очолювати США, видобуток яких має збільшитися на 29% до 2030 року, що перевищить зростання видобутку на Близькому Сході. Еволюція видобутку газу, однак, має проходити через дві відмінні фази. Перший етап триватиме до 2025 року, коли майже 70% приросту видобутку має надходити з нетрадиційних джерел, головним чином за рахунок сланцевого газу. США відповідають за майже 40% зростання. На другому етапі, з 2025 по 2040 роки, буде спостерігатися зсув у динаміці назад до звичайного природного газу з прискоренням зростання видобутку на Близькому Сході та кількома новими експортерами в країнах Африки на південь від Сахари. У короткостроковій перспективі природний газ був менш схильний до падіння попиту на транспортне паливо на тлі кризи COVID-19. Отже, зниження світового попиту на природний газ менше, ніж на нафту [25; 26; 46; 61-63].

Тренд 5: зростання цифровізації та децентралізації енергетики.

Електроенергетика рухається в бік децентралізації та формування регіональних систем розподілу енергії, особливо, ця тенденція є характерною для регіонів, у яких станом на сьогодні, ще немає

загального доступу до електроенергії, переважно це території держав, які розміщені в Африці. Розвиток такого тренду зумовлений такими ключовими факторами:

- 1) зниження вартості технологій ВДЕ, які можуть стати важливим елементом мереж розподілу та подачі електроенергії;
- 2) наявність сприятливих кліматичних умов для виробництва енергії альтернативними шляхами (країни Африки);
- 3) поява нових цифрових технологій для ефективного та швидкого управління мережами розподілення енергії;
- 4) наявність економічної вигоди від впровадження децентралізованих систем замість загальної централізованої системи, особливо в регіонах з низькою щільністю населення та великими відстанями між населеними пунктами.

Тому, окреслюючи трансформацію світової енергосистеми, можна чітко зробити висновок, що, враховуючи економічну вигоду та прийняття ефективних управлінських рішень щодо формування розподільних енергосистем, будуть впроваджуватися все більш децентралізовані енергетичні мережі, в тому числі і у країнах, що розвиваються. Цей сценарій підкреслює вирішальну роль геопросторового аналізу для визначення областей, найбільш вигідних та сприятливих для децентралізованих рішень поза мережею, одночасно розширюючи основну мережу [64-66].

У високорозвинених країнах поряд з децентралізацією активно розвивається процес цифровізації енергетики та активного залучення штучного інтелекту в процес енергоефективності та енергозаощадливості.

Без сумніву, що цифровізація має відігравати ключову роль у майбутньому енергетичному секторі. Він має потенціал для підвищення зв'язку, ефективності, надійності та безперебійного функціонування енергетичних систем на різних рівнях, починаючи з домогосподарств, закінчуючи енергосистемою держави.

Штучний інтелект може забезпечити цифровим енергетичним системам дистанційне керувати попитом на електроенергію та усувати можливий дефіцит енергії. Це вже має місце в деяких африканських країнах, де сонячні домашні системи дистанційно контро-

люються постачальниками енергії, щоб постачати електроенергію в потрібний час, у потрібному місці і за найнижчою ціною, після того, як підтверджено платіж. Впровадження цифрової енергетики збільшить роль споживача в системі розподілу енергії, який зможе формувати свій попит на енергії відповідно до власного стилю життя та конкретних потреб енергії.

Трансформації сучасної енергосистеми в цифрову енергосистему, враховуючи потенційне щорічне зростання світового попиту на енергоресурси близько на 2%, має колосальне значення для ефективного та стабільного функціонування світового господарства.

Звичайно, що не лише цифровізація та децентралізація здатні забезпечити безперебійність світової енергосистеми, але вони в поєднанні з іншими трансформаційними складовими можуть сформувавши систему, на основі загальнодоступності та забезпеченості енергією населення усієї планети.

За прогностичними сценаріями МЕА існують два потенційні шляхи зміни світового попиту на енергію:

1) висхідний сценарій розвитку країн, де прогрес у цифровізації та попит на електроенергію збільшується через зростання доходів, розширення промислового виробництва, зростаючого сектора послуг та прагнення задовільнити більше потреб;

2) низхідний сценарій у розвинених країнах, де збільшення попиту на електроенергію компенсується підвищенням енергоефективності, впровадженням політики заощадливості та ефективного використання ресурсів.

Розділ 2.

ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТОВОГО РИНКУ ЕНЕРГЕТИКИ

2.1. Організаційний механізм функціонування світового енергоринку

Механізм функціонування будь-якого ринку передбачає злагоджену систему з таких складових: виробництво, постачання, розподільча мережа та споживання. Залежно від ринкових ролей цих складових, формуються особливості функціонування та розвитку конкретного сегментного ринку.

Специфічність енергоринку полягає у стійкості попиту з довгостроковою тенденцією зростання, наявності логістичних шляхів поставок до різних континентів світу при не достатньо розгалужених розподільчих мережах (в основному це стосується країн Африки) і достатньо обмеженому колі виробників та експортерів.

Дослідження механізму функціонування енергоринку полягає в аналізі ланцюгів поставок через призму унікальності існування такого ринку в сучасному глобальному економічному та політичному середовищі, враховуючи короткострокові шоки, трансформаційні зміни і зміщення геополітичних впливів в країнах Азії.

Історично механізм функціонування глобального енергетичного ринку в концепції управління та інтеграції ланцюгів поставок є набором взаємопов'язаних одиниць, що представляють собою завершений процес і мережевий розподіл. Постачальник, виробник, дистриб'ютор або ринковий центр – це чотири компоненти, які складають ланцюг поставок. Ймовірні взаємозв'язки на світовому енергоринку на основі концепції ланцюгів поставок зображені на *рис. 2.1*.

Світовий енергетичний ринок працює ефективно, коли торгові ресурси (такі як матеріали, енергія та інформація) координуються по всьому ланцюжку постачання. Основною метою є забезпечення рівня

задоволеності споживачів при максимальному підвищенні продуктивності економічного процесу та отримання більшої прибутковості шляхом синхронізації наступних видів діяльності:

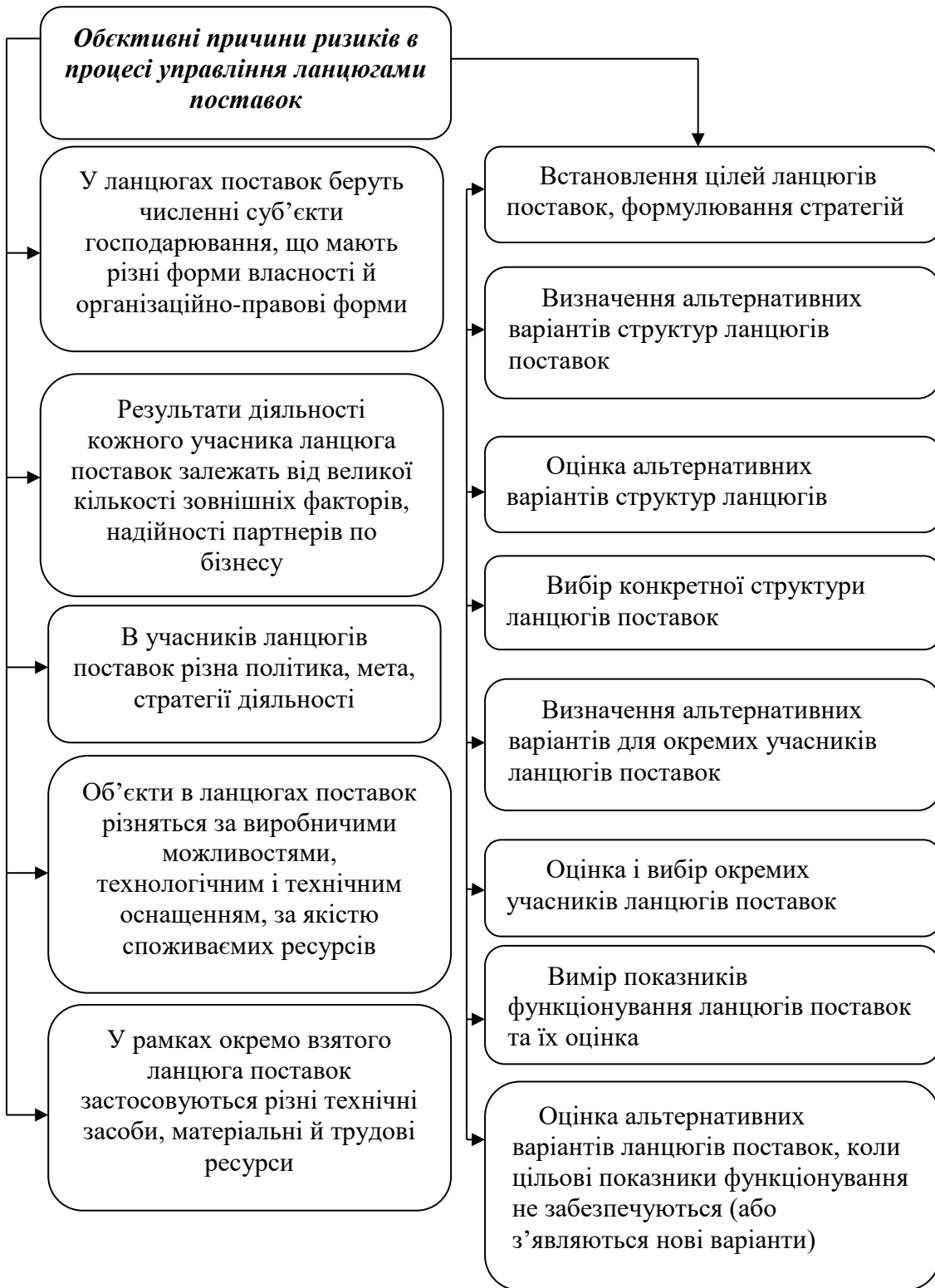


Рис. 2.1. Можливі взаємозв'язки в ланцюгу поставок на світовому ринку енергоресурсів

Джерело: адаптовано автором [12; 67-69]

- виробництво (видобуток) необхідних основних матеріалів (сировини, електроенергії);
- процес перетворення сировини в проміжну певну кінцеву продукцію;
- розподіл проміжної та кінцевої продукції по розподільчих системах для задоволення потреб споживача.

Внаслідок прискореної глобалізації світовий ринок енергоресурсів містить певну кількість альтернатив для постачальників, а також потенційних споживачів, що підвищує його складність, порушуючи ефективну координацію. При диверсифікації постачальників ринок стає економічно вигіднішим для споживача, проте створює певну монопольну конкуренцію з боку виробників ресурсів, що при зниженні ціни може призвести до дефіциту енергоресурсів на ринку, штучно зумовленого країнами, які володіють запасами викопного палива в силу природньої забезпеченості. Таким чином, для вирішення завдань функціонування механізму світового енергетичного ринку пропонується використовувати класифікацію за розглянутим горизонтом:

– *стратегічний рівень (довгострокове планування)*. Ця категорія стосується щорічного планування, в якому рішення переважно включають кількість і розташування об'єктів і навіть їх потужність. Ці рішення мають значний економічний ефект, оскільки в цей момент вкладаються великі інвестиції та прогнозують можливі прибутку. Формуються конкретні ланцюги поставок ресурсів у вигляді сировини чи переробленої кінцевої продукції.

– *тактичний рівень (середньострокове планування)*. Ця категорія передбачає місячний час, в якому операції процесу оптимізовані для задоволення попиту на продукт найефективнішим способом. Тактичні рішення включають обсяги обмінних ресурсів (тобто придбання та розподіл), оптимальні виробничі цілі та рівні запасів у всьому проміжку часу. При тактичному рівні оцінюють реальну ринкову ситуацію, враховуючи коливання попиту, сезонність споживання та фазу ділової активності, а також глобальні та регіональні шоки.

Поширення світової пандемії COVID-19, власне, спричинило суттєве коливання на світовому енергетичному ринку на тактичному

рівні, неспроможність швидкої реакції з боку управлінців середньострокового планування, спричинило на ринку великий надлишок пропозиції викопних енергоресурсів та різке падіння цін,

– *рівень експлуатації (короткострокове планування)*. На цій категорії рішень визначають: детальні операції з обладнанням (запуск і зупинка), обсяги виробництва та послідовні завдання для конкретного обладнання. На цьому рівні, зазвичай, використовується денний часовий горизонт, тому ці рішення постійно коригуються.

Рівень експлуатації на ринку енергетики пов'язаної зі встановленням добової норми видобутку в межах конкретного родовища (викопного палива) та визначення рівня для щоденної продукуюваної енергії, при використанні певного технологічного устаткування ВДЕ (альтернативної енергетики).

Ці рівні дуже взаємозалежні, тому рішення на кожному рівні повинні узгоджуватися з рішеннями на всіх інших рівнях.

Загальна ідея управління ланцюгом поставок на глобальному енергетичному ринку полягає в ухваленні ефективних рішень для забезпечення стабільного функціонування, незважаючи на концептуальні бар'єри, створені між географічним розподілом та різними ієрархічними рівнями (рис. 2.2).

Ця координація кількох ланцюгів постачання на різних ієрархічних рівнях створює певні проблеми моделювання та оптимізації на рівні підприємства. Крім того, це управління ускладнюється динамікою ринку, внутрішніми бізнес-процесами та невизначеністю. Відповідно, необхідний інтегрований механізм управління, який врахує усі невизначеності та динаміку ланцюгів поставок. Такий підхід має забезпечити точне, гнучке та надійне реагування на зміни в навколишньому бізнес-середовищі.

Математична модель повинна представити певний процес якомога реалістичніше з використанням ряду рівнянь. Особливо, щоб правильно контролювати та синхронізувати мережу, виявити потенційні вузькі місця та створити оптимальні системи.

Ланцюг поставок – ряд різноманітних методів, спрямованих на виконання завдань, і однакова кількість елементів, іноді спричиняє різні організаційні проблеми, залежно від визначеної їм позиції.

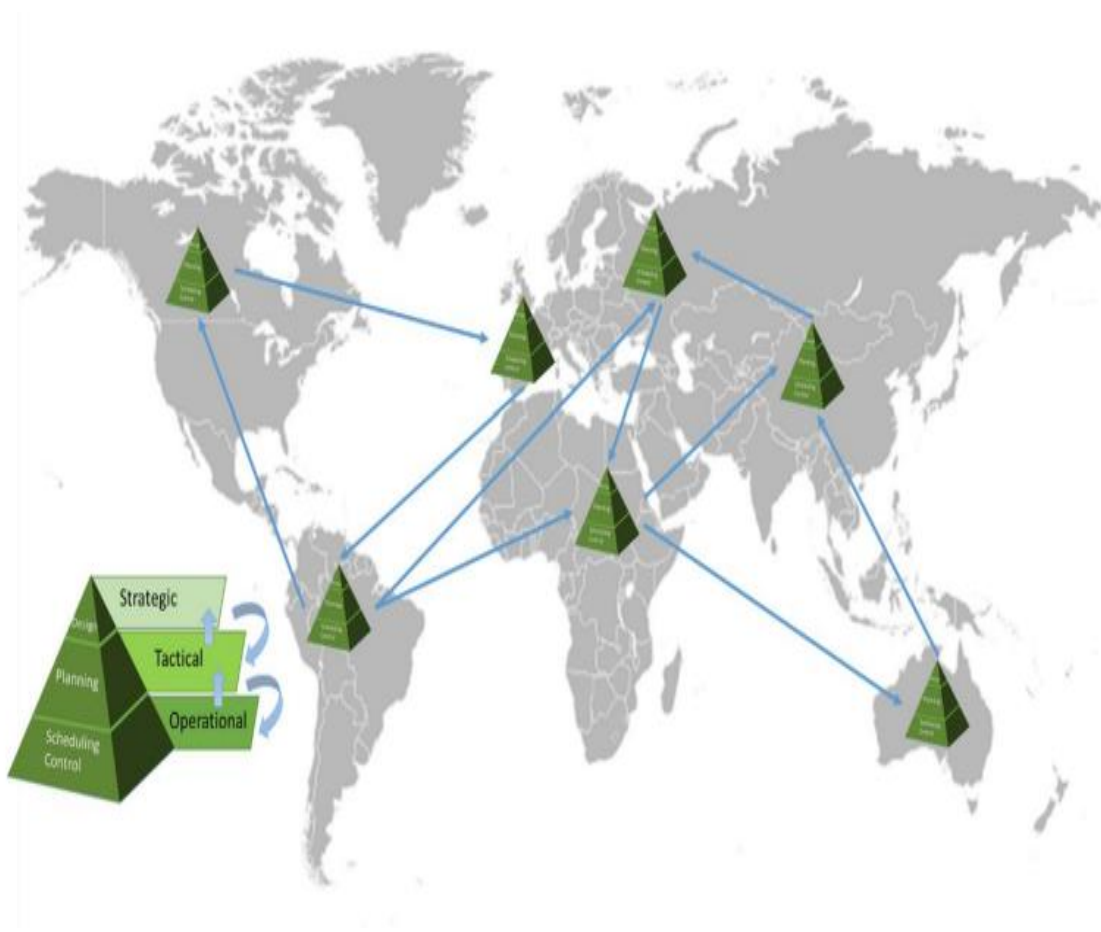


Рис. 2.2. Різні інтеграційні підходи в управлінні ланцюгами поставок на світовому енергетичному ринку

Джерело: адаптовано автором [60; 70-72]

Ієрархічні методи, що ґрунтуються на часовому горизонті, вважаються найефективнішими у поширенні оптимізації управління ланцюгами поставок, проте вони вимагають різниці між ієрархічними ступенями. Тому, сучасні підходи намагаються встановити між собою різні ієрархічні рівні, використовуючи верхні як обмежені можливості для нижчих. Цей підхід включає в себе багато обмежень для прийняття рішень.

Стратегічний рівень надає змогу отримати загальне дослідження усієї технології за допомогою визначення розташування і типу ланцюгів (постачальник, виробник, дистриб'ютор). Традиційна форма – це оптимістичність економічних сподівань, які можуть включати в себе різні чинники, як річну користь, об'єднане значення капіталу, чисту короточасну вартість чи фінансову небезпеку. Рішення щодо інвестицій, яке приймається на даному етапі, сильно впливає на економічні показники країн світу, адже проблеми, пов'язані з проєк-

туванням, вирішуються у період двох-семи років. Рішення низького рівня гарантує точність і деталізацію інформації, тому розробка інтегрованих ієрархічних рамок рішень – виправдана.

Паралельний розгляд різних цілей і показників продуктивності є важливою проблемою на додаток до вдосконалення стратегій оптимізації для проектування складних мереж. Як наслідок, необхідно одночасно вирішувати відкриті питання та виклики, пов'язані з ринковою поведінкою (промислове співробітництво, конкуренція) та обчислювальними обмеженнями (вимоги до моделі та технологічний прогрес):

- ефективні багатоцільові стратегії, які враховують декілька основних цілей (або показників ефективності), які, зазвичай, пов'язані зі збільшення прибутковості, розширенням ринків збуту, втримання або збільшення ринкового контролю.

- новіші ефективніші кількісні алгоритми, які точніше представляють проблеми під час вирішення складних нелінійних моделей, зумовлених нестандартними ринковими ситуаціями, в тому числі і кризовими.

- інтегрована стратегія підтримки вибору, яка поєднує багатоцільову техніку з методологією управління невизначеністю, щоб полегшити прийняття рішення щодо фінансових та екологічних показників.

Найбільш ефективні ресурси для рівнів злиття, виробництва та розподілу по всій мережі розраховуються тактично та за допомогою середньострокового планування. Доцільно виділити три основні фактори сприяння розвитку та вирішенню проблем планування:

- між кожною частиною технології та її розташуванням, продуктом й енергетичним балансом.

- детальна інформація про доступність ресурсів і попиту, відстані між ресурсами, ціни продажу (купівлі), доступність сировини, виробничі обмеження та потужності розподілу (зберігання).

- визначені дані фіксованої конфігурації верхнього рівня (стратегічні рішення) та формування загальної стратегії розвитку, рішення нижчих ієрархічних рівні не повинні з якою суперечити.

Узагальнивши, можна сформулювати схему опису механізму функціонування світового ринку енергетики (рис. 2.3) та вказати передові

аспекти формування середовище певних ієрархічних рівнів, проте варто зазначити, що схема описує сучасний стан ринку, де лівову частку займають викопні енергоресурси.



Рис. 2.3. Схема організаційного механізму функціонування світового ринку енергетики

Джерело: власна розробка автора

Звичайно, що дана схема є досить умовною, оскільки є спрощеною моделлю та окреслює лише загальний механізм функціонування енергоринку. Концептуально важливим є комплексний аналіз усіх рівнів на основі конкретних економічних та фінансових показників.

Як і на стратегічному рівні, модель MILP (*Mixed Integer Linear Program* – змішана цілочисельна лінійна програма) часто використовується для врахування конкретної фінансової поведінки (такої як ін-

вестиційні витрати, ціни, коливання та загальна цінова політика підприємства) на додаток до дискретних і безперервних змінних.

Як для критичних, так і для безперервних процесів важливо, щоб розподіл обладнання та використання ресурсів обчислювалися на робочому рівні протягом короткого періоду часу. Основна мета полягає в тому, щоб упорядкувати процес прийняття рішення про те, що, де, як і коли створювати певний продукт, навіть якщо фундаментальні ідеї на цьому рівні можна порівняти з ідеями на найвищому рівні.

Розмір постачання, розподіл виробництва, час запуску та зупинки – це лише деякі з рішень, які необхідно прийняти. Варто зазначити, що верхні ієрархічні рішення розглядаються як параметри в операційних моделях.

Таким чином, створення структури рішення, яка може індивідуально та колективно керувати проблемами та невизначеністю ланцюга постачання, може допомогти організаційним рівням подолати деякі проблеми. Така структура має полегшувати прийняття рішень, бути аналітично ефективною та пропонувати найкраще можливе рішення в конкретній ситуації.

Багатоцільові економічні показники управління основними операціями, такими як виробництво та розподіл продукту, знаходяться в центрі промислових процесів. Міжнародна спільнота стурбована такими технологічними проблемами, як контроль, скорочення викидів і скорочення відходів, оскільки ця діяльність негативно впливає на навколишнє середовище, зокрема, це гостро актуальне для енергетичного сектору глобальної економіки. Багатоцільові маркетингові задачі можна вирішити за допомогою двох різних підходів: *аналітичного та чисельного*.

– *Аналітичні методи* складаються з комплексних математичних розрахунків, що дозволяють отримати точні рішення. Однак цей тип процедури зазвичай вимагає великої кількості рівнянь, щоб чітко сформулювати проблему та отримати ефективну відповідь. В енергетичному секторі такі методи застосовуються для аналізу потенційних векторів розвитку та прогнозування можливих ринкових показників обсягів видобутку та споживання в коротко- та середньострокових періодах.

– *Чисельні (кількісні) методи* намагаються визначити точне рішення шляхом послаблення комплексу числових тверджень і поступового розв’язання проблеми. Застосовуються при вирішенні термінової поточної ринкової проблеми.

Для дослідження загального механізму функціонування світового ринку енергетики найбільш доцільним є використання двох різних підходів в поєднанні. Для суб’єктів нижчих ієрархічних рівнів застосовують окремо різні методи для прийняття рішень щодо поточної роботи учасників ринку енергетики.

Вирішення проблеми ефективності (оптимізації) пов’язаної з дієвим описом об’єктивної продуктивності (тобто отримання якості, яка точно представляє причинно-наслідковий взаємозв’язок певного елемента) є однією з найбільш нагальних прогалин. Інше актуальне питання – це ефективне поєднання методів з управлінням невизначеністю, над якими необхідні додаткові зусилля.

Сучасні тенденції на світовому ринку енергетики змушують менеджерів процесів враховувати різноманітні умови процесу, шукаючи відмінне та надійне рішення, яке миттєво задовольняє кілька цілей. У зв’язку з цим дуже популярним є додавання кількох індексів ефективності та показників ефективності до цільової ефективності. Зокрема, найбільш широко використовувані фінансові індикатори надають інформацію щодо ймовірності отримання прибутку (збитку) за певного рішення. Тому існує ще один тип індикаторів, *операційні індикатори*, які надають інформацію про різні екологічні та соціальні наслідки процесу.

Оскільки близько 80% торгівлі енергоресурсами припадає на викопну сировину, зрозуміло, що організаційний механізм функціонування світового ринку енергетики полягає у ланцюгах поставок нафти, природнього газу та вугілля в глобальному контексті описується на основі запропонованої схеми зображеної на *рис. 2.3*.

Для досягнення переходу до зеленої енергетики та боротьби з негативними наслідками глобальної зміни клімату, суспільству вкрай важливо покращити структуру енергетичного ринку, функціонування якої буде стабільним та з відсутністю, навіть короткострокових дефіцитів енергоресурсів.

Згідно з науковими дослідженнями автора, серед трьох ринків викопних ресурсів – ринок газу є найбільш волатильним з позитивною тенденцією зростання. Як наслідок, зміна енергетичної структури для зниження викидів вуглецю значно спрощує впровадження змін на ринку газу. Згодом можуть з'явитися клуби конвергенції відповідно до ергодичного розподілу газового ринку, оскільки країни збиратимуться в певні кластери з порівнянними рівнями споживання газу та співпрацюватимуть з метою раціонального споживання енергоресурсів, при цьому споживання викопного палива буде мати виключно спадну тенденцію.

Враховуючи, що країни, що розвиваються, споживають значно менше енергії та в основному отриманої з викопних енергоресурсів, ніж розвинені країни, це відображає проблему глобальної енергетичної нерівності між країнами. Крім того, країни, що розвиваються, мало контролюють свою енергетичну структуру через брак інвестиційних коштів, недостатнє регулювання національних політик ринку енергетики та відсутність заохочення щодо енергоефективності й раціонального споживання енергії, що ускладнює зміну поточної енергетичної системи. Натомість енергетичні структури розвинених країн є більш гнучкими, оскільки вони мають доступ до більшої кількості фінансових ресурсів та формують глобальну концепцію вуглецево-нейтральної економіки.

Хоча вугілля довгий час вважалось ключовим енергоресурсом, все ж таки, нафта та природний газ є найпопулярнішими видами енергії для країн із високим рівнем доходу. Проте споживання газу дуже різниться, і, навіть у межах однієї категорії, доходів країни можуть мати різні рівні його споживання. Крім того, великі споживачі газу, як правило, продовжують збільшувати своє споживання в країнах із доходом нижче та вище середнього. Важливо, однак, зазначити, що наявність ресурсів також має значний вплив на динаміку розподілу, крім рівня доходу.

Результати огляду трьох ринків викопних енергоресурсів показують, що багато країн споживають не так багато вугілля, а ринок вугілля показує, що багато країн, хоча на дуже малий відсоток, але скоротять споживання вугілля в майбутньому, що свідчить про загальносвітову стабільно спадну тенденцію зменшення споживання вугілля.

Ринок нафти, з іншого боку, складається з більшої кількості учасників, багато з яких споживають вище середнього. Однак, це також демонструє, що багато країн, зрештою, скоротять споживання нафти та будуть шукати альтернативні джерела енергоресурсів, особливо ті, які є імпортерами сірої нафти та нафтопродуктів.

Здійснивши аналіз видобування викопного палива в розрізі країн світу, можна чітко сформулювати регіональні центри контролю світового ринку торгівлі енергоресурсами (табл. 2.1), припустивши, що країни видобуток яких енергоресурсів є нижчим за 1% від загальносвітового є незначущим.

Таблиця 2.1

Країни з найбільшою частковою у світовому видобуванні викопного палива у 2022 р.

Країна-видобувник природного газу	Частка країни у світовому добуванні природного газу	Країна-видобувник нафти	Частка країни у світовому добуванні нафти	Країна-видобувник вугілля	Частка країни у світовому добуванні вугілля
<i>Росія</i>	24,3 %	<i>США</i>	14,7 %	<i>Китай</i>	53,94 %
<i>Іран</i>	17,3%	<i>Саудівська Аравія</i>	13,2 %	<i>Індія</i>	10,73 %
<i>Катар</i>	12,5%	<i>Росія</i>	12,75 %	<i>Індонезія</i>	7,48 %
<i>США</i>	5,3 %	<i>Канада</i>	5,6 %	<i>Австралія</i>	5,36 %
<i>Саудівська Аравія</i>	4,2 %	<i>Ірак</i>	5,55 %	<i>США</i>	5,33 %
<i>Туркменістан</i>	3,8 %	<i>Китай</i>	5,07 %	<i>Росія</i>	4,86 %
<i>ОЕА</i>	3,1 %	<i>ОЕА</i>	4,3 %		
<i>Венесуела</i>	2,8 %	<i>Іран</i>	4,08 %		
<i>Нігерія</i>	2,6 %	<i>Бразилія</i>	3,75 %		
<i>Китай</i>	2,4 %	<i>Кувейт</i>	3,51 %		
<i>Алжир</i>	2,3 %	<i>Казахстан</i>	2,14 %		
<i>Ірак</i>	1,6 %	<i>Мексика</i>	2,13 %		
<i>Індонезія</i>	1,5 %	<i>Норвегія</i>	2,11 %		
<i>Мазанб'ік</i>	1,4 %	<i>Катар</i>	1,64 %		
<i>Казахстан</i>	1,2 %	<i>Нігерія</i>	1,63 %		
<i>Єгипет</i>	1,1 %	<i>Алжир</i>	1,50 %		
<i>Норвегія</i>	1,02 %	<i>Ангола</i>	1,45 %		
<i>Канада</i>	1,0%	<i>Оман</i>	1,32 %		

Джерело: розраховано автором на основі [52, 69]

Скорочення споживання викопного палива та заміна його на альтернативні джерела енергетики призведе не лише до спрощення організаційного механізму, а й сформує більш конкурентне середовище його функціонування, де основною конкурентною перевагою буде наявність інвестицій, володіння новітніми розробка та технологіями.

Ринок вугілля є найбільш монополізований, а отже, найбільш контрольованим з боку шістьох країн-експортерів, проте, враховуючи прогнозовану спадну тенденцію його споживання (рис. 2.4) в умовах загальної тенденції збільшення споживання енергоресурсів через швидкі темпи електрифікації, при оцінці ринку викопного палива слід сконцентрувати свою увагу на ринку природного газу та нафти.

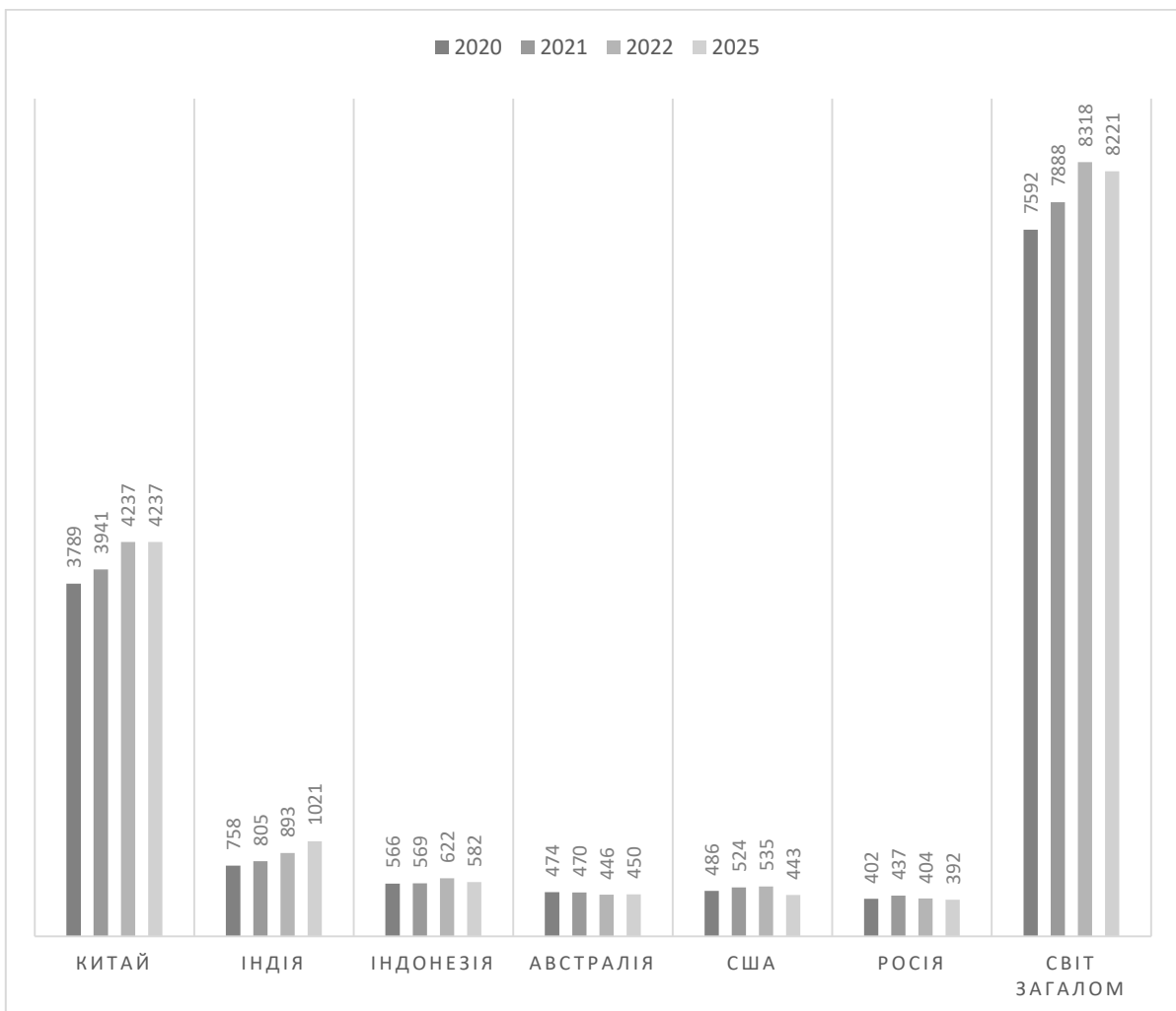


Рис. 2.4. Видобуток вугілля в країнах ключових експортерах в період 2020-2022 рр. та прогнози щодо видобутку вугілля в 2025 році (в Мт.)

Джерело: адаптовано автором [69]

Відповідно до *рис. 2.2* та *табл. 2.1*, станом на сьогодні існують сім основних центрів прийняття ключових рішень на глобальному світовому ринку енергоресурсів, до яких відносяться країни з виключним володінням запасами викопних ресурсів:

- два центри в Азії (однин розміщений відповідно в Росії, Казахстані, Туркменістані; інший – Китаї);
- центр в Африці (в основному країни, які входять в ОПЕК або з нею співпрацюють);
- центр в Північній Америці (США, Канада);
- центр в Європі (частина країн, яка має вихід до Північного моря та значні в ньому поклади енергоресурсів: Норвегія, також можна віднести Велику Британію);
- центр в Південній Америці (Мексика, Бразилія, Аргентина);
- центр в Австралії (відповідно країна Австралія).

Найбільш розгалужені ланцюги поставок пов'язані з центрами в Азії та Африці, що підтверджує домінуючі позиції на енергетичному ринку країн-експортерів енергоресурсів, які активно співпрацюють в рамках організації ОПЕК та ОПЕК+ та володіють великими покладами газу та нафти.

Проте, з даного дослідження можна зробити більш глибокий висновок, а саме: організаційна структура світового ринку енергетики залежить від зовнішньої політики держав та політико-економічного протистояння. Трикутник взаємодії центру в Європі – центру в Північній Америці – центру в Південній Америці, говорить про біполярне протистояння високорозвинених країн світу країнам Азії, які співпрацюють з країнами ОПЕК, задля втримання економічного та політичного контролю, фактично, над більшою половиною країн світу. Звичайно, що країни Південної Америки не входять до групи високорозвинених, але в силу значної залежності від США, вони підпорядковуються загальній стратегії домінування даної країни.

Вторгнення Росії в Україну та неминуча поразка її, значно підірве позиції цієї країни на регіональному та глобальному енергетичних ринках. Китай, який намагається стати єдиним економічним та політичним лідером регіону, після поразки Росії намагатиметься швидко, в обхід останній, налагодити співпрацю в енергетичному секторі з

Туркменістаном та Казахстаном, які вже на сьогодні намагаються активно виходити на глобальний ринок та збільшувати обсяги торгівлі енергоресурсами не лише на азійських ринках, а й європейських.

Усе це свідчить про можливу швидку трансформацію організаційного механізму функціонування світового ринку енергетики, збільшення залучення інвестицій в енергетичну промисловість з метою зниження ступеня імпортозалежності національних економік країн світу від викопних енергоресурсів.

Висновки дослідження можуть бути корисними для тих, хто приймає рішення, під час створення енергетичної політики, яка може адаптуватися до змін ринку, і можуть допомогти у створенні глобальної ініціативи допомоги для скорочення викидів вуглецю в країнах, що розвиваються.

Є низка значних наслідків зумовлених трансформацією глобальної енергосистеми:

- по-перше, оскільки газ виділяє більше парникових газів, ніж нафта та вугілля, необхідно розробити політику для розвитку газової промисловості для кожної конкретної країни та намагатися все ж призупинити його зростаючу тенденцію загального споживання;

- по-друге, існує велика кількість варіацій у тому, як використовується газ, тому слід вкладати більше ресурсів у розвиток газової промисловості та збільшення економічної ефективності і зменшення екологічної шкоди цього ресурсу;

- по-третє, щоб знизити викиди парникових газів, уряд повинен активно заохочувати інвестиції в дані сфери та шляхом надання державних гарантій залучати якомога більше приватних коштів;

- по-четверте, оскільки країнам з низьким рівнем доходу просто не вистачає фінансових ресурсів, щоб змінити поточні моделі споживання енергії, країни, що розвиваються і розвинені країни повинні співпрацювати та отримувати міжнародну допомогу для зменшення використання викопного палива шляхом надання консультацій, доступу до новітніх технологій та інвестицій, механізм надання яких повинен бути прозорим, відкритим й унеможливлувати високий рівень корупції з боку країн-рецепієнтів.

Це дослідження пропонує передову точку зору для аналізу значущих глобальних енергетичних ринків. Також, враховуючи нещодавно

давнє зростання значення відновлюваних джерел енергії, необхідно буде оцінити потужності й можливість стабільного виробництва енергії з нових джерел енергії в майбутньому, коли будуть доступні такі дані. Відповідно, це дасть можливість розробки нового організаційного механізму, який буде описувати функціонування світового ринку енергетики в майбутні 10-20 років після завершення трансформаційних процесів, які є характерними для сучасної економічної і політичної систем світу, та в основі якого буде лежати екологічність, прозорість й зростання конкуренції на усіх рівнях енергетичного ринку. Відповідно, така глобальна модель енергоринку буде базуватися на ступені технологічного розвитку регіонів світу, який здатен забезпечити необхідний рівень акумулювання відновлювальної енергетики, зберігання, транспортування та мережевої системи для доставки до споживачів усіх рівнів.

2.2. Основні засади та норми, які покладені в основу функціонування світового ринку енергетики

Аналіз сучасного стану світового ринку енергетики та прогнози щодо векторів його розвитку є важливою інформацією не лише для ефективного функціонування енергетичних компаній, а й для усіх учасників глобального світового ринку товарів та послуг. Розуміння економічного механізму, який регулює світові енергетичні ринки, формуючи співвідношення попиту та пропозиції, є основним чинником формування достовірної інформації щодо реалій та перспектив розвитку енергоринку. Важливо розуміти провідну роль, яку можуть відігравати ринки та цілеспрямована політика у вирішенні як проблем, пов'язаних із задоволенням енергетичних потреб зростаючого населення, так і того, як забезпечити стабільність та безпечність розвитку енергоринку.

Сучасна економіка енергетичної галузі продовжує формування такими тенденціями, як індустріалізація, урбанізація та автоматизація. Це спричинено такими основними тенденціями:

- зростанням споживчого попиту на енергоресурси;

- зростанням ефективності виробництва і споживання енергії;
- збільшенням диверсифікації основних джерел енергії.

Для багатьох країн світу енергетика є фундаментальною основою економічного, соціального та політичного розвитку. Кінець 20 століття характеризувався зміцненням відносин в енергетичному секторі, головним чином через кризові ситуації, які спричинили серйозні потрясіння у світовій економіці. Бажання вирішити ці проблеми формує необхідність створення глобальної міжнародної енергетичної політики в усьому світі.

Також вигоди від державного співробітництва для досягнення енергетичної безпеки почали переважати занепокоєння щодо потенційних загроз національним інтересам у кризові періоди другої половини 20 століття. Все це стало основою для сучасних підходів до регулювання глобальних енергетичних ринків.

В умовах фундаментальних змін на світовому енергетичному ринку оновлення та вдосконалення міжнародного регулювання енергетичного співробітництва стає все більш актуальним. Розглянемо міжнародну енергетичну структуру в контексті регулювання функціонування глобальних енергетичних ринків (рис. 2.5).

Аналіз міжнародної практики показує, що міждержавні організації повинні мати певні ознаки, а саме, установчі міжнародні угоди, постійні інституції та повагу до суверенітету держав-членів та інших загальних принципів міжнародного права.

Серед організацій загальної компетенції, Організація Об'єднаних Націй є тією, яка зосереджена на глобальній економіці, включаючи питання енергетики. По-перше, її діяльність стосується глобальних екологічних проблем, що безпосередньо пов'язані зі світовою енергетичною системою. Це знайшло відображення в Рамковій конвенції ООН про зміну клімату, яка прийнята у Ріо-де-Жанейро делегаціями з понад 160 країн, та, вже згаданому в роботі, Кіотському протоколі про зміну клімату 1997 року. В даний час міжнародно-правові норми і глобальні інститути кліматичної політики знаходяться в процесі трансформації та прямо пов'язані зі світовою енергетикою. Цікаво, що в 1970-х рр. деякі країни виступали за створення

всесвітньої енергетичної організації на базі ООН на протипагу ОПЕК, яка на той час зосередила у своїх руках контроль над енергоринком.



Рис. 2.5. Глобальна структура регулювання, яка формує основні норми та засади функціонування світового ринку енергетики

Джерело: власна розробка автора

Організація країн-експортерів нафти (ОПЕК) – це міжнародна міжурядова організація, створена країнами-експортерами, до складу якої входять: Алжир, Ангола, Венесуела, Габон, Іран, Ірак, Кувейт, Катар, Лівія, Об'єднані Арабські Емірати, Нігерія, Саудівська Аравія та Еквадор.

Тривалий час ОПЕК вважалася головним гравцем на ринку нафти, а її ринкова поведінка впливала більш-менш на всі суб'єкти світової економіки, проте, можна припустити, що сучасні трансформаційні процеси можуть суттєво послабити ринкову позицію Орга-

нізації внаслідок диверсифікації джерел енергії та збільшенню країн-експортерів.

Історія створення ОПЕК і зародження сучасних норм регулювання енергоринку починається після Другої світової війни.

На Арабському нафтовому конгресі, що відбувся в Каїрі в 1959 р., учасники досягли джентльменської угоди щодо сумісної нафтової політики з метою збільшення та зміцнення впливу арабських країн на міжнародній арені [65].

Другим і завершальним кроком у цьому процесі стала зустріч арабських держав у Багдаді в 1960 р. – було створено Організацію країн-експортерів нафти (засновники – Іран, Ірак, Кувейт, Саудівська Аравія та Венесуела) [66].

Головною метою створення ОПЕК є стабілізація світових цін на нафту в рамках задоволення економічних інтересів країн-учасниць.

Також до цілей функціонування ОПЕК можна віднести:

- координацію нафтової політики держав-членів;
- забезпечення стабільного прибутку;
- регулярне постачання олії споживачам;
- охорона навколишнього середовища.

До 1960-х років частина нафти, що постачалася на світовий ринок, видобувалась на концесійних ділянках. У 1962 р. 86% світового видобутку нафти надходило з концесійних ділянок. Монополії були змушені скоротити свої концесії під тиском великих експортерів, які приєдналися до ОПЕК та не бажали надавати свої родовища в експлуатацію через дію концесійних угод. У період 1960-1970 рр. загальна площа концесій скоротилася приблизно вдвічі, а ОПЕК зміцнила свою ринкову позицію [67].

Тому наступним завданням для ОПЕК стало змінити фінансові умови концесії. У політичному та економічному сенсі – це прагнення отримати диференційовану земельну ренту, значна частина якої раніше була зайнята монополіями. Диференційна рента розраховується виходячи із середнього та оптимального показників запасу ресурсів. Тому країни-члени ОПЕК почали на національних рівнях переглядати процедуру розрахунку «роялті» (особливого виду платежу в натуральній формі або в грошовому еквіваленті, який сплачує орендар

власнику природних ресурсів), яка застосовувалася при підписанні концесійних угод.

У 1962 р. на четвертому черговому засіданні ОПЕК було прийнято рішення щодо початку переговорів з підприємствами-монополістами про перегляд порядку розрахунку «роялті». Основна вимога ОПЕК – вилучити ці відрахування з податку на прибуток і перетворити їх в окремий платіж. Розраховані за новою системою, «роялті» могли збільшити дохід держави від бареля нафти в середньому на 15-17%. Це важливий перший крок до власних цілей ОПЕК [66], – з цього етапу починає формуватися новий устрій норм функціонування сучасного світового ринку енергетики.

У 1999 р., члени ОПЕК вирішили скоротити видобуток нафти, щоб запобігти падінню цін через збільшення кількості нафтових родовищ у країнах, що не входять до ОПЕК (тобто в Росії, Мексиці, Омані та Норвегії) [67]. До початку 2000 р. світова ціна на нафту перейшла рубіж 30 доларів США за барель (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Середньорічна ціна на сирю нафту в період 1990 – перший квартал 2023 рр.

Джерело: адаптовано автором [68]

У березні 1999 р. країни ОПЕК прийняли новий механізм підтримки світової ціни на нафту на обумовленому рівні 22-26 доларів США за барель, суть якого полягала у корегуванні поточного обсягу попиту. У випадку ринкової ситуації, коли ціна перевищує 28 доларів США за барель протягом 20 днів, ОПЕК приймав рішення щодо збільшення на основі пропорційного розподілу видобутку між країнами-членами Організації (розмір збільшення в середньому становим 500 000 барелів на день). При ринковому зниженні ціни до рівня 22 доларів США за барель протягом 20 днів, відповідно, видобуток скорочувався на 500 000 барелів. Якщо такі дії не дозволяли стабілізувати світові ціни на нафту в діапазоні \$22-28, протягом 20 днів вносилися інші ситуативні поправки [66].

Такий механізм цінового регулювання спрямований на вирішення як мінімум двох завдань, які є ключовою метою та основою функціонування ОПЕК:

1) призупинялося скорочення запасів, які продаються без значної монопольної надбавки;

2) ОПЕК трансформувалася в «закритий клуб країн-експортерів нафти», які шляхом збільшення чи зменшення загального обсягу видобутку нафти могли контролювати більше половини світового ринку нафти.

Проте динамічність розвитку ринку енергетики вносила свої корективи, знижуючи, нехай і на не значний рівень, ринковий контроль ОПЕК.

У зв'язку з нафтовою кризою 1973-1974 рр., країни ОПЕК підняли ціни і обмежили продаж енергоресурсів, що спричинило значне незадоволення з боку країн-імпортерів, тому потрібно було створювати регулятори енергетичного ринку, які б мали частковий вплив на обсяг ресурсів та рівень цін на ресурси, при чому, стимулюючи взаємну співпрацю в області енергетики між країнами світу.

Таким чином, Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) було створено як природна відповідь розвинутих країн-імпортерів нафти на непередбачене різке підвищення цін і обмеження членами ОПЕК на їх постачання у зв'язку з світовими енергетичними кризами та арабо-ізраїльською війною в першій половині 1970-х років. Ця ор-

ганізація дозволила координувати різноспрямовані дії щодо захисту національних енергетичних інтересів та забезпечення енергетичної безпеки певних незалежних країн.

Незважаючи на те, що МЕА є складовою Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), МЕА є незалежним. Організація представляє інтереси переважно економічно розвинених країн світу і об'єднує 28 країн Європи, Північної Америки та Південно-Східної Азії. Рада керуючих, яка складається з високопоставлених представників країн-членів, зокрема міністрів, відповідальних за енергетику, є найвищим керівним органом МЕА [70].

З моменту заснування, метою Агентства є координація державної політики в енергетичному секторі. Угода про Міжнародну енергетичну програму, яка була підписана в 1974 році, встановила мінімальний запас нафти і нафтопродуктів у 70 днів для імпорту за відповідний період попереднього року (згодом збільшений до 90 днів), а також гнучкі процедури перерозподілу надлишкової нафти або нафтопродуктів між країнами-членами, якщо це необхідно, і максимальна частка однієї країни-постачальника енергоресурсів у розмірі 35% від усього експорту країни-члена. Серед запропонованих дій було збільшення використання місцевої енергії та уникнення непередбачених великих закупівель. Тоді МЕА запровадило довгостроковий план дій із метою зниження залежності країн-членів від імпорту шляхом підвищення енергоефективності, зміни моделей споживання на альтернативні джерела та сприяння міжнародній співпраці, що зародило нові засади функціонування енергетичного ринку [71].

МЕА активно просуває інновації в енергетичному секторі через зростаюче значення нових технологій в епоху економічного розвитку. Зростання міжнародної торгівлі скрапленим газом, що впливає на вартість інших енергоносіїв, є основним напрямком аналізу та прогнозування світового ринку природного газу експертами МЕА в останні роки. Одним із головних обов'язків МЕА є вживання заходів для підвищення ефективності використання вугілля, оптимізації використання природного газу, гідроелектроенергії та, в певних межах, атомної енергії. Нещодавно МЕА висловило бажання вплинути на політику ОПЕК, яка неодноразово радила своїм впливовим членам

збільшити видобуток нафти, уникаючи підвищення цін та забезпечивши стабільне функціонування світової економічної системи [72].

Як наслідок, дії МЕА мають як прямий, так і опосередкований вплив на світовий енергетичний ринок, зокрема через механізм цін і регулювання економічних ланцюгів поставок, про які у роботі вже зазначалося.

На рубежі 20 століття стало зрозуміло, що сучасний механізм регулювання світового енергетичного ринку набув більшої формалізації. Європейська енергетична хартія (далі – Хартія) була підписана в Гаазі 17 грудня 1991 року, що зробило її першим значущим багатостороннім міжурядовим документом у сфері регулювання світового енергетичного ринку [73].

Ініціатором і організатором Хартії виступила Комісія Європейського Союзу, яка скликала конференцію із запрошенням неєвропейських країн. Серед учасників розробки Хартії можна назвати США, Канаду, Японію, Австралію, усі країни Західної Європи та члени ЄС, а також Україну та інші пострадянські країни, окремі держави Центральної та Східної Європи – загалом 52 держави.

Окрім сприяння економічним реформам та модернізації енергетичних галузей у країнах Центральної та Східної Європи і колишнього Радянського Союзу, засновники Хартії висловили амбітне бажання вкласти свій внесок у розвиток «нової моделі довгострокової енергетичної співпраці в Європі з повагою до суверенних прав держав на енергетичні ресурси, на основі взаємодопомоги та недискримінації» [73].

У Хартії визначено такі основні напрямки міжурядового та ділового співробітництва:

- відкритий і конкурентний ринок енергетичних продуктів, матеріалів і торгівлі енергоресурсами, матеріалами, обладнаннями та послугами;
- професійний доступ до енергетичних ресурсів;
- правова база для стабільності розвитку допомоги та співпраці в енергетичній сфері;
- координації дій щодо забезпечення енергоефективності, охорони навколишнього середовища та безпеки атомної енергетики.

Після ратифікації більшістю країн, ДЕХ став юридично обов'язковим документом і офіційно набув чинності в 1998 році. Він охоплює найважливіші аспекти відносин між учасниками, зокрема:

- передумови доступу до готівкового ринку та природних ресурсів;
- транспортування і вид транспорту;
- стиль та режим торгівлі;
- трансфер технологій;
- реклама та захист інвестицій;
- збереження навколишнього середовища;
- арбітраж та вирішення спорів.

Угода передбачала, що всі учасники матимуть рівні можливості й діятимуть на основі єдиних правил. Оскільки він створив правові основи для функціонування глобального енергетичного простору та універсальні принципи, норми і правила співпраці в енергетичній сфері для всіх учасників міжнародної торгівлі, його укладення стало важливим кроком на шляху розвитку багатостороннього регулювання енергетичного ринку світу. Сфера впливу цього фундаментального документа обмежена, а ймовірність поширення його положень на ширше коло країн невизначена через недостатнє врахування авторами інтересів країн-імпортерів та експортерів енергоресурсів, включаючи США.

Напочатку 21 століття вищий міжнародний форум «Велика вісімка», куди регулярно збираються глави держав і урядів провідних країн світу, долучився до регулювання енергетичного ринку, як розробки комплексної системи заходів забезпечення економічної безпеки. Через нестабільність цін і непередбачуваний характер дій ОПЕК, економічно розвинені країни звернули більшу увагу на забезпечення сталого функціонування глобального енергетичного ринку.

Найвищі посадовці Окінавського форуму підтримали ідею створення єдиної стратегії Великої вісімки для вирішення питання енергетичної безпеки в 2000 році. Перша зустріч міністрів енергетики відбулася в Детройті у травні 2001 року, а наступні зустрічі такого характеру включали глибокі дискусії з питань регулювання енергетичного ринку.

Сторони дійшли висновку, що «енергетичні ресурси мають вирішальне значення для підвищення якості життя та розширення можливостей, доступних для мирного населення світу» [74]. Високі та нестабільні ціни на нафту, зростаючий попит на енергоресурси, зростаюча залежність багатьох країн від імпорту, потреба у значних інвестиціях серед інших серйозних і взаємопов'язаних проблем, згадувалися як такі, що потребують вирішення. Інструментом досягнення поставленої мети, з огляду на глобальність проблем та розвитку партнерських відносин між усіма зацікавленими країнами, було запропоновано створення прозорих, ефективних та конкурентоспроможних глобальних енергетичних ринків. Рішення Великої вісімки на початку 21 століття, загалом, мало низку основних напрямків [74]:

- підтримати достатню реакцію на зростаючий попит на енергетичні ресурси та достатньо високий рівень капіталовкладень в енергетичний сектор економіки;

- створення та підтримка сприятливих умов для залучення інвестицій, пов'язаних з енергетикою і вжиття ефективних заходів для дотримання договірних зобов'язань;

- реалізація політики, яка заохочує використання альтернативних джерел енергії, підвищення доходності депозитів на національному та міжнародному рівнях, тощо;

- впровадження концепцій енергозбереження та підвищення ефективності;

- обмін найкращими практиками між усіма ланками виробництва та продажів;

- створення жорстких вимог щодо дотримання норм енергоефективності, фінансових і податкових стимулів для впровадження найновіших технологій, а також встановлення національних цілей щодо зниження енергетичного рівня еволюції.

Розділ «Енергетична безпека» був включений до основного підсумкового документа «Світова економіка» за результатами зустрічі лідерів «Великої вісімки» на Хоккайдо, Японія, у липні 2008 року. У світлі різкого зростання цін на нафту було рекомендовано прикласти якомога більше зусиль для усунення основних причин зазначених вище зростань в довгостроковій перспективі та збільшити

видобуток нафти і потужність переробки в короткостроковій перспективі.

Слід зазначити, що окремі сфери світового енергетичного ринку регулюються спеціальними міжнародними організаціями та форумами. Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ), яке було засноване в 1957 році під егідою ООН, є одним з них. Це міжурядова організація з великим досвідом, потужною адміністративною системою та широким колом членів.

Зусилля створити Агентство виникло після запуску перших атомних електростанцій у Радянському Союзі в 1954 році та у Великій Британії в 1956 році, а також значним збільшенням рівня зацікавленості до цього джерела енергії з боку інших розвинених країн, зокрема США, яка була стурбована протистоянням у «холодній війні». Станом на 2022 рік членами МАГАТЕ є понад 140 країн.

До обов'язків МАГАТЕ входять виконання таких основних цілей:

- забезпечення безпеки використання ядерних технологій;
- забезпечення мирного використання ядерної енергії;
- сприяння розвитку та передачі цієї технології для цивільних цілей;
- втручання в обмін відповідними компаніями та матеріалами між представницькими країнами;
- заохочення передачі науково-технічних знань.

Понад півстоліття навчання МАГАТЕ спрямовані на стимулювання комфортного розвитку атомної енергетики. Агентство сприяє зростанню використання ядерної енергії в економіці, зокрема, виробництву електроенергії, а, отже, прогресу стабільності у світовій енергетиці. Зараз у світі працює понад 440 силових ядерних реакторів у 30 країнах, на які припадає близько 16% виробленої енергії [75].

Сьогодні МАГАТЕ функціонує як головний міжурядовий форум науково-технічної допомоги в галузі атомних технологій у мирних цілях. Агентство розробляє норми, вимоги, правила та керівні принципи для урядів, зокрема, щодо трансграничного транспортування та зберігання ядерних матеріалів. Співпраця здійснюється у формі планування завдань, експертних консультацій та навчання персоналу щодо застосування атомних технологій. Це допомагає багатьом країнам

більш ефективно використовувати атомні електростанції. Останнім часом діяльність групи також спрямована на підвищення рентабельності світла, виробленого на атомних установках.

МАГАТЕ вирішує завдання повного забезпечення захисту населення планети шляхом укладення угод про гарантії невикористання атомних програм для розробки озброєнь, систематичного надання інформації про роботу реакторів, застосування професійних засобів контролю та інспекцій на місцях. Багатоланкова система забезпечення безпеки сприяє формуванню громадської думки на користь атомної енергетики.

Майже одночасно з МАГАТЕ було створено Агентство з ядерної енергії (АЯЕ, 1958 р.) – спеціалізована міжурядова установа в рамках Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). АЯЕ включає 30 країн, переважно із Західної Європи, а також США, Канаду, Японію, Австралію, Республіку Корея, Мексику та кілька країн Східної Європи (Угорщина, Чехія, Словаччина).

Близько 83% світової ядерної енергії надходить від членів АЯС. Світовий енергетичний ринок виграє в результаті сприяння АЯС створенню безпечної ядерної енергії для цивільного використання. Сім постійних технічних комітетів, у тому числі з питань науки, технічних та економічних досліджень і правових питань, складають Секретаріат АЯЕ.

Агентство робить значний внесок у розвиток ядерної енергетики та ділиться накопиченою інформацією як з країнами-членами, так і з країнами, що не є членами, залучаючи до співпраці їх національних експертів з області енергетики. АЯЕ сприяє гармонізації законодавства та практики міжнародного регулювання у цій сфері шляхом поширення науково-технічної інформації, визначення ключових напрямів ядерних досліджень та обміну досвідом експлуатації ядерних установок. Таким чином, діяльність АЯЕ дозволяє розширювати використання атомної енергії, більш реалістично та оптимістично передбачає її роль у розвитку світового енергетичного ринку в цілому, впливає на стан і динаміку цін на енергоносії.

«Організація промислового розвитку ООН» (ЮНІДО), спеціальна агенція ООН, діяльність якої зосереджена на захисті навколиш-

нього середовища для забезпечення сталого розвитку, останнім часом посилила вплив на енергетичний ринок. Її енергетичні програми в основному зосереджені на заохоченні промисловості використовувати чистіші, ефективніші та відновлювані джерела енергії. Підприємці, які підтримують виконання внутрішніх і міжнародних проєктів зі збільшення споживання енергії, є технічними партнерами в технічній співпраці організації.

ЮНІДО заохочує впровадження ресурсозберігаючих технологій у рамках програми розвитку «зеленої» промисловості (наприклад, створено спеціалізований підрозділ Міжнародного центру водневих енергетичних технологій). Для більшої ефективності заходів створюються спеціалізовані програми для конкретних країн. Однією з нових ніш стало просування технологій, які дозволяють малим і середнім енергоємним підприємствам обробної промисловості використовувати джерела енергії.

Зрештою, Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії (IRENA) було створено в січні 2009 року 75 країнами з усіх континентів для підвищення енергетичної безпеки шляхом збору та поширення знань про ці перспективні джерела в результаті динамічного поширення ідей сталого розвитку та боротьби зі змінами клімату. Основна мета IRENA – заохочувати використання всіх відновлюваних джерел енергії – сонячної, вітрової, геотермальної, біомаси та біопалива – більш широко.

З метою сприяння співробітництву Агентство створило базу даних усіх національних та міжнародних організацій, які займаються створенням відновлюваних джерел енергії, а також дослідницьких установ та експертів у відповідній галузі. Одним із ключових практичних кроків стала участь у міжнародній конференції міністерського рівня з відновлюваної енергетики та стимулювання швидкого впровадження на національному рівні глобальної концепції збереження клімату та покращення середовища існування населення планети [76].

Існуюча система загальних норм та засад функціонування світового ринку енергетики, яка базується на діяльності міжурядових організацій, які поважають державний суверенітет партнерів і дотримуються принципів міжнародного права, не була готова адаптуватися до

останніх труднощів, спричинених військовою агресією Росії у 2022 році.

Зараз по всьому світу відбувається перша справді глобальна енергетична криза в історії. У Європі, яка перебуває в центрі потрясінь на енергетичному ринку, спричинених вторгненням Росії в Україну, ситуація доволі складна.

Незалежність ЄС від Російських енергоресурсів поступово буде прискорюватися – саме це вирішили лідери ЄС на неформальному саміті в березні 2022 р. Лідери Європейської ради на позачерговому саміті 30-31 травня 2022 року вирішили припинити імпорт нафти майже 90% з Росії до кінця 2022 року, проте поставлена ціль не була реалізованою станом на грудень 2022 року.

У червні 2022 року Рада прийняла нові правила для посилення енергетичної безпеки ЄС у світлі війни в Україні. ЄС прагне до кліматичної нейтральності, з метою збереження кліматичних умов та збільшення енергетичної незалежності від країн-експортерів вичерпних ресурсів. Для підвищення безпеки енергопостачання ЄС, досягнення економії та підготовки до можливих перебоїв у постачанні газу з Росії, яка використовує енергоносії як інструмент політичного тиску, наступним кроком є досягнення угоди про добровільне скорочення попиту на природний газ країн ЄС цієї зими.

Отже, найважливішими завданнями регулювання глобального енергетичного ринку на багатосторонньому рівні в найближчій перспективі є:

1. Запобігання проблемам у постачанні та закупівлі, включаючи своєчасну розвідку та розробку нових родовищ в різних країнах та регіонах світу;
2. Зменшення ризиків пов'язаних з надійним та своєчасним транспортування енергоносіїв;
3. Збереження стабільності світової економіки в довгостроковій перспективі, що теоретично відповідає інтересам як експортерів, так і імпортерів джерел енергії;
4. Використання джерел енергії з урахуванням потреб майбутніх поколінь і вимог клімату;
5. Прискорення переходу до чистих джерел енергії. Зараз у 2023 році вітрова та сонячна фотоелектрична енергетика може зменшити

залежність енергетичного сектора Європейського Союзу від російського природного газу.

Основними інструментами правил будуть підвищення ефективності використання електроенергії, у тому числі більш економне її використання, максимальне використання альтернативних ресурсів з урахуванням досягнень науково-технічного вдосконалення, маркетинг структури споживання, маневрування стратегічними резервами.

Узагальнюючи, можна сформулювати висновки, що норми та засади функціонування світового ринку енергетики, хоча і трансформуються, перерозподіляючи між собою рівень важливості, основні позиції залишаються не змінними:

- підвищення ступеня кооперування між країнами з подібними енергетичними структурами та природною забезпеченістю ресурсами;
- дотримання загальної концепції по боротьбі з кліматичними змінами;
- створення енергоефективної та енергоощадної глобальної енергетичної системи;
- стимулювання розробки та впровадження нових технологій в усіх енергетичних сферах, які в розрізі різних країн світу, забезпечать можливість країнам-експортерам викопного палива зберегти хоча б частину ринкової влади, а в країнах з низьким рівнем природної забезпеченості – формувати енергосистему менш залежною від експорту енергоресурсів шляхом розвитку альтернативної та цифровою енергетики.

Координування та впровадження основних засад і норм функціонування світового ринку енергетики здійснюється на основі постійного розвитку та діяльності системи міжнародних енергетичних організацій, сфера інтересів яких стрімко розширюється з метою формування прозорі, диверсифікованої та ефективною світовою енергосистеми.

2.3. Модель ринку енергетики та напрями її трансформації

Сучасний світ зараз в основному розвивається завдяки збільшенню використання енергії та електрики. Електрифікація стала

ключовим процесом, який характеризує розвиток глобальної економіки та забезпечує темпи економічного зростання усіх країн світу. Надійне, безризикове та доступне постачання енергетичних ресурсів є наріжним каменем сталого розвитку на глобальному ринку, де цифрові продукти, процеси, пристрої та споживання є нормою. Використання численних первинних джерел енергії також може бути пов'язане з глобальним потеплінням і викидами парникових газів, станом екології та його впливом на здоров'я населення планети.

Забезпечення енергоресурсами національному економіку країні є ключовим завданням уряду будь-якої країни світу, особливо гостро це питання стоїть у країнах, які природньо не забезпеченні викопними ресурсами, тому сучасний світовий ринок енергоресурсів умовно можна поділити відповідно до галузевої структури (рис. 2.7).

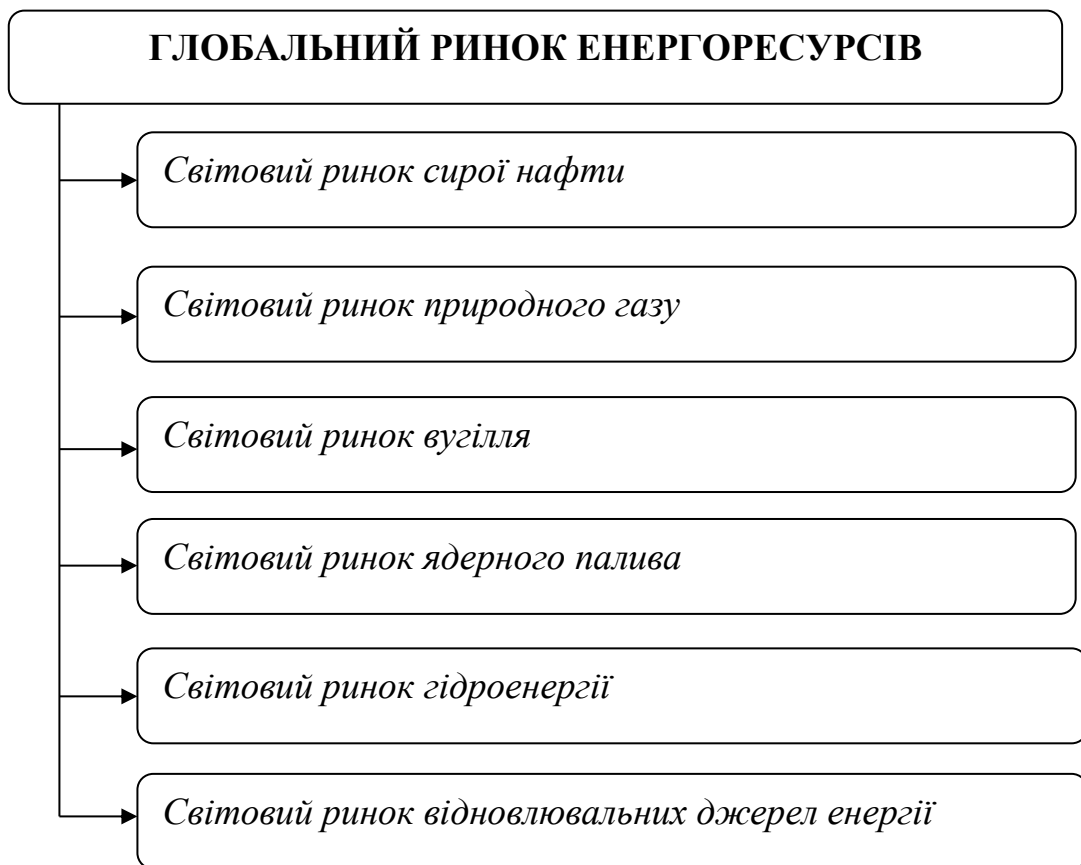


Рис. 2.7. Товарно-галузева структура глобального енергоринку
Джерело: адаптовано автором за даними [32; 45; 55; 63; 77-79]

Модель світового енергетичного ринку, враховуючи складність та важливість аналізу, у роботі автор пропонує розглядати у трьох

площинах (перша – зумовлена історичним розвитком світового ринку нафти та дві інші зумовлені світовими політичними, економічними, технологічними трансформаціями) та змодельовано три моделі:

- модель енергоринку на основі концепції споживання викопних ресурсів, як ключових джерел енергії (умовно можна назвати класичною моделлю світового ринку енергетики);

- модель енергоринку на основі концепції цифрової енергетики, доцільність впровадження та широке застосування якої зумовлена колосальною швидкістю розвитку технологій, інновацій та штучного інтелекту в світі;

- модель світового енергетичного переходу на альтернативні джерела енергетики.

Актуальність першої моделі зумовлена історичним розвитком світового ринку енергетики, тоді як дві наступні – викликами сьогодення, такими як переосмисленням населення процесу суспільного споживання, гіперфінансіалізацією, електрифікацією та трансформацією глобальної економічної системи.

Світовий ринок енергетики, звичайно, не є монолітним, він розвивається фрагментарно у розрізі різних країн, враховуючи рівень економічного розвитку, тип економіки, природню забезпеченість ресурсами, державну політику тощо.

Класична модель функціонування світового ринку енергетики базується на пріоритетності використання викопних ресурсів у світовому господарстві, адже саме вони були останні п'ятдесят років енергетичною базою швидкого розвитку глобальної економіки, добробуту населення та збільшення частки задоволення споживчих потреб людства. Природня забезпеченість викопним паливом дала колосальний поштовх розвитку деяким країнам світу, які донедавна знаходилися на найнижчому щаблі економічного розвитку. Припливи грошових потоків зумовлених експортом нафти та природнього газу, змусили ці країни задуматися над збереженням свого домінуючого положення на світовому енергоринку, шляхом збереження пріоритетності традиційних джерел енергетики, викупом патентів на розробки в області відновлювальних джерел енергії, впровадження нових технологій у видобування нафти та газу, налагодженням шляхів по-

ставок та, зрештою, коливаннями цін та політичними таємними угодами і домовленостями.

Тому, не зважаючи на обмеженість параметризації класичної моделі функціонування світового ринку енергетики, вона чітко демонструє необхідність аналізу політичного, логістичного, соціально-економічного та географічних середовищ, фактори впливу яких є не менш важливими за фактори прямого впливу економічного середовища.

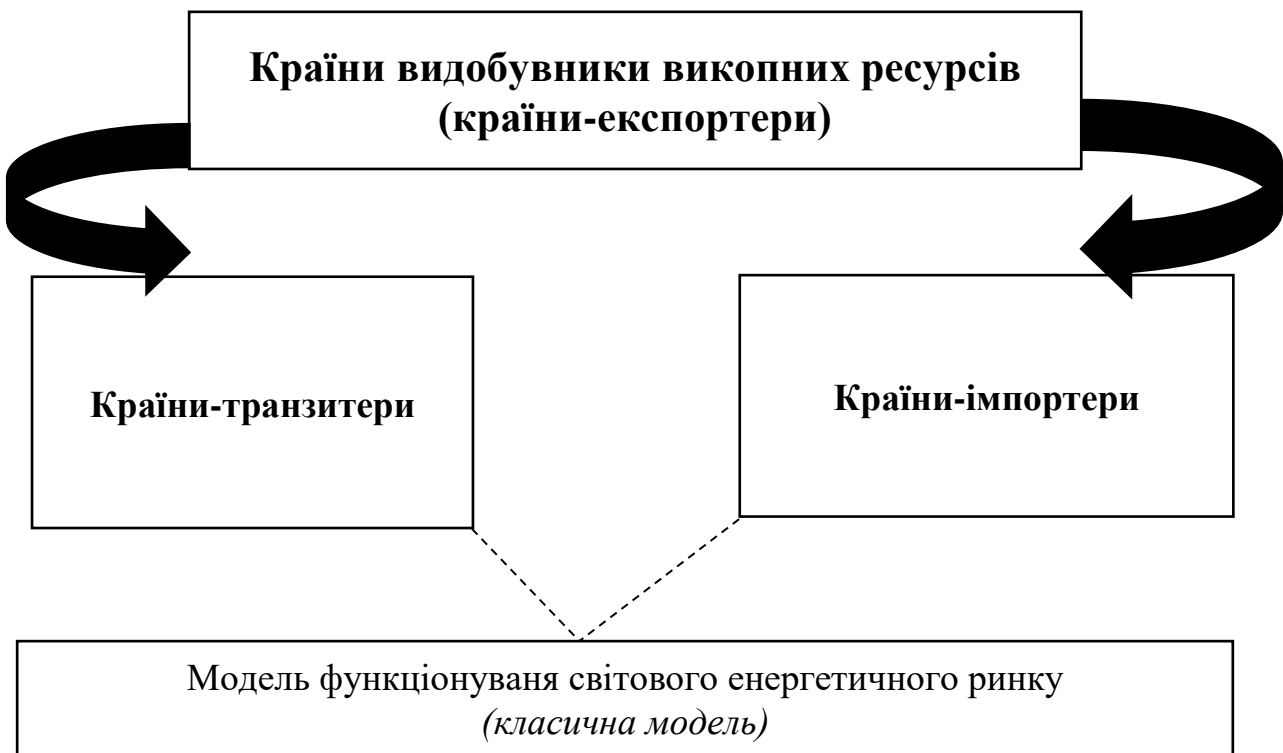


Рис. 2.8. Класична модель світового ринку енергетики

Джерело: власна розробка автора

Звичайно, що злагоджена кооперація між країнами-видобувниками, країнами-транзитерами та країнами-імпортерами може забезпечити злагодженість функціонування світової енергетичної системи, проте для глибшого аналізу в модель слід включити ряд важливих аспектів, які, власне, є факторами впливу політичного, логістичного, географічного та соціально-економічного середовищ:

- розрив логістичних ланцюгів поставок (російсько-українська війна значно погіршили логістичну систему світового ринку енергетики);

- прагнення розвинутих країн світу до енергоефективності та заощадливості;
- тренд формування національних стратегій енергобезпеки та енергетичної незалежності (який посилюється після жорстокого вторгнення РФ на територію України);
- зростання інфляційних процесів у світі внаслідок енергетичної кризи 2022-2023 рр.;
- зростання залежності усіх сфер людського життя від наявності електроенергії та розгалуженої мережі її подачі.

Тому аналіз моделі функціонування світового ринку енергетики вимагає застосування інших підходів параметризації моделі, які враховують тенденції сучасного розвитку енергоринку в контексті трансформації не лише глобальної економічної системи, а й перерозподілу сфер впливів між державами світу, зростання процесів інтеграції та дезінтеграції, зміни карти центрів прийняття рішень та формування нової інноваційно-технологічної економіки.

З метою досягнення сталого розвитку світового енергетичного ринку відповідь на запитання дослідження надається у формі ще двох теоретичних моделей, які зазначені вище, окрім класичної моделі. Основою цих теоретичних моделей є підкреслення важливості енергоефективності та відновлюваних джерел енергії, які є ключовим аспектом трансформації світової енергетичної системи, у планах забезпечення покращеного енергопостачання в країнах по всьому світу та забезпечення стабільного розвитку глобальної економіки.

Оцінка поточної енергетичної ситуації на світовому енергоринку, вимірювання та моніторинг споживання енергії в усьому світі є першими кроками в розробці моделі світових енергетичних ринків.

Запропоновані моделі враховують низку важливих факторів, включаючи тенденції глобальної ситуації, стан постачання та використання енергії, управління енергією та ефективність, альтернативну енергетику, технологічні та інноваційні розробки і дослідження, впровадження глобальної енергетичної стратегії розвитку та адаптацію національних стратегій відповідно до неї. Ці умови мають бути дотримані, перш ніж запропоновані теоретичні дизайни можна буде застосувати на практиці.

1. Зміни в глобальній проблемі.

Одним із кроків у правильному напрямку є розвиток ідеї у користувачів потужності, які усвідомлюють труднощі, з якими стикаються національні енергетичні системи, виробляючи достатньо енергії для задоволення усіх споживчих потреб. Свідоме скорочення темпів зростання споживання енергії, яке не зумовлене економічним спадом або економічною стагнацією суттєво може позитивно вплинути на стабільність енергетичного ринку та сповільнити негативний вплив використання енергоресурсів на кліматичні умови.

Користувачі можуть приймати обґрунтовані рішення щодо використання електроенергії, коли вони обізнані про поточні глобальні тенденції та проблеми, що є важливо для забезпечення доступності енергії. Загальне усвідомлення концепції раціонального енергоспоживання пришвидшить розвиток цифрової енергетики та частково знизить темпи зростання загального попиту на енергоресурси при цьому не сповільнюючи позитивну динаміку розвитку світової економіки. Проблема інформування населення планети щодо раціонального споживання енергоресурсів на усіх рівнях забезпечило б глибше усвідомлення необхідності повної цифровізації енергосистем та додаткового фінансування розвитку технологій в енергетичній сфері.

2. Вимірювання та спостереження.

Проте для повного усвідомлення необхідності цифровізації та раціонального споживання енергоресурсів потрібно володіти повною інформацією щодо загального споживання енергії, пікових періодів та найбільш енергоємних сфер суспільного життя.

Неможливо ефективно управляти галуззю, яка не контролюється належним чином. Кількість доступної енергії, як використовується та як нею керувати – деякі з питань моніторингу, який є необхідним при формуванні загальної моделі розвитку світового енергетичного ринку майбутнього. Це пояснюється тим, що навіть якщо енергоресурсів буде вироблено більше, ніж вони будуть використані на повну, у деяких певних регіонах країни їх може бракувати. Проводячи ретельний аналіз пропозиції та використання джерел енергії, можна оптимізувати ці ресурси, раціональніше розподіливши та забезпечивши оптимальними логістичними ланцюгами поставок. Крім того, необхідно

створити державну політику щодо рішень збільшення поточних джерел енергії або пропозиції нових. Впровадивши прозорий інтеграційний процес національних енергетичних стратегій в глобальну енергосистему, побудовану на основі концепції задоволення раціонального попиту на енергії у всіх країнах світу, можна досягнути світового енергетичного балансу.

Деякі країни мають виключний доступ до різноманітних невідновлюваних і відновлюваних джерел енергії, таких як сира нафта, природний газ, вугілля, гідроенергія, геотермальна енергія, біомаса, сонячна енергія та вітер, але через неефективну та непрозору державну енергетичну політику їх не використовують або використовують недостатньо раціонально чи ефективно при тому, що в багатьох країнах світу існує колосальний брак енергії.

Зрозуміло, що однією з основних вимог забезпечення сталого розвитку світового енергетичного ринку є використання відновлюваних джерел енергії на основі розробленої системи цифрової енергетики та наявності доступу до енергомереж та енергоресурсів на території усіх країн світу, проте раціональне та обдумане використання енергії залишається також глобальним питанням, яке потребує вирішення.

3. Управління енергією, надійність та ефективність.

Визнання рентабельності енергоефективності може бути корисним не лише для особистих споживачів електроенергії, а й для економіки в цілому. Враховуючи стрімкий розвиток інноваційних технологій та штучного інтелекту, питання управління та ефективного розподілу енергоресурсами є цілком вирішуваним при умові залучення додаткового інвестування та державної підтримки.

Енергозбереження в країнах, що розвиваються, не таке ефективне, як у розвинених країнах. Отже, програма енергоефективності, яка відповідає умовам розробки, може бути досліджена та адаптована для країн, що розвиваються, а, особливо, для країн Азії, економіка яких знаходиться в фазі зростання. Питання енергоефективності лежить не лише в площині заощадження коштів кінцевого споживача, а й є необхідною умовою економічного розвитку та зростання загального добробуту населення.

4. Відновлювана (альтернативна) енергія.

Поточне глобальне споживання енергії еквівалентно 13 терават (ТВт), що робить енергію однією з найважливіших проблем та 21 століття. Це фундаментальна проблема, з якою стикаються всі уряди. Світ використовує паливо у великих кількостях, що робить пріоритетним пошук нових джерел енергії, які необхідно досліджувати через швидке виснаження ресурсів викопного палива.

Навіть при аналізі світового ринку енергетики на основі класичної моделі потрібно розуміти її не довгостроковість, обмеженість та необхідність диверсифікації глобального ринку енергетики, а не лише регіонального, де територіально розташовані високорозвинені країни світу, які розуміють необхідність пошуку енергії з відновлювальних джерел.

Пріоритетність використання альтернативної енергетики має бути фундаментальною основою розвитку національних економік усіх країн світу, віддаючи перевагу конкретно тим джерелам відновлюваної енергетики, які є найбільш ефективними та продуктивними, враховуючи кліматичні та регіональні особливості.

5. Важливість раціонального споживання.

Значення і доступність енергії для навколишнього середовища та економічного зростання часто недооцінюються національною та урядовою політикою багатьох країн. Виробництво, розподіл і використання енергії – це три основні сфери, які необхідно враховувати при розвитку енергетики. Як наслідок, національна енергетична політика деяких країн потребує оновлення, щоб краще відображати державні пріоритети, значення енергопостачання для економічного зростання та добробуту населення. Збільшення інвестицій, що робить енергію доступною для всіх, заохочення управління енергією та її збереження, підтримка та розширення потужностей відновлюваних джерел енергії – це кілька речей, які ефективна енергетична політика має враховувати.

Управління енергетичним сектором має відбуватися не просто на рівні окремої країни, а й на регіональному та глобальному рівнях. Раціональне споживання залишається пріоритетом при формуванні енергетичної стратегії та його концепцію можна розглянути на

прикладі функціонування енергетичної системи Європейського Союзу.

Найекономічніший спосіб гарантувати громадянам ЄС доступ до безпечних і доступних джерел енергії – через включений до ЄС енергетичний сектор. Енергія може вироблятися в одній країні ЄС і постачатися споживачам в іншій завдяки спільним правилам ринку електроенергії та транскордонному обладнанню. Стимулюючи конкуренцію та дозволяючи споживачам обирати своїх постачальників енергії, це підтримує цінову владу та не дозволяє функціонувати на ринку енергетики олігополії з чіткими межами.

Ринок електроенергії ЄС швидко оновлюється, щоб відобразити цю реальність, враховуючи рівень технологічної інтеграції та зміни, які відбулися з 2009 року та, як очікується, відбудуться в наступні роки. Пакет «Чиста енергія для всіх європейців», зокрема, заохочував необхідні державні та приватні можливості на основі ринкових сигналів, а також оновлював і запроваджував нові правила енергетичного сектора. Тому капіталістичні країни ймовірно стануть першими в запровадженні цифрової регіональної енергосистеми, яка стане основою для розробки та впровадження світової.

Глобальна модель цифрової енергетики будується на теорії вільного ринку та наявності великої кількості ринкових суб'єктів (рис. 2.9). Не існує повністю монополізованого процесу від виробництва енергоресурсів до постачання енергії кінцевому споживачеві, що унеможливає контроль ринку енергії та отримання значного монопольного прибутку великими корпораціями.

Диференціація суб'єктів усіх ланок функціонування світового енергетичного ринку може забезпечити безперервне функціонування та, при виконанні усіх зазначених вище умов, задоволення раціональних потреб в енергії для більшості країн світу. Цифрова модель ринку енергетики базується на основі функціонування незалежної електронної платформи, яка є ареною для співпраці між усіма учасниками енергоринку, відповідно чим більше диверсифікований ринок енергоресурсів тим більше на електронній платформі є незалежних суб'єктів конкурентного ринку.



Рис. 2.9. Модель енергоринку на основі концепції цифрової енергетики
Джерело: власна розробка автора

Наявність конкуренції на світовому ринку енергетики стимулює зростання пропозиції, зростання пропозиції – збільшення розподільчих мереж, а це, відповідно, задоволення більшої частки попиту та в глобальному контексті збільшення числа людей на планеті, які будуть мати доступ до електроенергії.

Платформа ринку формує ринку ціну на енергію та реалізує її функцію розподілу з метою задоволення якомога більшої кількості споживачів.

Організаційно-економічний механізм світового енергетичного ринку трактується таким чином, що, на відміну від існуючих, передбачає наявність шести системоутворюючих компонентів (інституційного, ринкового, соціального, організаційного, економічного та еко-

логічного), які діють разом в гармонії, щоб забезпечити стійкий розвиток ринку на основі взаємодоповнюваності, враховуючи також мезо-, макро- та глобальне середовище.

Сучасний стан світового ринку спонукає до прийняття нових правил ринку електроенергії. До 2030 року очікується, що частка електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, зросте з 25% до понад 50%. Коли немає погоди чи сонця, електроенергія також повинна вироблятися та постачатися в достатній кількості. Щоб задовольнити попит на відновлювані джерела енергії та залучити інвестиції в такі матеріали, як накопичувачі енергії, які можуть компенсувати регульоване виробництво енергії, необхідно покращити ринки. Крім того, економіка повинна дати споживачам належні стимули брати участь і сприяти стабільності електроенергетичної системи.

Власне, цифрова енергетика передбачає залучення значних інвестицій для диверсифікації енергоресурсів та зменшення впливу державного регулювання національного ринку енергетики. Відповідно суттєва скорочення споживання викопного палива зменшить вплив країн-експортерів на глобальному ринку.

Проте, цифрова енергетика передбачає створення не лише глобальної конкурентної моделі енергоринку, а й впровадження системи раціонального споживання за рахунок розумних будинків та офісів, що також потребує значних фінансових вливань на мікро рівні. Тому з метою пришвидшення імплементації загальної концепції цифрової енергетика та практичного її впровадження варто будувати стратегію залучення не лише приватних, а державних інвестицій для цифровізації енергоспоживання побутових процесів громадян.

Формування конкурентного ринку енергії збільшує еластичність попиту на конкретні енергоресурси, зростання еластичності ставить нові можливості перед суб'єктами ринку. Інформаційні, грошові та енергетичні потоки утворюють систему ліберального дерегульованого національного ринку, на якому при наявності диверсифікованих джерел енергії, ключове місце займають інвестиції, ефективність та раціональність розподільчих мереж та відкритість та доступність інформації. Дерегульований енергетичний ринок є результатом функціонування моделі цифрової енергетики, чітко демонструючи відсут-

ність прямого впливу кола певних суб'єктів на ринкові умови, що є характерним для класичної моделі енергоринку (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Модель дерегульованого енергетичного ринку

Джерело: адаптовано автором за даними [31; 80-82]

Цифрова енергетика враховує усі загальні тенденції ринку в тому числі і продовження використання викопного палива, з поступовим скороченням його ринкової частки. Тому модель цифрової енергетики може бути реалізованою найближчими часом, проте вона має перехідний характер та в довгостроковій перспективі може бути трансформована на диверсифіковані відновлювальні джерела енергії.

Перехід від викопного палива до відновлюваної енергії є неминучим і катастрофічно важливим у всьому світі, щоб зменшити наслідки зміни клімату. За останні десять років глобальна енергетична

система зазнала значних змін у бік відновлюваних джерел енергії внаслідок певного урядового тиску та технологічного прогресу. Перехідний етап триває, і світові енергетичні ринки зазнали численних змін. Хоча деякі з цих модифікацій можуть полегшити перехід енергії, тимчасове скорочення темпів розвитку може викликати труднощі. Пандемія COVID-19 і конфлікт в Україні, зокрема, спричинили значні зміни та неоднозначність на світовому глобальному ринку, а, отже, в тому числі й енергетичному.

У результаті енергетичні переходи ускладнюються, оскільки проекти відновлюваної енергетики стають менш конкурентоспроможними. Економічний спад світового господарства внаслідок вище загаданих причин спричинив невизначеність енергетичного сектору для більшості національних економік. Зростання соціальної напруги, суттєві коливання на ринках викопного палива, світова економічна та політична нестабільність, з одного боку – стримують перехід на альтернативні джерела енергії через брак коштів, з іншого – глобальне переосмислення раціонального споживання та розуміння необхідності енергетичної незалежності та безпеки, все частіше спонукають країни на перехід до відновлювальних джерел енергії.

Цілком логічною є перспектива відмови людства від традиційних енергоресурсів та впровадження функціонування енергетичної системи відновлювальної енергетики. Проте, об'єктивно оцінити час, через який така модель буде реалізованою є неможливим через впливу ряду чинників, можливо лише розробити теоретичний макет переходу до такої моделі (рис. 2.11).

Перехід у нову енергетичну еру, де відновлювальні джерела енергетики стануть традиційними, може бути болісним процесом для країн, що розвиваються, тобто для країн з чутливою економікою до будь-яких факторів. Відповідно кожна країна повинна розробляти свою адаптивну модель пріоритетних джерел енергії, опираючись на кліматичну модель та налагоджувати ланцюги поставок у випадку необхідності закупівлі енергії у інших країн світу.



Рис. 2.11. Перспективи глобальних енергетичних модифікацій: шлях до сталого розвитку глобальної енергетичної економіки

Джерело: власна розробка автора

Окрім збереження клімату перехід на відновлювальні джерела енергії формуватимуть переважно у більшості країн світу замкнуті енергетичні системи, котрі здійснюватимуть експорт та імпорту енергії

лише для усунення короткострокового дефіциту пропозиції. В теоретичній розробленій моделі зображено чотири країни, економіка яких функціонує на відновлювальних енергоресурсах, відповідно їхні регіональні центри взаємодіють лише в певних ситуативних випадках, таких як непередбачувані кліматичні катаклізми, раптових стрибок в попиті тощо (рис. 2.12). Слід зазначити, що в запропонованій теоретичній моделі існує глобальне конкурентне середовище енергоринку, тобто кожна країна самостійно обирає в ситуативних випадках країну-експортера енергії.

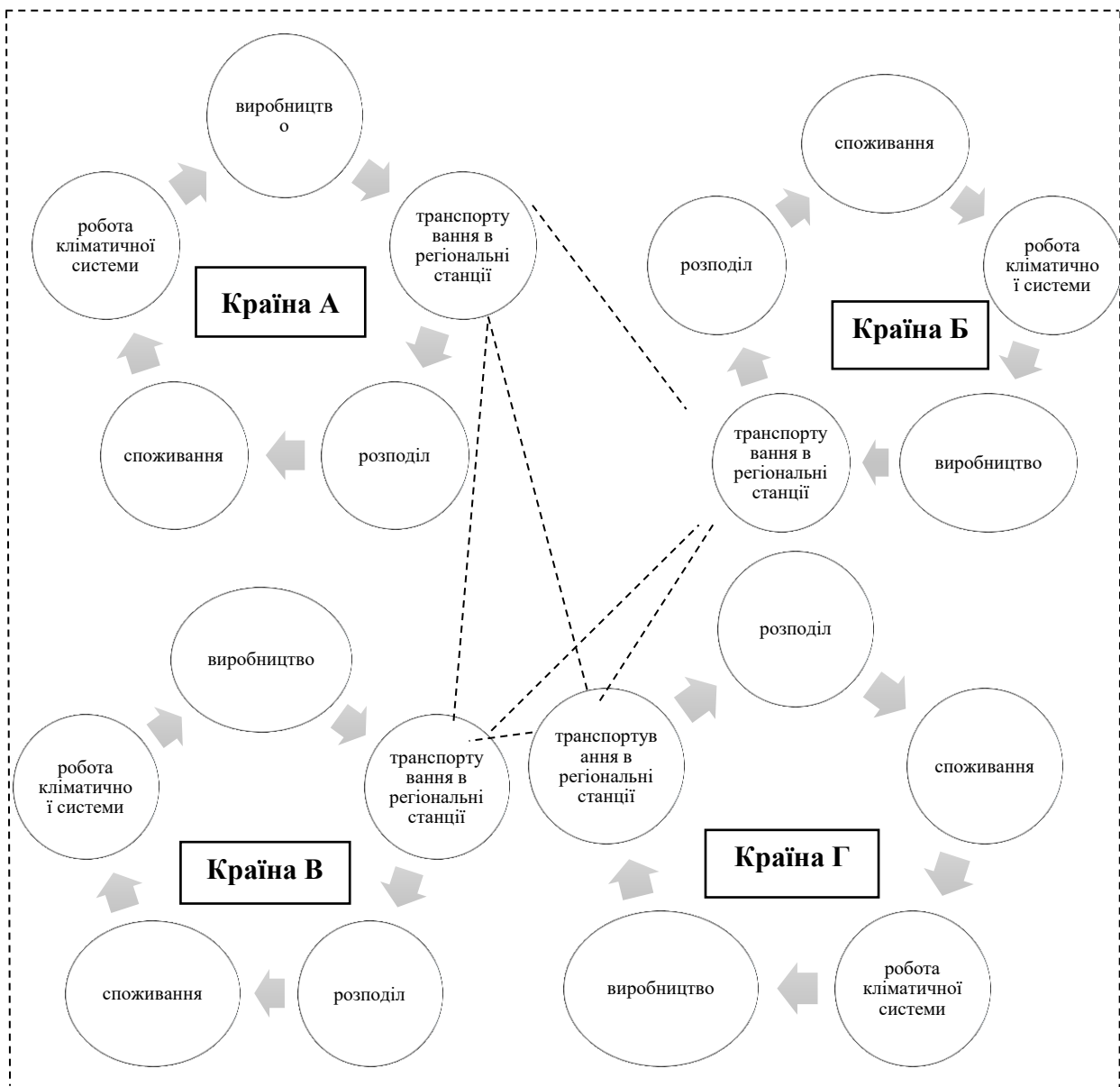


Рис. 2.12. Модель глобального енергоринку використання відновлювальних джерел енергії (на основі чотирьох країн світу)
 Джерело: власна розробка автора

Проте, враховуючи реалії розвитку світового ринку енергетики, запропонована модель використання відновлювальних джерел енергії є теоретичною, і не матиме повної імплементації в практику. Навіть, при повному переході країн світу на ВДЕ, забезпечити глобальне конкурентне середовище буде вкрай складно. Ряд внутрішніх та зовнішніх факторів середовищ формувати диспропорційний розвиток енергетики в країнах світу. Поєднання моделі цифрової енергетики та моделі використання відновлювальних джерел енергії забезпечить сталий розвиток глобальної енергосистеми.

Національна політика та темпи економічного розвитку мають значний вплив на те, як динаміка ринку електроенергії та перехідний процес відрізняються на федеральному рівні [46; 82; 83]. Спроможність кожної країни адаптуватися до ринкової динаміки та підтримувати плавний процес енергетичного переходу різна. Великі багатонаціональні енергетичні компанії, які працюють у багатьох країнах, мають різноманітні продукти, які охоплюють як класичну, так і відновлювану енергію, що додає труднощів на рівні фірми [46; 48; 84]. На процес прийняття ними рішень впливають різноманітні, часто неринкові компоненти [30; 85; 86]. Проте інвестиції в енергетичний сектор не зменшуються, а лише змінюється їх сегментний розріз (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Структурна динаміка світових інвестицій, 2010-2020 рр., млрд дол. США, %

Джерело: побудовано на основі [87]

З огляду на поточну ситуацію та дослідження динаміки та зростання світового енергетичного ринку, труднощі, пов'язані з переходом більшої частини країн світу на ВДЕ, є настільки ж значними. Китай є світовим лідером з інвестицій у відновлювані джерела енергії [87], і багато країн, що розвиваються, особливо зацікавлені в його потужній політиці щодо розвитку енергетики, як основи запоруки сталого економічного розвитку та потенційного світового експортера енергії. Спад обсягу інвестицій в енергетику був зафіксований в 2020 році, але це короткостроковий ефект від шоку через COVID-19.



Рис. 2.14. Взаємозв'язки глобальних інвестицій в електропостачання та кінцеве використання, 2010-2020 рр., млрд дол.

Джерело: побудовано на основі [87]

Тому природні чинники, доступність ресурсів і географічні переваги відіграють головну роль у визначенні ефективності глобального енергетичного ринку, а не економічне зростання.

Відновлювана енергія, швидше за все, буде використовуватися на конкурентному ринку електроенергії, але пільгові тарифи все ще повинні підтримувати економічну життєздатність відновлюваної енергії, динаміки розвитку якої станом на сьогодні, все ж залежить від цін на викопні енергоресурси. Основні товарні ринки світу відчувають значну волатильність на міжнародних ринках сировини нафти, які чутливі до екстремальних геополітичних або фінансових подій. Беззаперечно, перехід на відновлювальні джерела енергії забезпечить енергетичну стабільність, проте ціна стабільності може бути високою та економічно не вигідною для країн, що розвиваються.

Розділ 3.

СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ТА СПЕЦИФІКА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГОРИНКУ

3.1. Сучасний стан розвитку світового ринку енергетики

Кон'юнктура світового ринку енергетики зумовлена рядом чинників, звичайно, що першочерговими є розвиток і зростання глобальної економіки та попит, пропозиція, ціна на ресурси, проте в сучасних реаліях важливими є фактори цифровізації, розвитку технологій, суспільної культури споживання енергоресурсів. Протягом двадцятого століття кінетика користування первинних енергоресурсів характеризувалася безперервним, але і не завжди рівномірним збільшенням. В двадцятому столітті сукупне споживання енергоресурсів у суспільстві виросло більш ніж в тринадцять разів, що підкреслює актуальність наукового дослідження проблеми забезпеченості енергоресурсами.

Склад всесвітнього енергоспоживання впродовж двадцятого століття характеризується почерговою зміною лідерства на ринку трьох ключових ресурсів, – вугілля, нафти та природного газу. За попередніми прогнозами газ збереже свої лідерські позиції найближчими роками та стане ключовим енергоресурсом двадцять першого століття. Згідно з моніторингами Міжнародної енергетичної агенції (МЕА), за першу чверть двадцять першого століття споживання природного газу збільшиться на 70%, а його частка в загальному енергобалансі суспільства збільшиться з 23 до 28% приблизно [88].

Структура світового енергетичного ринку впродовж років стає все більш урізноманітненою, а загальний обсяг споживання первинної енергії у світі збільшується. Тому, можна чітко зазначити, що світовий ринок енергетики перебуває на етапі трансформаційних змін, які вплинуть на структура глобальної економічної системи.

Поява нових технологій та посилення сталого порядку денного у провідних економіках світу зумовили суттєві трансформації на сві-

товому ринку енергетики та торгівлі енергоресурсами у 21 столітті. Наприкінці другого десятиліття 21 століття глобальні енергетичні ринки опинились під загрозою у зв'язку з низкою кризових подій, що сколихнули світ.

Важливі зміни для енергетичної галузі відбулись у 2021 р. Глобальна економіка поступово виходить із кризи, спровокованої поширенням пандемії, швидкими темпами зростають обсяги споживання енергоресурсів. Очевидно, що прогнози, озвучені на початку пандемії щодо того, що світ пройшов пік споживання нафти у 2019 році, не справдилися. Навпаки, ринки ризикують зіткнутися з глобальним дефіцитом енергії через багаторічне недоінвестування, обумовлене ціновими шоками та прагненням якнайшвидше відмовитися від викопного палива. У зв'язку з цим актуальним завданням урядів залишається декарбонізація виробництва, створення стимулів для розвитку поновлюваної енергетики та інших низьковуглецевих технологій, підвищення енергоефективності та енергетичної незалежності країн світу. При цьому важливо мінімізувати можливі негативні наслідки прискореного енергетичного переходу, включаючи значне подорожчання енергоресурсів. Тому, необхідно діяти на основі виважених та продуманих рішень, прагнути максимальної синергії зусиль держав, бізнесу та суспільства, що безумовно ставить певні виклики перед світовою спільнотою [89].

Після падіння у 2020 році світовий попит на електроенергію зріс на 6% у 2021 р. Це найбільший за всю історію річний приріст в абсолютному вираженні (понад 1500 ТВт/год) та найбільше зростання у відсотковому вираженні з 2010 року після фінансової кризи [90].

Близько половини глобального зростання забезпечив Китай, де попит збільшився приблизно на 10%. Світовий попит на електроенергію збільшився завдяки швидкому відновленню економіки у поєднанні з екстремальнішими погодними умовами, ніж у 2020 році, включаючи холоднішу, ніж у середньому, зиму. Найбільший внесок у зростання попиту зробила промисловість, за нею йдуть комерційний сектор та сектор послуг, а відтак – житловий сектор [91].

Більше половини приросту світового споживання електроенергії забезпечили вугільні електростанції. Виробництво електроенергії на

основі вугілля досягло історично рекордного рівня, збільшившись у 2020 році на 9%, що є найшвидшим темпом з 2011 року, чому сприяв надзвичайно високий попит на електрику та конкурентоспроможність вугілля на деяких ринках порівняно із природним газом. Проте, як описувалося вже у роботі така тенденція є ситуаційною та, скоріше за все, не збережеться у довгостроковій перспективі, а вугілля поступово з викопних енергоресурсів витіснить природний газ, якій є більш транспортабельний та економічно ефективніший.

Спостерігалось також значне зростання виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії (на 6%). І це незважаючи на обмеження, викликані подекуди несприятливими погодними умовами (зокрема, для гідроенергетики). Газова генерація зросла на 2%, а атомна – на 3,5%, майже досягнувши рівня 2019 року [90]. Разом з тим, викиди CO₂ в електроенергетиці у 2021 році зросли майже на 7%, досягнувши рекордного рівня, що ще раз підкреслює необхідність глобального переходу на енергоресурси з нижчим рівнем забруднюваності.

Підвищений попит на викопне паливо у поєднанні з обмеженнями у постачанні призвів до дефіциту і високих цін на енергоносії. Через особливо високі ціни на газ у Європі та його 20-відсоткову частку у структурі електрогенерації середні оптові ціни на електроенергію у четвертому кварталі 2021 року були більш ніж у чотири рази вищими, ніж у середньому за 2015-2020 роки [89].

Міжнародне енергетичне агентство очікує, що у 2022–2024 роках швидке зростання відновлюваних джерел енергії дозволить майже повністю покривати прогнозоване помірне зростання споживання. Очікується, що середньорічне зростання попиту на електроенергію становитиме 2,7%, але пандемія Covid-19 та високі ціни на енергоносії зумовлюють невизначеність прогнозів [93].

Очікуване рекордне зростання виробітку на основі відновлюваних джерел енергії (в середньому на 8% на рік) має забезпечити більше 90% зростання попиту протягом зазначеного періоду. Також прогнозується, що за той же період виробництво атомної енергії зростатиме на 1% щорічно (що відповідає 4% зростання світового споживання); електрогенерація на основі газу у світі щороку зростатиме приблизно на 1%.

Внаслідок уповільнення зростання попиту на електроенергію та значного розширення потужностей відновлюваної енергетики найближчими роками виробництво електроенергії на основі викопного палива загалом залишиться на колишньому рівні. МЕА прогнозує, що вугільна генерація скоротиться, але незначно, оскільки поетапна відмова від вугілля та зниження його конкурентоспроможності порівняно з природним газом на таких ринках, як США та Європа компенсуватиметься зростанням у Китаї та Індії [92].

Відзначимо, що саме на Китай припадає більш як половина глобального споживання вугілля, тому перспективи вугільної промисловості залежать головним чином від політики цієї країни. У квітні 2021 року голова КНР Сі Цзіньпін заявив, що Китай суворо контролюватиме проекти з виробництва електроенергії на основі вугілля, обмежуватиме зростання споживання вугілля протягом 14-ї п'ятирічки (2021-2025) і поступово скорочуватиме його в період 15-ї п'ятирічки (2026-2030).

Кліматична конференція COP26 зафіксувала зростання амбіцій провідних індустріальних країн щодо скорочення емісій парникових газів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Заявлені цілі найбільших економік зі скорочення
викидів парникових газів**

	ЄС	США	Китай	Індія
<i>Середньорічна емісія</i>	3,2 млрд т.	6 млрд т.	14 млрд т.	2,9 млрд т.
<i>Проміжна ціль скорочення, %</i>	35-60%	50-52%	Більше ніж 65%	30-35%
<i>Орієнтований цільовий рік</i>	2050	2050	2060	2070

Джерело: розроблено автором на основі [12; 94; 95]

У загальному, більшість країн світу поділяють аксіому: для сталого розвитку світу необхідно більше енергії, але менше викидів. Тим не менш, сприйняття лідерами енергетичного сектора областей ризику, можливостей та пріоритетів радикально змінилося протягом 2020 р. Сучасні політичні, економічні та регулятивні зміни формують

середовище з новими важливими факторами впливу, які ще до 2019-2021 років були незначними та не бралися до уваги.

Хоча економічна нестабільність, викликана продовженням впливу COVID-19, є найбільшою областю невизначеності (невизначеність щодо економічних тенденцій зросла приблизно на третину порівняно з попереднім періодом), дедалі більшу увагу уряди приділяють соціальної складовій енергетичного порядку денного, що пов'язується з пришвидшенням темпів енергетичного переходу (рис. 3.1) [93]. А також важливою складовою для національної безпеки багатьох країн світу стає енергетична незалежність від викопного палива, а, отже, від країн їх експортерів.

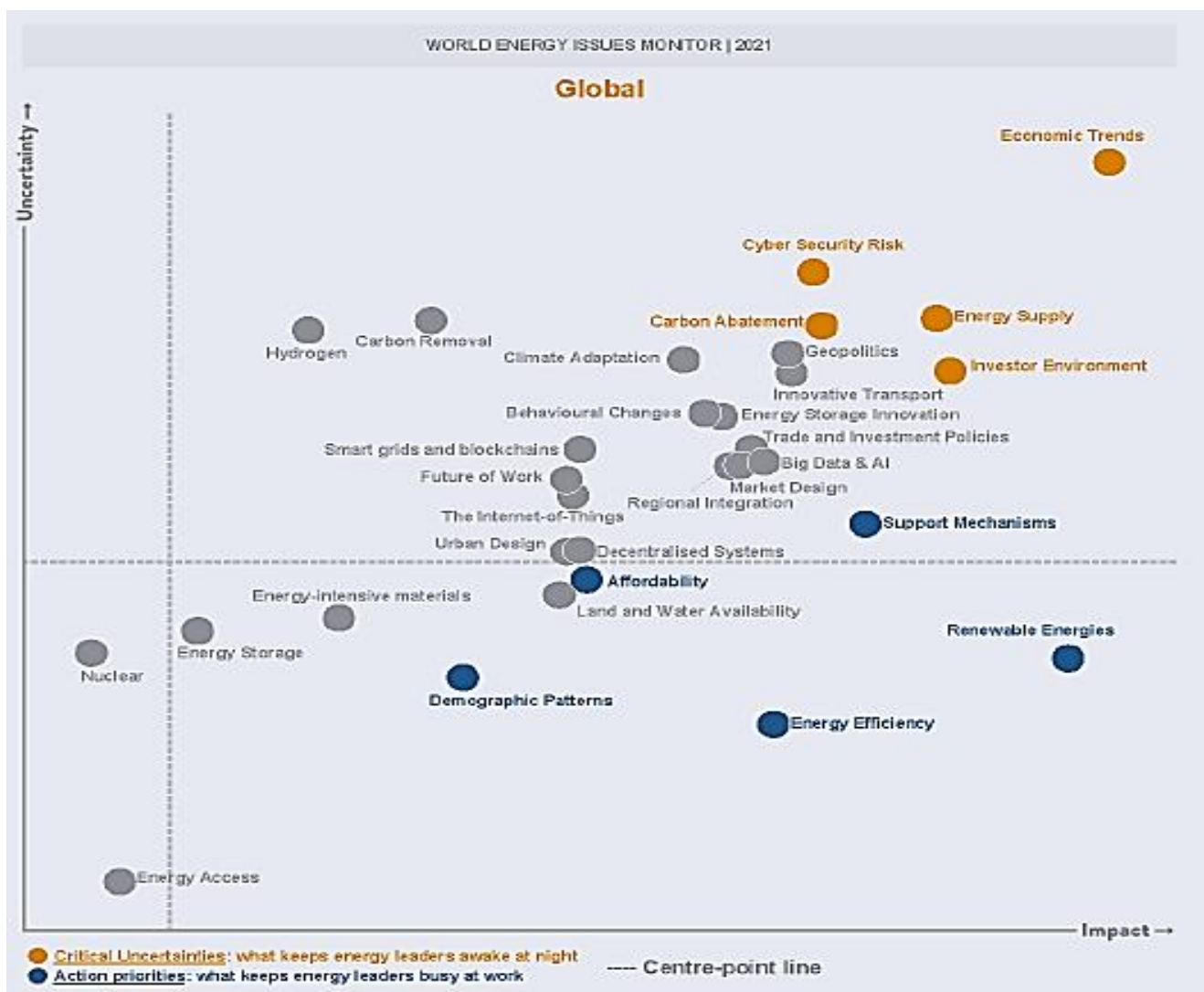


Рис. 3.1. Результати світового моніторингу актуальних проблем у сфері енергетики (дані за 2021 рік)

Джерело: [93]

Огляд експертних висновків засвідчує, що протягом найближчих 20 років на світовому ринку очікується перехід основної частки попиту на енергоносії від США та країн ЄС до азіатських ринків, які зараз швидко розвиваються. Відповідно до цього очікування до 2040 року світовий ринок виробництва енергії має майже подвоїтися. Такі прогнози ґрунтуються на позитивній динаміці економічних показників країн з економікою, що розвивається [92].

У 2021 році світові енергетичні потреби забезпечувалися шістьма основними видами ресурсів. Основу попиту становили вуглеводні (81%): нафта (32% сумарного споживання), газ (22%) та вугілля (27%). Ця сировина, як і раніше, протягом найближчих п'ятьох-десятьох років залишиться основою енергозабезпечення світового господарства, при цьому розвідані запаси нафти і газу при сучасному рівні видобутку вважаються достатніми на найближчі 50 років, вугілля – на 150 років [91].

У 2018–2021 роках видобуток нафти збільшився на 0,5% за рахунок зусиль країн Близького та Середнього Сходу за одночасного скорочення обсягів видобутку цієї сировини в Китаї та США. Слід відзначити також, що хоча протягом останнього десятиліття спостерігається зростання видобутку енергоносіїв, у зв'язку з кризовими коливаннями на ринках виробництво у країнах ЄС скоротилося. Їхнє місце на ринку зайняли країни Близького та Середнього Сходу [93]. При цьому видобуток газу збільшився приблизно на 0,5%, що стало одним із найнижчих показників темпу зростання за останні три десятиліття. Певне пожвавлення у розвитку газового сектору ініціювала Австралія, яка розпочала експлуатацію нових потужностей з виробництва сланцевого газу, що сприяло збільшенню на 4,8% обсягів міжрегіональних поставок цього виду палива [94]. Зрештою, сучасна структура імпорту вуглецевого палива до країн ЄС, що склалась станом на 2021 р. представлена на *рис. 3.2*.

У структурі енергоспоживання економік більшості країн світу частка вуглеводневих енергоносіїв наблизилася до 12%, а у країнах з розвиненою ринковою економікою цей показник знаходиться приблизно на рівні 20%; більш активним є використання атомної енергії та енергії з відновлюваних джерел [93].

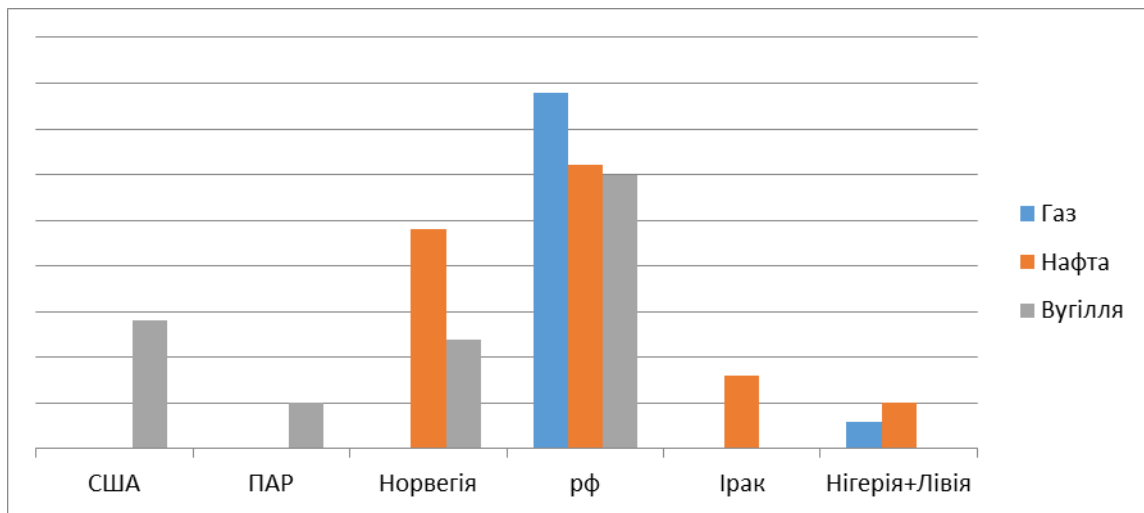


Рис. 3. 2. Структура імпорту вуглецевого палива до країн ЄС у 2021 р., тис. тонн; млн куб. м

Джерело: складено автором на основі [12; 95; 96]

Зростання енергоспоживання в країнах, що розвиваються, спостерігається в основному при розвитку транспортної інфраструктури та індустріального сектору, а також при покращенні умов життя населення. Нині на їх частку припадає близько 60% глобального попиту. У ході кооперації з розвиненими державами, яка відбувалася переважно шляхом відкриття виробничих філій транснаціональних корпорацій у регіонах зі слабким рівнем розвитку, країни регіону переймали сучасні енерговитратні технології, а згодом переходили на більш високий рівень розвитку енергетики.

Лідерами за масштабами виробництва атомної енергетики у 2021 р. залишилися США (32,4% світової генерації) та Франція (15,4%). Німеччина продовжує дотримуватись встановлених темпів скорочення частки атомної енергії. Японія, яка мала 54 ядерні реактори, зупинені після трагедії на АЕС «Фукусіма-1» (березень 2011 року), досі не відновила свої потужності в колишньому масштабі. У 2015 році розпочався демонтаж блоків, які перебували в експлуатації понад 40 років. Проте щорічна закупівля вугілля та газу на 30 млрд дол. ускладнила платіжний баланс країни, і наразі намітилося відродження національної атомної галузі (до 2011 р. на її частку припадало до 30% виробництва електроенергії). Наростити випуск

Японія зможе після виконання комплексних робіт щодо підвищення безпеки АЕС відповідно до вимог МАГАТЕ [90].

Загалом за останні двадцять років збільшилася ефективність використовуваних енергоресурсів, знизилася енерговитрати. У 2015-2021 роках зважаючи на зростання світового ВВП на 26,5% (у постійних цінах) глобальне споживання енергії збільшилося лише на 19%. Останніми роками ефективність використання енергоресурсів збільшилася і спостерігалось зниження втрат споживаної енергії [89].

Так у 2006-2010 роках темпи зростання споживання енергоресурсів становили понад 2%, і перша половина минулого десятиліття характеризувалася стійким дефіцитом енергоресурсів, який становив у середньому 130 млн тонн. У період 2011-2021 років ситуація почала змінюватися у зворотний бік. Темпи зростання споживання енергії всіх видів за останні три роки знизилася до 1%, а дефіцит змінився на надлишок. Так, видобуток нафти перевищив попит майже на 90 млн тонн на рік ще в 2018 році; тоді ціни на нафту впали приблизно втричі по відношенню до рекордних рівнів 2008 і 2012 років [12].

На початку 2020 року перед початком світової кризи нетто-експортери паливно-енергетичних товарів не вжили відповідних заходів щодо стабілізації ринку, незважаючи на очевидні витрати та втрати національних бюджетів, спричинені пандемією коронавірусу [92].

Передбачається, що розріз глобального розподілу енергетичного попиту різко зміниться в близькоому майбутньому: з одного боку, через економічну стагнації в Європі, з іншого боку – бурхливе зростання в Азії, де зосередиться 60% світового попиту, а також в Африці, Близькому Сході та Латинській Америці. Певною суттєвою зміною стане початок 2030-х років, коли, за прогнозами, Китай стане найбільшим споживачем нафти у світі, випередивши США, де споживання нафти впаде до рівня, найнижчого за останні кілька десятиліть. З цього моменту Індія, Південно-Східна Азія, Близький Схід та частина Африки на південь від Сахари стануть ключовими регіонами, де зростання світового попиту буде суттєвим [93].

До 2040 р. на нафту, газ, вугілля та низьковуглецеві джерела енергії припаде по четверті світового ринку енергії. Проблем із нестачею ресурсів не буде, але будуть інші складності. Хоча за допомогою

регулювання та ринкових механізмів частка викопного палива в попиті на первинні види енергії впаде до трьох четвертих до 2040 р., зупинити зростання викидів вуглекислого газу (CO₂) в енергетичній сфері не вдасться, і їхнє зростання становитиме щонайменше одну п'яту від сьогоденішнього рівня [97].

У найближчій перспективі на нафтовому ринку не буде браку пропозиції, але ймовірна зростаюча залежність від невеликої кількості виробників викопних ресурсів. Загалом, тенденції попиту на нафту в різних регіонах світу дуже відрізняються: падіння попиту на один барель нафти в країнах ОЕСР відбувається паралельно до зростання попиту на два барелі у країнах, що не входять до ОЕСР. Зростання споживання нафти в транспорті та нафтохімії очікувано призведе до зростання попиту з 90 млн барелів нафти на добу в 2013 р. до 104 млн барелів на добу в 2040 р. [98]. Проте високі ціни та заходи щодо регулювання попиту уповільнять темпи зростання споживання нафти, що в результаті призведе до стагнації попиту. До 2030 р. необхідний обсяг інвестицій у розробку та видобуток нафти та газу становитиме 900 мільярдів доларів на рік, і невідомо, чи будуть усі інвестиції реалізовані вчасно для забезпечення необхідного рівня видобутку, особливо з урахуванням передбачуваної стагнації рівня видобутку нафти в США з початку 2020 року. Ризиків для підтримки необхідного рівня інвестицій декілька: складність і капіталомісткість розробки бразильських глибоководних родовищ, труднощі в застосуванні американського досвіду освоєння родовищ нафти, що важко видобувається, за межами США, невизначене майбутнє видобутку канадських нафтових пісків, санкції щодо Росії, політична нестабільність та питання безпеки в Іраку. Взагалі, ситуація на Близькому Сході є однією з основних проблем у нафтовому секторі, оскільки значимість цього регіону у видобутку нафти неухильно зростатиме, особливо для азіатських країн, які, як очікується, до 2040 р. імпортуватимуть дві третини сирої нафти, що торгується на міжнародних ринках [98].

У найближчій перспективі попит на природний газ зростатиме. Гнучкіша світова торгівля зрідженим природним газом (ЗПГ) забезпечить певний захист від ризику перебоїв у його постачаннях. Основними регіонами зростання попиту будуть Китай та країни Близького

Сходу, а в країнах ОЕСР газ стане основним видом палива в енергетичному балансі до 2030 р. Цьому сприятиме, зокрема, запровадження у Сполучених Штатах обмежень на рівень викидів електростанцій. Потреби в імпорті зростатимуть у більшій частині Азії, а також у Європі. У найближчі роки очікується потроєння кількості заводів ЗПГ і зростаюча здатність ринків ЗПГ швидше перенаправляти потоки в дефіцитні регіони, що забезпечить впевненість для покупців на міжнародному газовому ринку [97].

Запаси вугілля величезні, проблем із його виробництвом немає, але у майбутньому попит буде обмежений заходами для боротьби з забрудненням довкілля та зниження викидів CO₂. Світовий попит на вугілля очікувано зросте на 15% до 2040 р., але майже дві третини цього зростання припаде на найближче десятиліття. Попит на вугілля в Китаї досягне плато на рівні трохи більше 50% всього світового споживання, а потім почне знижуватися після 2030 року [98].

Проведений аналіз засвідчив, що світовий ринок енергетики та торгівлі енергоресурсами у 2021 р. почав оговтуватись від шоку, пов'язаного з карантинними заходами та політичною нестабільністю. Динаміка ринку та координовані зусилля міждержавних організацій дозволяють з оптимізмом дивитись у майбутнє. Існуючі прогнози свідчать про стійкий намір провідних учасників ринку дотримуватись Цілей сталого розвитку і реалізовувати їх з урахуванням національних інтересів у сфері енергетичної безпеки.

Разом з тим, 2022 р. приніс нове випробування – підступний напад Росії на Україну. Відкрита агресія Росії наразилась на рішучий опір з боку України та світовий осуд. Підтримка України забезпечується, зокрема, посиленням санкційного тиску на агресора. У разі поширення посиленних санкцій на енергетичний сектор прогнози можуть зазнати суттєвих змін. Вплив військової агресії Росії на перспективи розвитку світового енергетичного ринку є перспективним напрямком подальших досліджень.

Попри наростаючий санкційний тиск на економіку Росії, вона залишається ключовим світовим експортером нафти та природного газу. Це спричиняє падіння цін на російську нафту, фактично, усіх її експортних марок (рис. 3.3), у той час, як ціна на найбільш котиру-

вану на нафтових біржах марку Brent, що видобувається у Північному морі, падіння протягом грудня 2022 – березня 2023 року не перевищувало 10 дол. США за барр.

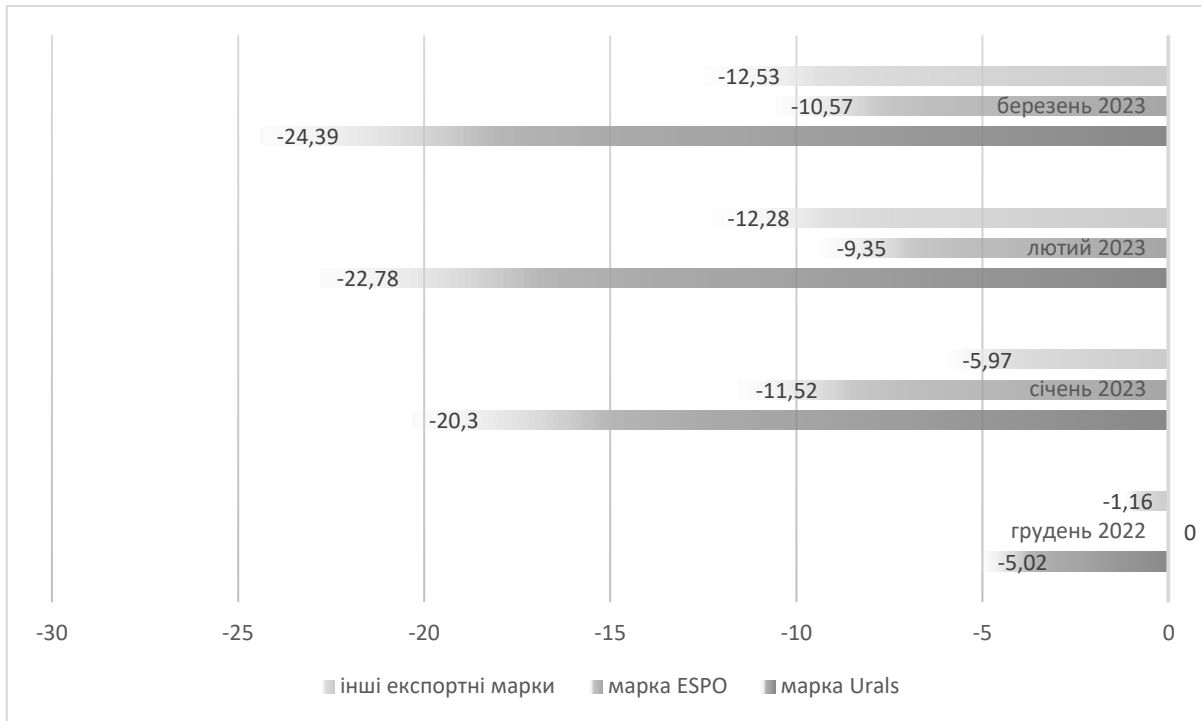


Рис. 3.3. Падіння цін на російські експортні марки нафти в порівнянні з листопадом 2022 року (дол. США за один барель) з грудня 2022-березень 2023 рр.

Джерело: [99]

Ринкове падіння цін на російську нафту в регіональному розрізі має різні економічні наслідки для енергетичного ринку. У високорозвинених країнах, які намагаються посилити санкції щодо Росії спостерігається залучення інвестицій та заохочення розвитку альтернативної енергетики, тоді як у країнах, що швидко розвивається та в політичному контексті займають позицію нейтралітету в російсько-українській війні, збільшують експорт російської нафти, тим самим не вбачаючи економічної вигоди від широкого впровадження та використання альтернативної енергетики. Збільшили поставки російської нафти такі країни, як Індія, Китай та Туреччина. В той час як з грудня 2022 по березень 2023 року країни СЄ скоротили поставки нафти з РФ в середньому на 60% в порівнянні з обсягом листопада 2022 р., проте залишаються країни ЄС, які стабільно імпортують російську нафту та газ, наприклад Болгарія, Італія, Нідерланди. Нафтове ем-

барго ще не діє в Болгарії, тоді як інші країни де-факто порушують умови санкційного пакету.

Експорт нафти з Росії до Китаю зріс з першого півріччя 2021 року до другого півріччя 2022 року на 30 %, в першому кварталі 2023 року – на 25% в порівнянні з 2021 р. Китай до повномасштабного вторгнення Росії в Україну мав налагоджені експортно-імпорتنі операції енергоресурсами з РФ, чого не скажеш про Індію, яка дуже суттєво збільшує обсяги закупки російської нафти під час війни. Експорт російської нафти до Індії зріс у 23,5 рази в другому півріччі 2022 року в порівнянні з аналогічним періодом 2021 року, а вже у перший квартал 2023 року знову зріс на 51% [99].

Попри санкції дохід від експорту нафти Росії в з моменту 24.02.2022 р. до лютого 2023 р. становить близько 185 млн дол. США, друге місце займає дохід від продажу природнього газу близько 75 млн дол. США, найбільше імпортерами залишаються Китай та Німеччина [100].

Це свідчить, що викопне паливо залишається ключовим енергоресурсом через відносно низьку ціну, яку Росія вимушена давати та надлишок пропозиції на ринку. Проте експорт Росії нафти та природнього газу вбиває наших громадян, в той час коли інші країни рахують економічні вигоди від низьких цін йде винищення європейської нації – це вкрай цинічно та жорстоко.

3.2. Аналіз світової торгівлі енергоресурсами

Торгівля енергоресурсами є невід’ємною частиною глобального ринку, яка окреслює ключові вектори розвитку світової економіки та суспільства загалом. В сучасних реаліях основними об’єктами торгівлі на енергоринку є викопні ресурси. Попри певну втрату ринкової частки з боку експортерів вугілля та нафти, стверджувати, що такі ресурси є замінні в економіці є не доцільним та не коректним. Вектор розвитку глобальної економічної системи в напрямку вуглецево-нейтральної економіки є однозначно коректним, але довгостроковим та не прогнозованим.

Глобальне споживання енергії є комбінацією різних енергоресурсів, варіації яких змінювалися впродовж історичного розвитку. До певного періоду вугілля було лише одним широко використовуваним традиційним джерелом енергії для світової економіки. Доступ до вугілля обмеженої кількості країн певною мірою був причиною політичних конфліктів на території Європи, активне впровадження у використання нафти, як ключового енергоресурса, запаси якої зосереджені в основному в Азії, Африці та на Американському континенті змінило геополітичну та економічну карту світу. Нафта, не залежно від країни походження та бренду, це енергоресурс широко застосований, відносно швидкий у видобуванні та транспортабельним.

Історія створення та початок функціонування ринку нафти доводить, що розвідка запасів цього ресурсу за останні шістьдесят років значно зросла, що суттєво зміцнило позиції «нафтових» країн, здатних задовольнити потреби не тільки внутрішніх споживачів енергії, але й виступають постачальниками на світовому ринку для задоволення попиту країн з дефіцитними покладами викопних ресурсів.

Збільшення кількості експортерів, в першу чергу, вказує на складність координації поведінки, створення та функціонування повністю скоординованих картелів, змови чи принаймні досягнення чітких домовленостей між усіма експортерами. Звичайно, спільною метою країн, що володіють нафтовими ресурсами, є підтримка високих світових цін на нафту, збільшення власних прибутків, контроль над ринками, збільшення кількості розвіданих нафтових родовищ, проте з диверсифікацією постачальників та самих ресурсів, це стає все складніше забезпечити.

Також слід зауважити, що інтереси деяких країн не збігаються із загальними інтересами країн-експортерів, що призводить до дисбалансу монопольного контролю, коливання світових цін на енергоресурси та встановлення на ринку викопного палива конкурентного середовища, принаймні в короткостроковому періоді. Чим більше незалежних суб'єктів ринку, тим вища його конкурентоспроможність та доступність до енергоресурсів для кінцевих споживачів.

Нафта є ресурсом не тільки для виробництва різного виду палива, а й для багатьох інших продуктів, наприклад, для хімічної

промисловості. Визначити попит на ці товари та еластичність цього попиту дуже складно, а іноді й неможливо. Попит на виробничі ресурси є вторинним і визначається попитом на продукцію, вироблену цими факторами виробництва, який збільшується або зменшується залежно від того, чи збільшується чи зменшується попит на готову продукцію, створену за допомогою цих ресурсів [9].

Основними чинниками відносно стійкого попиту на вичерпні енергоресурси сьогодні є:

- обмеженість забезпечення;
- зростаючий попит;
- відсутність рівноцінних замінників;
- налагоджені логістичні ланцюги поставок викопного палива;
- технічна залежність значної частини промисловості від природного газу та нафти, переорієнтація якої на відновлювальні джерела енергії є фінансово затратною, економічно не вигідною та тривалою.

Видобуток нафти розгортається для кількох кінцевих цілей – внутрішня переробка, експорт, обмін на іншу продукцію. Постачання нафти втрачає значення як чинника чистої вигоди. Однак, оптимальний розподіл нафти та продуктів нафтопереробки при сценарії енергетичного переходу передбачає переміщення вартості на внутрішній ринок і експорт продукції на зовнішні ринки. При прийнятті інвестиційних рішень та виборі стратегічної політики необхідно враховувати ймовірність майбутнього, що відповідає сценарію енергетичного переходу.

Динаміку ринку експорту сирої нафти за 2000 та 2020 роки проаналізовано в *табл. 3.2*.

Ізоляція Росії після її вторгнення в Україну поглиблюється, як вважають ЄС і G7 посилення санкцій, які передбачають повне припинення імпорту нафти з країни. Нове ембарго прискорить переорієнтацію торговельних потоків, яка вже відбувається і буде відбуватися, що змусить російські нафтові компанії закрити більше свердловин. Незважаючи на неухильне зростання виробництва в інших місцях, очікується, що в поєднанні з уповільненням зростання попиту, відіб'ється гострий дефіцит пропозиції у найближчій перспективі. На

тлі розширення невизначеності попиту та пропозиції, волатильність ринку нафти залишається поширеною. Незважаючи на зростаючий міжнародний тиск і падіння видобутку нафти, російський експорт поки що тримається загалом.

Таблиця 3.2

Динаміка ринку експорту сирової нафти за 2000 та 2020 роки, мільярдів доларів США

Країна	Експорт 2000 році	Експорт у 2020 році	Ринкове зростання (зниження)	Ринкове зростання (зниження), %
Саудівська Аравія	77,9	95,8	17,9	22,9
Норвегія	28,9	22,7	-6,24	-21,7
Об'єднані Арабські Емірати	19	43	25	134
Великобританія	16,8	16,3	-450 мільйонів доларів	-2,8
Мексика	16	17,9	2,79	18,7
Канада	12,9	47,3	34,5	269
США	506 мільйонів доларів	52,4	51,9	10,4к
Австралія	4,32	2,76	-1,57	-36,4
Нідерланди	2,29	4,69	2,5	106

Джерело: складено автором на основі [100]

Обмежені резервні потужності в усьому світі, система рафінування, разом із експортом російського мазуту, дизельного палива та нафти посилили напруженість на товарних ринках. Тривала війна в Україні посилила невизначеність на ринку нафти. Ціни на сирю нафту впали з березня і залишаються нестабільними. Зберігається відносно стабільне зростання попиту на нафту, незважаючи на песимістичні економічні показники, а виробництво нафтопереробних заводів знало важких дій, щоб не відставати, незважаючи на вивільнення стратегічних резервів, щоб зменшити напруженість у постачанні нафти та продуктів.

Проте трансформаційні зміни економіки України з метою швидкого зростання потребує швидкого збільшення частки відновлювальних джерел енергії в загальному споживанні енергоресурсів. Країни, що розвиваються, економіки яких раніше характеризувалися як перехідні, потребують глибоких змін для досягнення ліберальної економічної системи впродовж двох останніх десятиліть, де гостро стоїть питання стабільного енергетичного забезпечення. Цифровізація загалом економіки є важливим фактором економічного лідерства держави, але її впровадження, як і розвиток цифрової альтернативної енергетики потребує залучення значних фінансових потоків [101-105]. Потри оптимістичні прогнози розвитку відновлювальної енергетики, кон'юнктура світового ринку енергоресурсів найближчих двадцять років за попередніми прогнозами зазнає зміни ринкових часток існуючих ресурсів, але повністю не витіснить вичерні ресурси (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Фактичні та прогнозовані показники споживання енергоресурсів

Показник	Роки			Відсоткова зміна, 2020–2050 рр.
	2020	2025	2050	
<i>Загальне світове споживання енергії, квадрильйон британських теплових одиниць</i>	601,61	682,8	1 048,80	1,74
<i>Загальне споживання рідкого палива, млн барелів на добу</i>	92,12	105,6	137,0	1,49
<i>Загальне споживання природного газу, трильйони куб</i>	141,62	157,3	226,12	1,59
<i>Загальне споживання вугілля, мільйони коротких тонн</i>	7 947	8 468	11 114	1,40
<i>Загальне споживання ядерної енергії, млрд кіловат-годин</i>	2 630	2 836	3 043	1,16
<i>Загальне споживання енергії з відновлюваних джерел енергії, квадрильйон британських теплових одиниць</i>	88,71	113,9	297,31	3,35

Джерело: складено на основі [68; 88; 106-108]

Відновлювальна енергетика матиме найбільший приріст в світовому споживанні енергії, друге місце – природній газ, третє – нафта, якщо прирівняти з приростом загалом споживання енергії в світі, то можна зробити висновок, що суттєвого поживлення торгівлі викопними енергоресурсами не відбудеться, а співставивши з прогнозованим зростання населення планети та світовим ВВП вона буде мати поступовий спадний характер (див. табл. 3.4). Винятком є природній газ, але, враховуючи його негативний вплив на екологію, скорочення його використання в майбутньому буде зумовлене глобальними політичними рішеннями.

Таблиця 3.4

Загальні реальні та прогнозовані показники розвитку світової економіки

Показник	Роки			Відсоткова зміна, 2020–2050 рр.
	2020	2025	2050	
<i>Світовий валовий внутрішній продукт (ВВП), виражений за паритетом купівельної спроможності, 2015 р., млрд дол. США</i>	\$122 440	\$155 218	\$356 822	2,91
<i>Світовий валовий внутрішній продукт (ВВП), виражений на основі ринкових валютних курсів, мільярд дол. США 2015 року</i>	\$80 491	\$99 690	\$203 590	2,53
<i>Населення планети, млн осіб</i>	88,72	113,91	297,32	3,35

Джерело: складено на основі [106-108]

Зростання світового ВВП та значний приріст населення планети унеможливілює повну відмову від викопного палива найближчих двадцять років, а, отже, концепція продокування та споживання енергії одними споживачами на одному місці, як загальносвітова практика, також не має можливості бути повністю реалізованою. Торгівля світовими енергоресурсами буде базуватися на торгівлі природним

газом, вугіллям та нафтою, можливо, зі знеженням ступення невизначеності через все ж найбільший приріст споживання енергії отриманою альтернативним шляхом.

За наявними статистичними даними [17] про сирю нафту, бензин, дизельне паливо, пропан, реактивне паливо, етанол та інші види рідкого палива, виробництво нафти, переробку, імпорт та експорт нафтопродуктів проведено аналіз ринку рідин отриманих з природного газу, нафти і нафтопродуктів деяких країн світу, зокрема, в *табл. 3.5* показано динаміку виробництва нафти та інших рідин в Україні.

Таблиця 3.5

Динаміка виробництва нафти та інших рідин в Україні, мільйони барелів на день

Виробництво	Роки					Зміна, %
	2017	2018	2019	2020	2021	
Загальна нафта та інші рідини	55	58	62	61	61	110,91
Сира нафта, рідини отримані з природного газу, та інші рідини	52	55	58	58	58	111,54
Сира нафта, включаючи конденсат із попутного газу	30	33	35	34	33	110,00
Рідини отримані з природного газу	18	19	20	21	21	116,67
Інші рідини	3	3,2	3,4	3,4	3,4	113,33
Приріст переробки нафтопродуктів	3,6	3,7	3,7	3,5	3,8	105,56

Джерело: складено автором на основі [109]

Згідно даних наведених в *табл. 3.5*, по всім аналізованим показникам спостерігається приріст. Так, загальне виробництво нафти та інших рідин в Україні у 2021 році порівняно з 2017 роком збільшилось на 10,91 %, виробництво сирої нафти, рідин отриманих з природного газу та інших рідин збільшилось на 11,54 %; виробництво сирої нафти, включаючи конденсат із попутного газу збільшилось на 10%; виробництво рідин отриманих з природного газу збільшилось на 16,67 %.

Тенденція споживання викопного палива в Україні збережеться позитивної після завершення війни через необхідність швидкої відбудови та зростання економіки, що потребує значного обсягу енергетичних ресурсів. До 2014 року Росія та Білорусь були основними імпортерами викопного палива в Україну, зараз та в майбутньому основними продавцями для України енергоресурсів є Польща, Латвія, Литва та деякі інші країни Європи, існує велика ймовірність, що Казахстан стане ключовим партнером України по забезпеченню сировою нафтою та природнім газом. Проте політика широкого використання відновлювальної енергетики має залишатися пріоритетною для нашої країни в контексті проєвропейської інтеграції та стратегії енергетичної незалежності.

В *табл. 3.6* проаналізовано динаміку виробництва нафти та інших рідин в певних, в енергетичному контексті, ключових країнах світу у 2021 році. Власне, ці країни залишаються передовими експортерами викопного палива у світі та впливають на середовище функціонування світового ринку енергоресурсів.

Таблиця 3.6

**Виробництво нафти та інших рідин в країнах світу у 2021 році
(мільйони барелів на день)**

Виробництво	США	Канада	Бразилія	Об'єднані Арабські Емірати	Великобританія	Венесуела	Світ
Загальна нафта та інші рідини	18876	5559	3690	3787	935	615	95549
Сира нафта, рідини отримані з природного газу, та інші рідини	17922	5488	3630	3770	891	606	93288
Сира нафта, включаючи конденсат із попутного газу	11186	4460	2906	3092	812	596	77045
Рідини отримані з природного газу	5398	989	92	679	65	11	12287
Інші рідини	1340	41	634	0	16	0	3958
Приріст переробки нафтопродуктів	955	71	61	18	46	9,2	2262

Джерело: складено автором на основі [109]

Скорочення світового попиту на нафту в середньостроковій перспективі має вирішальне значення для досягнення нульових викидів та збереження кліматичних умов. Для початку, транспортному сектору, який становить приблизно 60% від загального споживання, доведеться знизити свою залежність від нафти для зниження загального попиту. Будівництво та промисловість, а також енергетичний і нафтохімічний сектори також повинні спалювати менше нафти. Підвищення ефективності та заміщення енергії також будуть критичними. Проте нинішня урядова політика та плани галузі показують, що ініціативи з енергетичного переходу матимуть лише незначний вплив на попит на нафту протягом наступних шести років. Найбільші економіки світу вирівнюються за більшими колективними зусиллями для енергетичного переходу та намагатимуться здійснювати політичний вплив з метою формування глобальної вуглецево-нейтральної економіки.

У той час як світова увага та політичні ініціативи були зосереджені на зміні клімату, включаючи роль нафти в цьому, потенційно не менш важлива проблема продовжує залишатися – невпинне виснаження світових резервуарів нафти. Аналіз моделей глобального видобутку нафти показує, що темпи використання нафти у світі протягом тривалого часу були набагато вищими, ніж темпи її видобутку, а отже, майбутній глобальний видобуток нафти за цінами, які є стійкими для суспільства неминуче йде вниз.

Таким чином, постійні заклики до людства зменшити свою залежність від вуглецевого палива і заміні його відновлюваними джерелами енергії знаходяться поряд з існуванням сильного тиску в усьому світі щодо продовження та навіть збільшення використання викопного палива. Це пояснюється тим, що існує загальна згода, що значна частина багатства сучасного світу базується на значному збільшенні використання цих видів палива, спочатку вугілля, потім нафти й газу у сільському господарстві, промисловому виробництві, транспорті та в економіці взагалі.

Але існує ряд інших обмежень, які перешкоджають глобальному енергетичному переходу, і які також не враховуються в більшості сучасних енергетичних моделювань. Ці обмеження включають наступне:

- найближчий обмежений ресурсами максимум світового видобутку традиційного газу;

- зменшення концентрації руд багатьох корисних копалин, що впливає на доступність корисних копалин та на енергію, що використовується для їх видобутку та збагачення, а отже, і на ціну на більшість корисних копалин;

- той факт, що до енергетичного переходу ще належить пройти довгий шлях, оскільки наразі «нові» відновлювані джерела енергії вітру, сонця, біомаси та геотермальної енергії разом складають лише близько 5% світової первинної енергії, а процес переходу є технічно важким та потребує колосальних інвестицій [108; 110].

Взаємозв'язок між різними згаданими вище факторами є складним і включає зростання населення, зростання економічних очікувань багатьох груп населення, проблеми з доступністю вуглеводнів і корисних копалин, та необхідність відволікання значного фінансування енергетичного сектору. Також важливий сукупний вплив цих факторів на ВВП на душу населення, який, за деякими дослідженнями, очікує зниження через енергетичний перехід.

Доступність нафти в майбутньому є критично важливою проблемою, яка впливає на економіку, вуглецеві бюджети та міжнародні відносини серед інших питань. Наші результати свідчать про те, що глобальне виробництво традиційної нафти, яке з 2010 року перебувало на плато з обмеженими ресурсами, зараз скорочується або скоро скоротиться. Очікується, що цей перехід від плато видобутку до спаду посилить навантаження на світову економіку, що посилиться загальною меншою віддачею енергії від нафти та інших рідин, від яких світова економіка все більше залежить [45; 111].

Загалом, можна зробити висновок, що якщо швидке та значне скорочення глобального попиту на нафту не буде досягнуто політичними заходами для боротьби зі зміною клімату, обмеження ресурсів, обмежені поставки нафти, продовжуватимуть мати все більш значні економічні та політичні наслідки, і можуть мати суттєвий вплив на стійкість світової економіки.

Основні показники світового ринку нафти продовжували значне відновлення до рівнів до COVID-19 протягом першої половини

2022 року, хоча з'явилися ознаки уповільнення зростання світової економіки та попиту на нафту. Глобальне постачання нафти цього року неухильно зростало, на тлі постійних зусиль країн стабілізувати ринок нафти. Однак поточні низькі загальні інвестиції в розвідку та виробництво обмежують потенціал зростання пропозиції нафти. Крім того, це призвело до серйозних змін у потоках міжрегіональної торгівлі, що посилює занепокоєння щодо постачання нафти. У той час як фізичні фундаментальні показники ринку нафти залишаються сильними, волатильність на ф'ючерських ринках продовжувала підживлюватися очікуваннями нижчого зростання ВВП на тлі зростання глобальної інфляції, що спонукало ключові центральні банки почати підвищення процентних ставок. Вартість долара США ще більше зміцнилася проти кошика основних валют, що також додало занепокоєння. Крім того, нестабільність цін сприяла зниженню ліквідності ринку, і зниженню відкритого інтересу.

Щодо продуктів нафтопереробки, ціни на пальне зросли в першій половині року через зниження поставок на тлі COVID-19, пов'язане з цим закриття нафтопереробних заводів і важкий сезон ремонту нафтопереробних заводів. Крім того, сильніша витрата палива перед початком літнього сезону, оскільки в більшості регіонів було знято обмеження на пересування, пов'язані з COVID-19, і коригування товарних потоків, пов'язане з геополітичними подіями у Східній Європі, ще більше загострилося обмеження продукту, що в кінцевому підсумку підштовхнуло ціни на продукт до рекордно високого рівня в червні. Водночас реактивне паливо, другий найсильніший виконавець на товарному ринку США, його ціна виграла від покращення міжнародних повітряних перевезень, що призвело до значного збільшення маржі на реактивне паливо. Ціни на пальне досягли піку в червні 2022 разом із цінами на бензин у США, досягнувши 193,06 дол. США за барель, що на 97,79 дол. США за барель, або на 103%, більше ніж у минулому році. Однак зростання темпів роботи нафтопереробних заводів у липні 2022 року пом'якшило ситуацію, де ціна продукту за барель знизилася на \$26,83 в середньому. У Європі середні ціни знизилися принаймні на 20,24 дол./б [68].

Країни Європи гостро відчують брак енергоресурсів, які історично довгий період часу експортувалися з Росії, тому в майбутні три

роки структура експорту енергетичних ресурсів у ці країни суттєво видозміниться. Росія, яка довгий період часу вважалася не формальним лідером світового ринку викопного палива, стрімко втрачає свої позиції через військову агресію в Україні, а її лідерство на енергетичному ринку відновити буде, фактично, не можливо. Проте важливість природнього газу для функціонування світової енергетичної системи залишається, особливо для країн Європи, де великими власними покладами природнього газу володіють лише три країни – Норвегія, Нідерланди та Велика Британія.

Торгівля природним газом розвивається безперервно, постійно збільшуючи свої обсяги, не знаючи на ряд проблем таких, як не досконала логістика та її складність, політичні протистояння, важкість ведення переговорів між експортерами та імпортерами. Для того щоб торгівля природним газом була довготривалою та стійкою потрібно не лише постійне розвідання нових родовищ та підвищення ефективності його добування, а й створення масштабної технічно складної та дуже дороговартісної глобальної інфраструктурної системи транспортування газу. Враховуючи сучасне економічне та політичне протистояння багатьох країн світу це стає не реалістичним.

До 2035 року світове споживання природнього газу зростатиме щорічно на 1,5-1,6% [98], відповідно міжнародна торгівля цим енергоресурсом також зростатиме більше, ніж на 1% кожного року.

Тому пошук альтернативних джерел енергії для країн, які мають фінансові ресурси, але не володіють запасами викопних ресурсів, є очевидним та зрозумілим.

Вугілля залишиться пріоритетним енергоресурсом для країн, що розвиваються, при загальній тенденції зменшення обсягів світової торгівлі цим ресурсом.

Водночас доступні потужності нафтопереробного заводу будуть підтримуватися за рахунок поточного оперативного нарощування принаймні двох великих потужностей минулого року, головним чином на Близькому Сході. Країни продовжуватимуть уважно стежити за розвитком ринку та заохочувати інвестиції у видобувний сектор для забезпечення належного рівня потужності вздовж ланцюга створення вартості, у своїх зусиллях підтримувати стабільний баланс ринку нафти в інтересах як виробників, так і споживачів.

На *рис. 3.3* проаналізовано конкретні тригери та запитання, які виникають в управлінців щодо продукту та ринку. Зокрема, при розробці бізнес-кейсів керівникам потрібно отримати дані про розмір ринку



Рис. 3.3. Тригери маркетингового аналізу енергетичного ринку

Джерело: власна розробка автора

та ціни конкурентів, щоб підтвердити прогнози та припущення. Однак ці тимчасові запити повинні розглядатися як частина постійного процесу дослідження ринку, аналізу та розробки пропозицій, що допомагає розробити стратегію продукту. Ринкові тригери дозволяють ефективно використовувати нестабільність ринку та зменшувати ризик, фіксуючи найбільш економічно ефективні тарифи, коли оптові ціни на енергію є найнижчими.

Отже, можна визначити такі стратегії енергетичної безпеки на світовому енергоринку:

- стимулювати стійке зростання та інвестиції чіткою і стабільною політикою;
- диверсифікувати доступ до ринків і ресурсів, включаючи важливі корисні копалини;
- дати енергетичним ринкам можливість пристосуватися, поважати контракти та мінімізувати втручання, що додають ризик і невизначеність у дуже мінливому навколишньому середовищі.

3.3. Оцінювання рівня прозорості ринку енергетики

Оцінка рівня прозорості енергетичного ринку включає всебічний аналіз історичного споживання енергії, потенційного попиту на неї в різних регіонах світу. Рівень прозорості ринку енергетики залежить від обсягу попиту на існуючі енергоресурси, динаміка якого є швидко мінливою. Звичайно, що рівень прозорості енергоринку прямо залежить від диференціального ряду взаємозамінюваних енергетичних ресурсів, їх розповсюдженості та особливостей виробництва, транспортування, споживання тощо.

Якщо аналізувати рівень прозорості енергоринку відповідно до класичної моделі (рис. 2.8), то можна узагальнити, що відкриті та таємні домовленості між країнами-експортерами енергоресурсів, країнами-транзитерами та між експортерами і транзитерами формують ринкові умови і, звичайно, такий ринок в довгостроковому періоді є закритим та не прозорим. Проте трансформаційні процеси на світовому енергоринку вносять свої корективи.

Епоха глобального енергетичного переходу включає впровадження низьковуглецевих підходів, як реакції на зростаючий попит на енергію. Обсяг вироблених або видобутих первинних енергоресурсів оцінюється на основі виробництва первинної енергії. Він охоплює виробництво нафти, вугілля, електроенергії, природного газу, біомаси та тепла. Виробництво геотермальної, гідро- та атомної енергії вважається основним виробництвом. Для конкретних енергетичних продуктів це поєднання зовнішньої торгівлі, первинного виробництва, транспортних контейнерів (паливо, яке використовується літаками та кораблями для міжнародних перевезень) і показників фондових бірж.

Нормативні індикатори сталого розвитку – це набір індикаторів, призначених для порівняння політики та нормативно-правових баз, які країни запровадили для підтримки цілей сталого розвитку щодо загального доступу до чистої та сучасної енергії. Політика та нормативні акти, що сприяють сталій енергетиці, у формі 31 показника розподіляються на чотири складові: доступ до електроенергії, чисте приготування їжі, відновлювані джерела енергії та енергоефективність.

Доцільність аналізу даних показників у розрізі різних країн світу зумовлена, звичайно, сукупностями економічних, тематичних та географічних чинників.

Тому автором монографії було взято 36 країн світу, як на його думку, формують тенденції розвитку світового енергетичного ринку:

- країни-члени Європейського Союзу, адже Європейська енергетична стратегія є однією з каталізаторів трансформації регіональної та глобальної енергетичних систем в бік вуглецево-нейтральної економіки (27 країн);

- Велика Британія, країна яка є достатньо забезпечена частково викопним паливом та активно намагається впроваджувати альтернативну енергетику. Попри економічні чинники Велика Британія намагається зберегти світові позиції лідера поруч із США, ЄС, Китаєм, тому намагається зберігати передові позиції у всіх стратегічно важливих галузях економіки, геополітичних питаннях та стратегічних альянсах, усі, які прямо чи опосередковано дотичні до розвитку торгівлі енергоресурсами та загальної трансформації глобальної енергосистеми;

- Китай, країна яка ефективно імплементує політику диверсифікації енергоресурсів та прогнозує досягнення повної вуглецевої нейтральності до 2060 року. Окрім підтримання глобальної стратегії боротьби зі шкідливими викидами, китайська енергетична політика зумовлена економічними та екологічними чинниками. Енергетичний та хімічні сектори є залежним від вугілля, що спричиняє значні викиди вуглецю. Окрім того, через стрімке економічне зростання та постійне перебування економіки в активній фазі, використання вугілля спричиняє величезні шкідливі викиди в атмосферу, існує потенційна загроза браку цього ресурсу, а, отже, понесення значних економічних втрат від не виконання експортних угод, оскільки економіка Китаю залишається експортноорієнтованою. Скорочення викидів вуглецю в Китаї має значний вплив на глобальну екологічну систему. Процес трансформації енергетичної системи Китаю будується на державній стратегії зеленого фінансування. У стратегії розвитку зеленої системи фінансування, розробленої Міністерством охорони навколишнього середовища Китаю у 2016 році, говориться, що дана система передбачає наявність інституційного механізму переходу до альтернативної енергетики через надання пільгових зелених кредит, випуск зелених акцій та облігацій, створення фонду зеленого розвитку, фонд зеленого страхування та інші фінансові інструменти, які б забезпечили швидкий та ефективний розвиток альтернативної енергетики [112]. Ефективне впровадження даної стратегії дало змогу залучити коло-сальні інвестиції у виробництво відновлювальної енергії та, фактично, стати передовою країною по використанні ВДЕ (рис. 3.4). Тому прогнозовано, що споживання викопного палива в Китаї буде скорочуватися, а відновлювального – зростати. Проте, така тенденція буде спостерігатися після закінчення російсько-української війни. Зростання закупки Китаєм енергоресурсів з Росії під час впровадження санкцій з боку високорозвинених країн, як зазначалося в п. 3.2, свідчить про економічну політику наростання потужностей шляхом накопичення дешевших ресурсів, що дасть країні можливість суттєвого збільшення конкурентних переваг на світовому ринку, фактично, усіх товарів та послуг. Після перемоги України та стабілізації світової геополітичної ситуації, значні фінансові надходження від міжнародного

торгівлі будуть акумульовані в інвестиції відновлювальної енергетики та досягнення цілі вуглецево-нейтральної економіки. Така стратегія забезпечить Китаю довгострокову лідируючу позицію на світовому енергетичному ринку та енергетичну безпеку й незалежність;

- США залишається світовим економічним лідером та країною, яка активно бореться за лідерство на світовому ринку енергетики. США попри значну забезпеченість викопними ресурсами є ключовим їх експортером, це зумовлено економічною активністю, розгалуженою та гіперфункціональною логістичною системою та, звичайно, швидким розвитком ІТ-сфери, використання і так значної кількості електроенергії зростання у регресійному порядку. Перехід на альтернативну енергетику є також економічно дуже важливим для США, які не так активно, як Китай, але й не значно відстають щодо обсягів інвестицій у відновлювальну енергетику в ЄС;

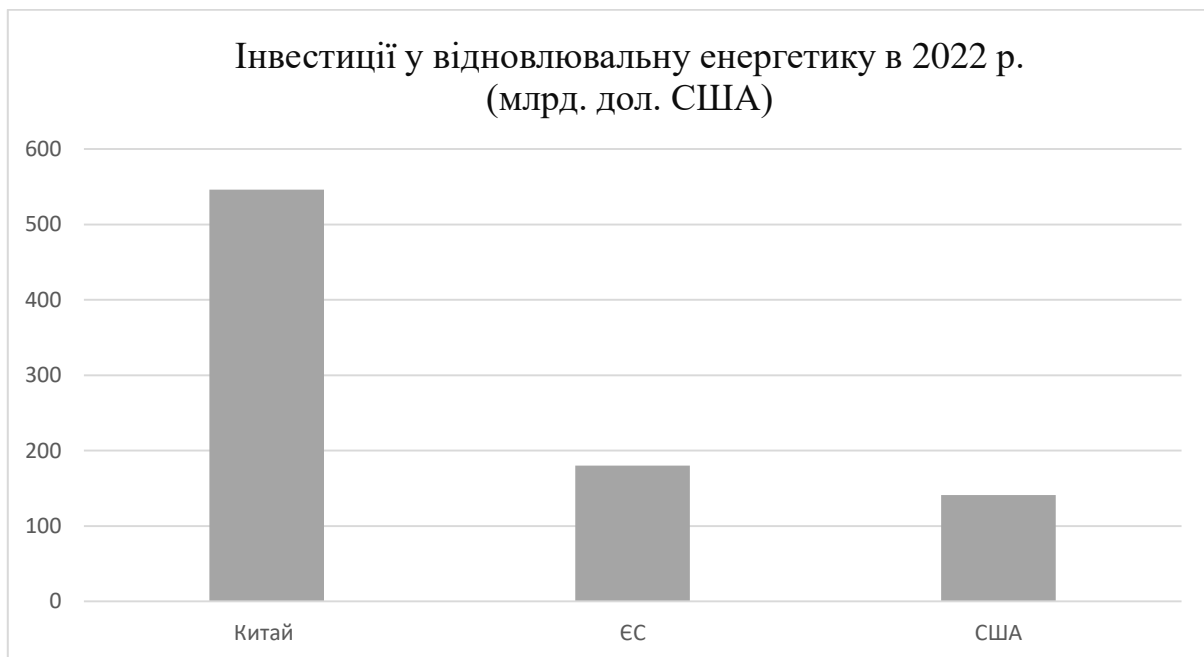


Рис. 3.4. Інвестиції у альтернативну енергетику в Китаї, ЄС та США у 2022 році, млрд дол. США

Джерело: [113]

- Індія, в енергетичному контексті, фактично, повністю залежна від викопних енергоресурсів, зокрема вугілля, з якого генерують більше половини електроенергії країни. Економіка Індії швидко розвивається, намагання подолати проблеми доступу до електромереж усього населення країни стимулює зростання попиту на енергоресурси, тому

закупки дешевих ресурсів з Росії вирішує проблему лише у дуже короткостроковому періоді, необхідність використання відновлювальних джерел в Індії також є наростаючою;

- Ісландія – передова країна в розвитку альтернативної енергетики, частка якої у загальному споживанні країни сягає 90%. Досвід цієї країни показує що енергетичний баланс ефективного широкого застосування відновлювальної енергетики ґрунтується на раціональному поєднанні таких компонентів, як усвідомлення суспільства, правильне державне регулювання, залучення інвестицій в технології та конкурентний прозорий ринок енергії [15];

- Туреччина, країна яка разом з Китаєм та Індією попри жахливий терор, який здійснює Росія на території України, активно експортує з неї викопні енергоресурси. Проте, у довгостроковій перспективі Туреччина є стратегічним енергетичним партнером України по розвитку альтернативної енергетики в Чорноморському регіоні, оскільки станом на сьогодні обидві країни є залежними від імпорту енергоресурсів;

- Норвегія, країна яка входить в десятку ключових експортерів викопних енергоресурсів, а, отже, національна економіка Норвегії є залежною від динаміки світових цін на нафту та природній газ. Норвезькі ресурси здебільшого експортують в країни ЄС, а в умовах провадження санкцій щодо Росії, попит на енергоресурси з даної країни значно зростає. Проте, Норвегія, як провідна країна Європи, активно розвиває тренд збереження клімату та продукування енергії за рахунок відновлювальних джерел. Норвегія є одним з енергетичних стержнів Європи, який допоміг вистояти під час європейської енергетичної кризи, і, без сумніву, є ключовим елементом у розробці стратегії розвитку енергетичної системи, безпеки та сталого розвитку європейського континенту;

- Бразилія є другою у світі країною-виробником енергії за рахунок водних ресурсів. В країні побудовано більше 450 гребель, які задовольняють більше 50% попиту на енергію в країні. На початку осені 2015 року уряд Бразилії схвалив амбітний національний план розвитку енергосистеми до 2024 року. Згідно з документом, загальне виробництво електроенергії має зрости на 55%: із 132,9 ГВт у 2014

році до 206,4 ГВт у 2024 році. При цьому встановлену потужність відновлюваної енергетики планується збільшити з 111,3 ГВт у 2014 році до 173 ГВт і 4 ГВт у 2024 році (у тому числі гідроенергетика: з 89,8 ГВт до 117 ГВт). Відповідно до більш далекосяжного плану, збільшення енергетичних потужностей дозволить Бразилії відмовитися від теплової генерації енергії до 2050 року. Уряд країни прогнозує, що потужності сонячної та вітрової енергетики швидко зростуть, а гідроенергетика буде мати і надалі зростаючу тенденцію. Окрім водних ресурсів країна володіє покладами викопного палива, які активно постачає на регіональний ринок Америки та світовий ринок енергоресурсів;

- Україна, експортно залежна в енергетичному плані країна, проте з високим потенціалом для розвитку традиційної та альтернативної енергетики. Історична залежність України від російських енергоресурсів та політичне навіювання важливості співпраці з країною-агресором в енергетичній сфері не давало можливості до 2014 року будувати національну енергетичну стратегію на принципах прозорості, конкурентності, енергоефективності та раціонального споживання, інтеграція України в єдиний європейський енергетичний простір змінює цю ситуацію.

Тому, основні індикатори доступу до електроенергії по обраних для дослідження країнах наведені в *табл. 3.7*.

Таблиця 3.7

Доступ до електроенергії в розрізі досліджуваних країн у середньому за 2011-2021 роки

Країна	Доступ до чистого палива та технологій для приготування їжі (% населення)	Доступ до електроенергії (% населення)	Доступ до електроенергії, сільське населення (% сільського населення)	Доступ до електроенергії, міське населення (% міського населення)	Скоригована економія: збитки від вуглекислого газу (% ВВП)	Скоригована економія: виснаження енергії (% ВВП)
1	2	3	4	5	6	7
Австрія	100	100	100	100	0,52	0,08
Бельгія	100	100	100	100	0,66	0

Продовження табл. 3.7

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Бразилія</i>	73,4	86,4	92,69	99,77	0,88	1,4
<i>Болгарія</i>	82,5	100	100	100	3,28	0,16
<i>Китай</i>	53,66	99,13	98,56	99,93	4,28	1,79
<i>Хорватія</i>	88,2	100	100	100	1,17	0,57
<i>Кіпр</i>	100		100	100	1,02	0
<i>Чеська Республіка</i>	96,14	100	100	100	2	0,16
<i>Данія</i>	100	100	100	100	0,4	1,01
<i>Естонія</i>	88,12	100	100	100	2,79	0,39
<i>Фінляндія</i>	100	100	100	100	0,67	0
<i>Франція</i>	100	100	100	100	0,43	0,01
<i>Німеччина</i>	100	100	100	100	0,67	0,06
<i>Греція</i>	92,63	100	100	100	0,99	0,05
<i>Угорщина</i>	100	100	100	100	1,27	0,31
<i>Ісландія</i>	100	100	100	100	0,4	0
<i>Індія</i>	32,51	76,29	68,39	94,56	3,63	0,91
<i>Ірландія</i>	100	100	100	100	0,58	0,02
<i>Італія</i>	100	100	100	100	0,62	0,08
<i>Латвія</i>	92,12	100	100	100	0,94	0
<i>Литва</i>	100	100	100	100	1,17	0,1
<i>Люксембург</i>	100	100	100	100	0,8	0
<i>Мальта</i>	100	100	100	100	0,78	0
<i>Нідерланди</i>	100	100	100	100	0,67	0,5
<i>Норвегія</i>	100	100	100	100	0,35	7,03
<i>Польща</i>	100	100	100	100	2,23	0,17
<i>Португалія</i>	100	100	100	100	0,76	0
<i>Румунія</i>	78,13	99,95	100	99,97	1,96	1,09
<i>Словацька Республіка</i>	96,07	100	100	100	1,37	0,02
<i>Словенія</i>	93,79	100	100	100	1,01	0,02
<i>Іспанія</i>	100	100	100	100	0,67	0
<i>Швеція</i>	100	100	100	100	0,29	0
<i>Туреччина</i>		100	100	100	1,4	0,08
<i>Україна</i>	93,12	99,98	100	99,99	8,04	1
<i>Об'єднане Королівство</i>	100	100	100	100	0,52	0,7
<i>Сполучені Штати</i>	100	100	100	100	0,99	0,41
<i>Світ</i>	54,94	83,66	72,42	95,95	1,43	1,21

Джерело: розраховано автором на основі додатку Б

Індикатори, які оцінюються за шкалою від 0 до 100, дозволяють порівняти 138 економік, на які зараз припадає 98% населення світу. Загальні показники країни – це середні показники для постачання електроенергії, з відновлюваних джерел енергії та енергоефективності (чисте приготування їжі оцінюється лише для 55 країн, оскільки інші країни є недостатньо забезпечені використанням ВДЕ в побуті). Індикатори можуть допомогти політикам порівняти свій національний енергетичний баланс з регіональними та глобальними аналогами. Відповідно якщо доступ до енергії є на рівні 100%, а збитки від вуглекислого газу (% від ВНД) та виснаження від енергії (% від ВНД) прямують до нуля, тим більше національний ринок є прозорішим. Під час трансформації світового ринку енергетики зрозуміло, що дані показники різняться між країнами, проте на прикладі Ісландії можна стверджувати, що перехід енергосистеми на відновлювальні джерела енергії формує прозорий, конкурентний ринок з розгалуженою мережею та доступом до енергії усіх громадян країни. Фактично, найбільш сприятливими показниками щодо переходу на відновлювальні джерела енергії збереження клімату, а, отже, формування більш прозорого ринку енергоресурсів володіють країни Європейського Союзу, такі, як Бельгія, Австрія, Фінляндія, Люксембург, Мальта, Іспанія, Португалія.

Проте, у глобальному контексті, формування прозорого енергоринку є питанням складним та багатокomпонентним.

Сталий розвиток світового ринку енергетики дасть змогу робити більш точні прогнози щодо можливих його векторів розвитку, а, отже, збільшувати рівень прозорості енергоринку.

Стійка конфігурація системи визначення нормативних показників сталого світового ринку енергетики визначена на основі тріади (три елемента), пентади (п'ять елементів), септиди (сім елементів).

Наявність більшої кількості елементів свідчить про необхідність швидкого реагування та чіткої координації між усіма складовими ринку, чим швидше реагування потрібне, тим важче здійснювати монопольний контроль на ринку (рис. 3.5). Відповідно входження нових елементів в систему збільшує рівень загальної доступності до ресурсів та інформації щодо функціонування енергоринку.

Світові глобальні зміни першочергово впливають на функціонування глобального енергоринку, тому це один з ключових компонентів окреслення середовища подальшого розвитку згаданого ринку.

Розробка та впровадження новітні технології забезпечуть стабільний розвиток енергосистеми та диверсифікацію не лише енергоресурсів, в її коло постачальників для кінцевого споживача, регіональних та національних розподільчих мереж тощо.

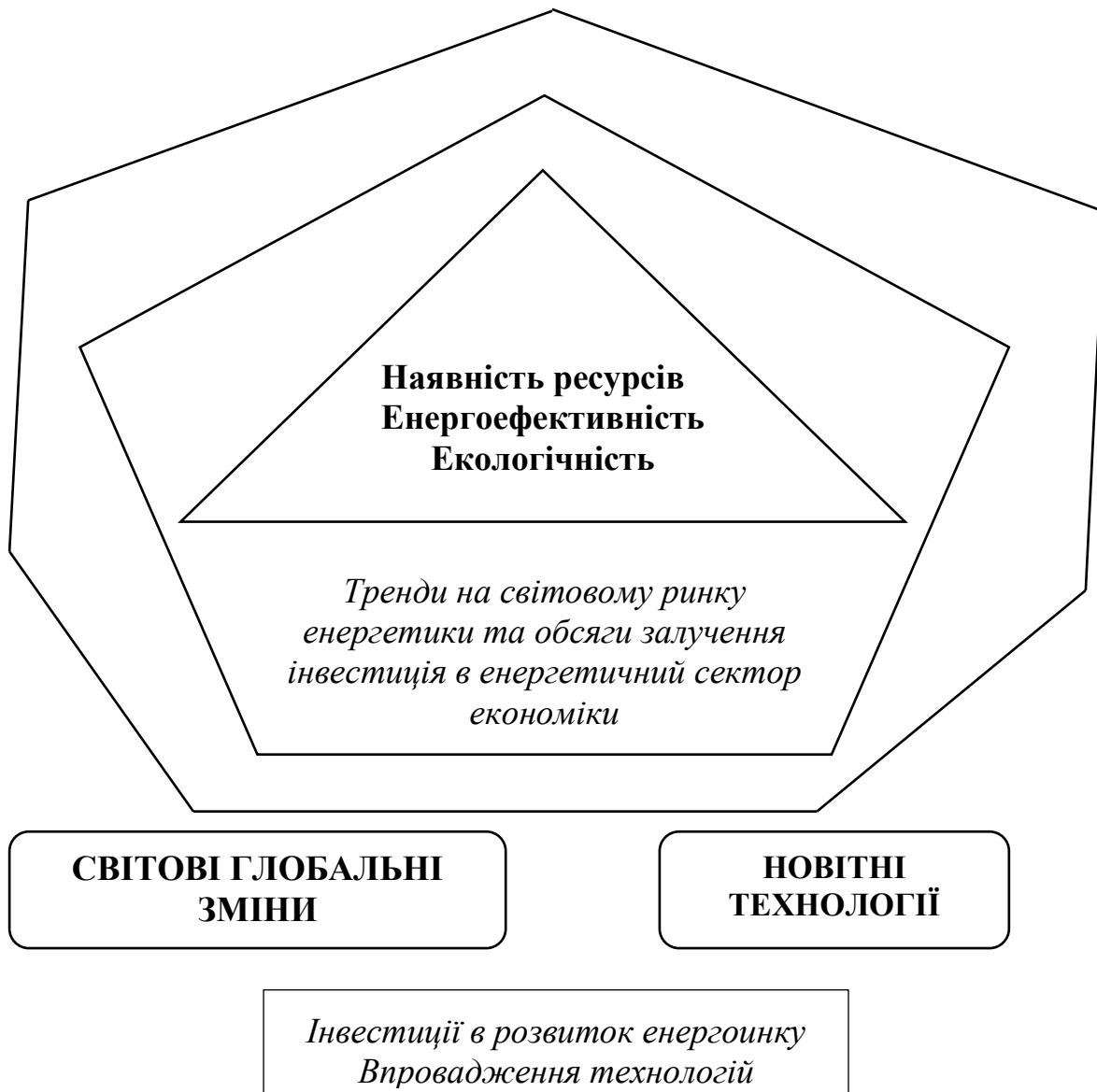


Рис. 3.5. Імперативи тріадного, пентадного та септадного управління світовим енергетичним ринком

Джерело: власна розробка автора

Відповідно кожний імператив управління світовим енергоринком має систему індикаторів, в основу яких включені значущі для нього показники (табл. 3.8).

Прозорість світового ринку енергетики прямо залежна від наявної кількості індикаторів, зростання рівня прозорості залежить від зростання кількості ключових елементів. Якщо говорити про сучасний стан розвитку енергоринку, який характеризується передовим споживанням викопних енергоресурсів, зокрема нафти, то можна його описувати на основі запропонованої тріади.

Таблиця 3.8

Основи та індикатори системи світового енергетичного ринку

Група елементів	Індикатори	Показники
ТРИАДА	<i>Наявність ресурсів</i>	Забезпеченість ресурсами Доступ споживача до ресурсів. Диверсифікація постачання. Наявність запасів енергоресурсів.
	<i>Енергоефективність</i>	План електрифікації, прозорість і моніторинг. Масштаби електрифікації, планування. Мінімізація витрат. Стандарти продуктивності. Підтримка відновлюваних джерел енергії.
	<i>Екологічність</i>	Відновлювальна енергія. Правова база для відновлювальної енергії.
ПЕНТАДА	<i>Інвестиції</i>	Кредитоспроможність. Ціна на енергоресурси. Механізми фінансування. Атрибути фінансових і регулятивних стимулів. Стимулювання інвестицій в нові інфраструктурні потужності.
	<i>Тенденції на ринку енергетики</i>	Стимулювання та регулювання. Зміцнення енергетичної безпеки та стабільності ринку за допомогою інвестицій в продуктивність, гнучкість і стійкість. Мінімізація глобальних впливів. Забезпечення життєздатних ринкових сигналів і управління ризиками.

СЕПТИДА	<i>Світові глобальні зміни</i>	Гнучкі та надійні джерела енергії. Діалог і партнерство. Зміцнення правил глобальної торгівлі енергетикою. Зміцнення верховенства права та співпраці, об'єднання ресурсів, щоб пристосуватися до змін глобальній економіці і взаємодіяти з ними.
	<i>Новітні технології</i>	Прозорість даних. Скорочення тарифних та нетарифних перешкод, збільшення інвестицій у НДДКР і сприяння передачі технологій.

Джерело: власна розробка автора

Особливості нафти як основного енергоносія для світу, а також специфіка ринку нафти та нафтопродуктів, відсутність світової економічної практики чистих моделей ринкової структури, швидкий розвиток глобалізації, світової економіки, інформаційних потоків і шляхів співпраці вимагають аналізу, який би поєднував в собі можливості багатьох наукових методів і методик, був багатофакторним, а його результати справджувалися не лише для ресурсних, а й для більшості світових ринків.

Загалом ринок нафти має як ознаки ринкової конкуренції, так і ознаки олігополії, що вже раніше було доведено автором. Процес монополії на ринку нафти не обходиться без контролю ринку з боку виробників або постачальників. Результати аналізу структур світового ринку нафти представлені у вигляді *рис. 3.6*, що дає змогу чітко уявити та порівняти визначальні характеристики конкуренції та олігополії чи монополії.

Дослідження, результати якого наведені на *рис. 3.6*, було зроблено у 2015 році, проте на *рис. 3.7* помітно, що нафта з 2015 року до 2020 року залишається лідером ринку, а тому можна зробити висновок, що ринкова структура значно не змінилася, та аналіз сучасного стану світового ринку енергетики можна здійснювати на основі тріадної схеми, де рівень прозорості енергоринку є низьким.

Ознаки конкуренції	Ознаки монополії чи олігополії
Хаотичність кореляційних та імпульсних реакцій нафтових країн на збурення в одній з них.	Прямі залежності між світовою ціною та обсягами поставок нафти на ринок не існують, що заперечує механізм взаємодії попиту та пропозиції на досконалому ринку.
Відсутність узгодженої та скоординованої політики між членами ОПЕК, яку тривалий час вважали лідером ринку.	Попит за ціною нееластичний.
Середні низькі значення коефіцієнта Лернера для основних країн експортерів в довгостроковому періоді.	Росія прагне бути лідером світового ринку.
Середнє низьке значення індексу Герфіндаля-Гіршмана для ринку нафти.	Наявність реакції на неекономічні локальні фактори.

олігополія з розмитими межами та лідерами, які діють в короткостроковому періоді (ОПЕК, Росія)

Рис. 3.6. Аналіз ринку нафти на основі визначення притаманних йому рис існуючих ринкових структур

Джерело: власна розробка автора [9]

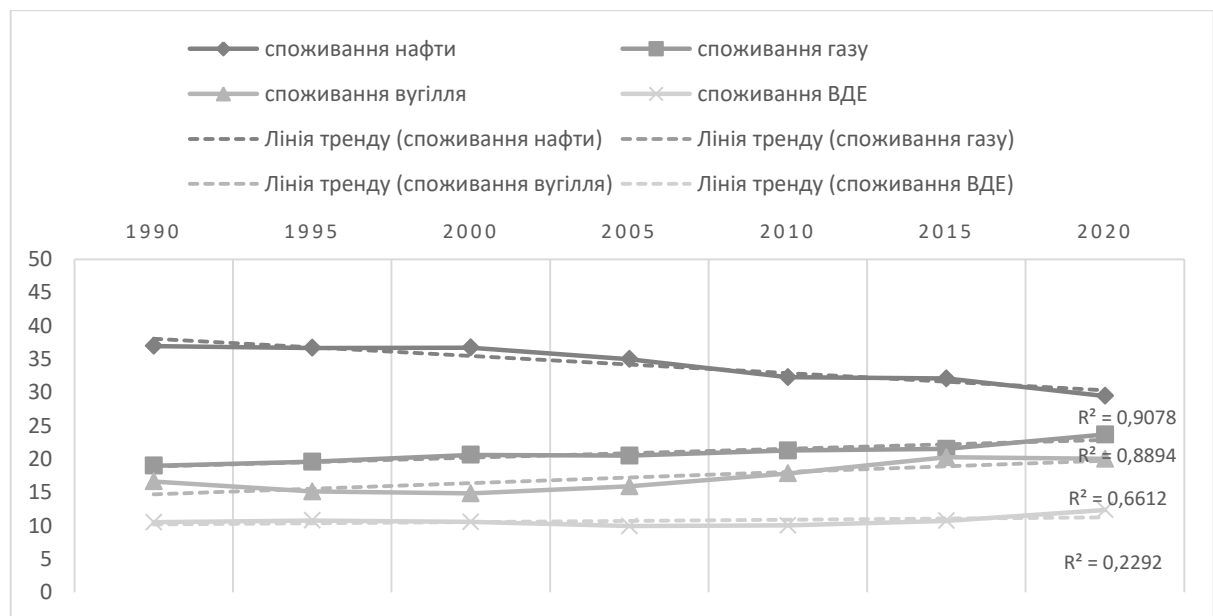


Рис. 3.7. Динаміки зміну частки у світовому споживанні різних видів енергоресурсів в період 1990-2021 рр., у % від загального споживання енергії

Джерело: розрахована автором на основі даних ІЕА [68]

Зростаючі обсяги енергетичних продуктів, товарів і послуг, якими торгують через кордони, створюють нові ризики для стабільності енергетичного ринку, оскільки установки вздовж подовжених ланцюгів постачання енергії та мереж виявляються більш вразливими до загроз з боку кібератак, політичних протистоянь країн та глобальних геополітичних змін. Діалог і співпраця між країнами-виробниками та країнами-споживачами щодо готовності до надзвичайних ситуацій і заходів реагування, включаючи прозорість даних про вільні потужності та стратегічні запаси, допомагає підтримувати стабільність ринку на прийнятному рівні та дозволяє швидко й адекватно реагувати на майбутні потрясіння та збої на ринку.

Тому рівень прозорості енергоринку в короткостроковому майбутньому залежить від чисельності значущих індикаторів, які будуть включені в систему аналізу. На *рис. 3.7* зображено динаміку зміни споживання енергоресурсів у відсотковому співвідношенні від загального споживання енергії, де можна простежити тенденцію незначного скорочення частки в світовому енергоспоживанні нафти та вугілля, при зростанні частки природного газу та ВДЕ. Проте, робити загальний висновок, що така тенденція збережеться в майбутньому є помилковим, оскільки коефіцієнти R^2 ліній тренду вказують на невпевненість щодо збереження відповідних тенденцій в майбутньому, а, отже, сценарії розвитку світового ринку енергетики є неочікуваними та достовірно непрогнозованими.

Усі три дослідження прозорості на основі індикаторів системі світового ринку енергетики зображених у *табл. 3.8* пропонують та аналізують варіанти сценаріїв, які демонструють різні можливі результати. Однак, невизначеність різних припущень і використання моделі для відповіді на запитання дослідження безпосередньо не обговорюються. Крім того, запропоновані шляхи представляють лише дуже обмежений вибір можливих майбутніх подій, особливо щодо розвитку економіки, мобільності та суспільства в цілому. З одного боку, – це пов'язано з певними наративами та неявними соціально-економічними припущеннями; з іншого боку, – це ґрунтується на підході до оптимізації витрат у моделі, де домінують ефекти від витрат та управління розвитком. Припущення щодо руйнівних факторів і

елементів здебільшого відсутні, що унеможлиблює перевірку стійкості результатів моделі, висновків і результуючих політичних рекомендацій. Що стосується різних підходів до моделювання, бракує задокументованих аналізів чутливості, щоб продемонструвати вплив змін у параметризації моделі.

З суспільної точки зору всі дослідження ігнорують кілька відповідних аспектів, не розглядаючи та не документуючи неявні припущення, що лежать в її основі. З точки зору першого, це стосується визначення лише єдиного шляху для ключових економічних і соціальних чинників. Інші важливі аспекти включають відсутність зворотного зв'язку з економікою тенденцій змін у використанні та виробництві енергії і відсутність урахування потенційно руйнівних подій.

У разі неявних припущень, це стосується оцінки соціальних факторів і ризиків або важливості технологічних розробок та їх впровадження на ринку, необхідних при описі інвестиційного середовища. Належним чином не враховується вплив на світовий ринок енергетики внаслідок посилення національної, європейської чи навіть глобальної інтеграції енергетичної політики чи можливого посилення зовнішньої політики ізоляції та конфронтації. Ці аспекти можуть призвести до неузгодженості методів і вхідних даних. Дослідження здебільшого уникали спекулятивних припущень щодо розвитку технологій та їх вартості.

На основі запропонованої оцінки трьох сценарних досліджень, можна зробити кілька рекомендацій, які розширюють більш теоретичний контрольний список прозорості [117].

Для подальшого підвищення прозорості моделі розвитку світового енергетичного ринку необхідно:

1. Надати додаткову документацію з достовірними вхідними і вихідними даними. Враховуючи важливість торгівлі енергоресурсами для країн, наповнення бюджетів яких залежить від експорту викопного палива, здебільшого, інформація щодо обсягів запасів родовищ реальні потужності та їх ефективність є закритою інформацією, або викривленою через намагання здійснювати політичний вплив на міжнародній арені. У сучасних реаліях енергобезпека є ключовою скла-

довою національної безпеки, тому кожна країна обмежує доступ до інформації.

Однак більш точний опис того, які дані були використані, міг би покращити відтворюваність і прозорість моделей і фінальних результатів та прогнозів.

2. Пояснення зв'язку моделі з обміном даними. Об'єднання моделей з однаковим фокусом на одному секторі або різними фокусами в секторах, широко застосовується у масштабних дослідженнях можливого розвитку енергетичних систем. Даний аналіз показує, що опис екзогенних вхідних даних моделі, їх обробка та обмін у більшості випадків є недостатніми, оскільки інтеграція даних у моделі навряд чи є зрозумілою для сторонніх користувачів. Таким чином, опис потоку даних у поєднанні з відповідною архітектурою моделі, може бути корисним для дослідницького співтовариства, щоб повністю зрозуміти результати дослідження.

Хоча це дослідження обмежене трьома тематичними дослідженнями, можна порівняти результати сценарію в різних географічних регіонах та провести систематичний аналіз наративів, припущень і застосованих методів і моделей. Цей аналіз показує, що відповідність критеріям прозорості, зрозумілості та можливості відстеження вимагає чіткої концепції та певної роботи з документацією, а також життєздатного підходу до надання детальних даних та інформації. Кожне дослідження сценаріїв на основі моделі має сильні та слабкі сторони, та існують значні відмінності в методах і використанні моделей. Дослідження сценаріїв часто ігнорують аспекти, які важко піддати кількісній оцінці, такі як соціальні та екологічні ризики і можливості, або відображають лише обмежений діапазон можливих подій, особливо тих, що пов'язані з рушійними силами попиту на енергію. Крім того, важко, якщо не неможливо, оцінити сценарії та їх методологічну основу лише на основі остаточного звіту. Тому в галузі аналізу енергетичних систем потрібні більш добре задокументовані дослідження з відкритим кодом і відкритими даними.

3.4. Регулювання функціонування сучасного енергоринку

Основні принципи функціонування світового ринку енергоресурсів та енергосистеми лежать в площині вирішення глобальних проблем людства й закладені в цілях функціонування міжнародних урядових організацій, як було описано у п. 2.2, вони визначають основні вектори регулювання, проте, в силу ряду чинників, не завжди справляються з поставленими цілями.

Умовно поділивши регулювання світового ринку енергетики на рівні: глобальний, регіональний, міжнаціональний (міждержавний) та національний, з позиції достатньо ефективного переходу до відновлювальної енергетики, імплементації концепції вуглецево-нейтральної економіки та регіональної приналежності Україні слід глибше дослідити регулювання функціонування сучасного європейського енергоринку.

Європейські енергетичні ринки в основному регулюються вторинним законодавством Європейського Союзу, яке охоплює ряд джерел права в сфері регулювання функціонування енергетичного ринку, зокрема, це регламенти (які мають пряму дію в державах-членах), директиви (які можуть бути трансформовані у національне законодавство), рішення (які мають пряму дію та є обов'язковими), рекомендації, висновки та нетипові акти (тобто інформаційні бюлетені, рекомендації, білі та зелені книги), також регулювання європейських енергетичних ринків слід розглядати з позиції дії багатьох двосторонніх і багатосторонніх договорів, які також заклали основи трансформаційних процесів переходу на альтернативну енергетику.

До джерел регулювання європейських енергетичних ринків слід віднести Договір про Європейський Союз, Договір про функціонування Європейського Союзу, Договір про заснування Європейського співтовариства з атомної енергії та Хартія основних прав Європейського Союзу. Інші договори включають Договір до Енергетичної Хартії, Рамкову конвенцію Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, Договір про заснування Енергетичного Співтовариства та Паризьку угоду, а також слід відзначити двосторонні інвестиційні договори щодо конкретних проектів, таких як проекти будівництва трубопроводів або інтерконвекторів.

У червні 2019 року було імплементовано «Пакет чистої енергії», який став частиною у Третньому енергетичному пакеті 2009 року та встановлює новий режим регулювання ринку електроенергії. Загалом Третій енергетичний пакет передбачає ще ряд законодавчих актів:

- новий Регламент про управління Енергетичним Союзом (ЄС) 2018/1999;
- оновлений Директив про відновлювані джерела енергії (ЄС) 2018/2001
- змінена Директива з енергоефективності (ЄС) 2018/2002;
- Директива про енергетичні характеристики будівель (ЄС) 2018/844;
- новий Регламент про готовність до ризиків в електроенергетичному секторі (ЄС) 2019/941;
- оновлений Регламент ACER (ЄС) 2019/942;
- новий Регламент про доступ до електроенергії (ЄС) 2019/943 [118-122].

Відповідно до енергетичної стратегії розвитку, ЄС поставив нові цілі для країн-членів Союзу на основі кліматичних цілей нового пакету «Fit For 55» (запропонованого у липні 2021 року), а саме:

- скорочення викидів парникових газів щонайменше на 55% порівняно з рівнем 1990 року до 2030 року;
- скорочення до чистого нуля викидів парникових газів до 2050 року.
- підвищення енергоефективності на 32,5% до 2030 року;
- збільшення до 32% частки відновлюваних джерел енергії в енергоспоживанні усіх країн-членів до 2030 року.

Європейський зелений курс, який є основою розвитку енергетичної системи країн ЄС і регулюється національним та європейським законодавством та був розроблений і представлений до розгляду в грудні 2019 року, розвиває спільний Енергетичний союз, представлений попередньою Комісією Юнкера, і має на меті перетворити Європейський Союз на перший кліматично нейтральний континент з відкритим та прозорим ринок енергоресурсів.

Європейський Союз вже встановив обов'язкові цілі щодо збільшення частки відновлюваних джерел енергії в європейському енергетичному балансі, які відповідають меті Паризької угоди.

Після ратифікації Паризької угоди, Третього енергетичного пакету та Пакету чистої енергії, підкріпленого Європейським зеленим курсом, Європейський Союз та його держави-члени взяли на себе додаткові зобов'язання щодо декарбонізації економіки. Питання декарбонізації економіки та формування енергетичної безпеки Європейського Союзу завжди були пріоритетною складовою загальної стратегії розвитку Союзу. Регіональне регулювання розвитку та впровадження широкого використання відновлювальних джерел енергії в ЄС є багатофакторним та передбачає такі ключові складові:

- регулювання процесу імплементації європейського енергетичного права в національні правові системи країн-членів Союзу;
- регулювання та забезпечення конкурентного ринку енергії;
- регулювання залучення державних та приватних інвестицій в альтернативну енергетику;
- регулювання прозорості взаємодії між усіма суб'єктами енергоринку;
- регулювання надання дотацій, пільг та субсидій національними урядами виробникам альтернативної енергії.

Проте, прийнята загальна енергетична стратегія ЄС показують різні економічні результати її впровадження, що свідчить про достатньо складний процес регулювання переходу на відновлювальні джерела енергії в контексті неоднорідності розвитку та природних умов у межах лише 27 високорозвинених країн, тому зрозуміло, що регулювання функціонування глобального енергетичного ринку є комплексним та диспозиційно складним питанням.

Зміни в сучасних технологічних процесах, заснованих на глобальних мережевих енергетичних зв'язках, постійний зростаючий попит та ринки збуту енергоресурсів формують нові виклики для регуляторних механізмів. Це впливає на розуміння нових теоретичних і практичних підходів визначення основ функціонування та регулювання глобального енергетичного ринку з позицій трансформації в гомогенну однорідну систему.

По-перше, це зумовлено щільністю енергетичних потоків, транспортних і логістичних шляхів руху, та формує розуміння єдності, безмежності та неосяжності світових енергетичних ринків.

Водночас, зважаючи на незалежність кожної країни на цьому ринку, необхідно розуміти принципи, норми, стандарти та інструменти його регулювання. Це та інші, пов'язані з ним питання, складають основу сьогоденного наукового вирішення проблеми регулювання енергоринку з теоретичної та практичної точок зору. Тому, ключові компоненти регулювання світового ринку енергетики є наступними:

- регулювання та правовий нагляд за процесом розподілу енергоресурсів;
- підвищення рівня енергетичної безпеки усіх країн світу;
- стимулювання зростання національних потенціалів країн за рахунок широкого використання відновлювальних джерел енергії;
- регулювання раціонального використання енергоресурсів;
- ефективність глобальних процесів регулювання енергетичної діяльності суб'єктами енергетичної сфери з метою прийняття прозорих та об'єктивних управлінських рішень [123; 124].

З теоретичної точки зору, при виконанні рішень, прийнятих міжнародними урядовими організаціями, в компетенції яких лежить проблема регулювання глобального енергетичного торгівлі, ринок досягнув би моделі сталого розвитку, та на практиці країни не завжди дотримуються рекомендацій і рішень міжнародних організацій, опираючись на національну економічну та геополітичну вигоду. Тому, є доцільно здійснювати аналіз регулювання енергоринку з позиції інших суб'єктів, а не лише держави.

Регулювання функціонування світового енергетичного ринку вимагає ефективного представлення невизначених параметрів виробництва енергії. На додаток до ефективного оперативного управління, стійкість процесу значною мірою залежить від факторів навколишнього середовища, які піддаються різноманітним змінам, таким як якість, кількість і стан сировини. Аналіз і контроль наслідків цих невизначених умов є особливо складним, і його дослідження вимагає вирішення багатокомплексних завдань пов'язаних з пошуком умов забезпечення стабільності розвитку енергоринку. Тому необхідна інтегрована стратегія методів вирішення багатоцільової оптимізації регулювання світового енергетичного ринку та пошуку шляхів управління невизначеністю в довгостроковій перспективі, яка є характерною для усього енергетичного сегменту світового господарства.

Зокрема, суть цих методів полягає в тому, щоб ефективно визначити кількість сценаріїв, необхідних для представлення невідомих умов, а методи ідентифікації рішення будуть використовуватись разом із методами редукції даних сценаріїв. Таким чином, пропонується стратегія рішення в поєднанні з алгоритмом редукції сценарію в системі багатоцільової оптимізації. Ця стратегія дає швидку та надійну багатоцільову оптимізацію з урахуванням невизначеності (точніше якості та доступності) світового енергетичного ринку. Результат складається з набору домінуючих і можливих рішень для визначення найкращого загального рішення.

Швидке погіршення навколишнього середовища спонукало до пошуку шляхів практичної імплементації переходу на альтернативні джерела енергії та зменшення рівня шкідливих викидів в атмосферу на основі концепції сталого розвитку глобального ринку енергоресурсів. Щоб відповідати найвищим стандартам сталого розвитку, стратегії оптимізації повинні бути вдосконалені в рамках промислового симбіозу. Основними труднощами при розв'язанні проблем стабільності є властиві обмеження будь-якої задачі багатоцільової оптимізації та висока складність, пов'язана з оцінкою невизначеності, які в довгостроковому періоді завжди присутні та є домінантами формування тенденцій розвитку світового енергоринку.

Теоретична модель напрямків регулювання функціонування світового ринку енергетики передбачає встановлення налагодження ринкових механізмів взаємодії між усіма суб'єктами, які беруть участь в глобальній енергосистемі, це забезпечить збільшення рівня прозорості та налагодження регуляторного механізму (*рис. 3.8*).

Глобальний перехід енергетичної системи на відновлювальну енергетику передбачатиме спрощену систему регулювання, яка стане основою формування нової прозорої енергетичної системи, прогнорований макет якої зображено на *рис. 3.9*. Реалістичний термін переходу до світової відновлювальної енергосистеми не менше двадцяти років, тому запропонований макет є досить відносним та теоретичним, але він очно може продемонструвати можливу концепцію регулювання енергоринку.

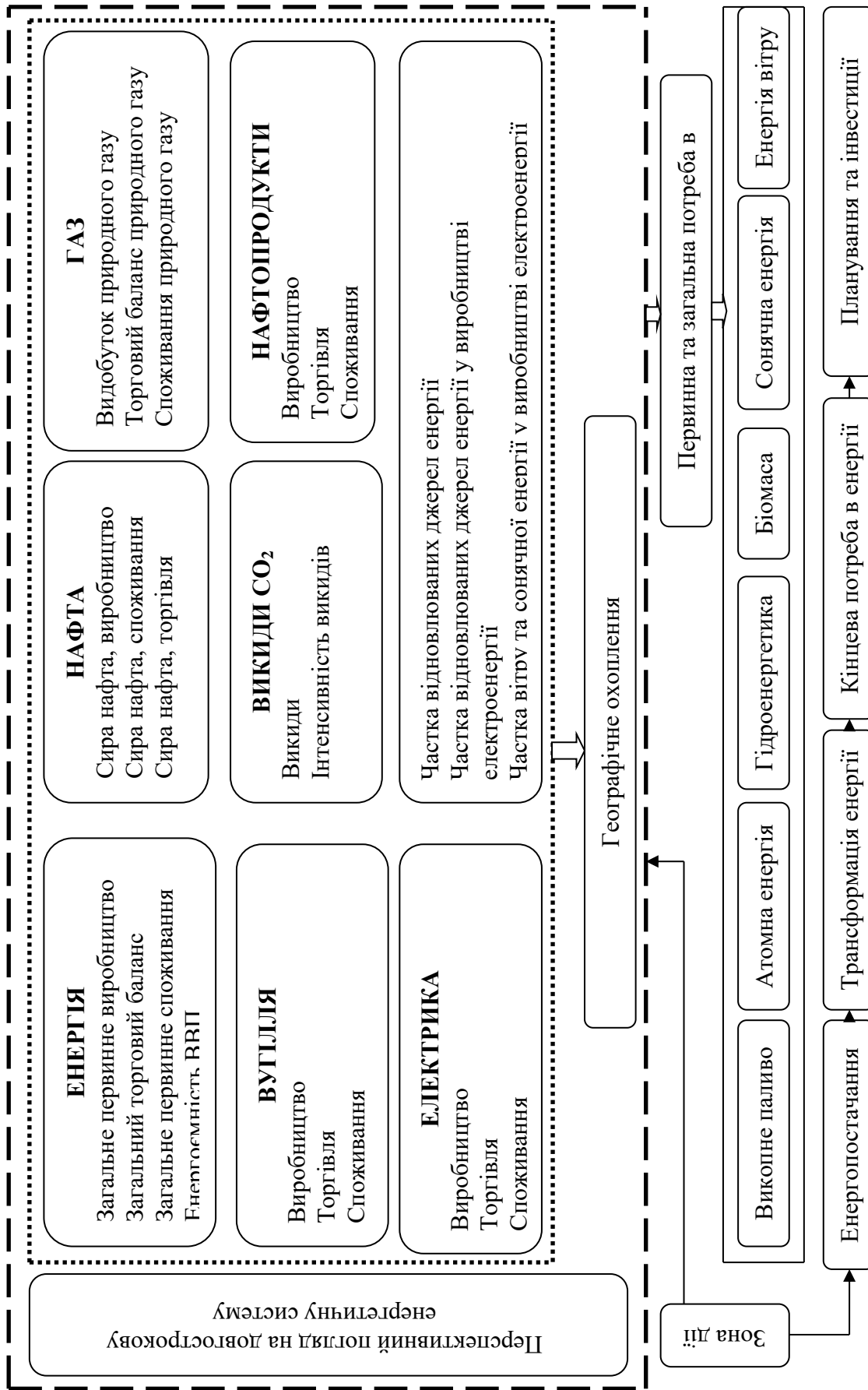


Рис. 3.8. Напрямки регулювання глобальної енергетичної перспективи
Джерело: власна розробка автора

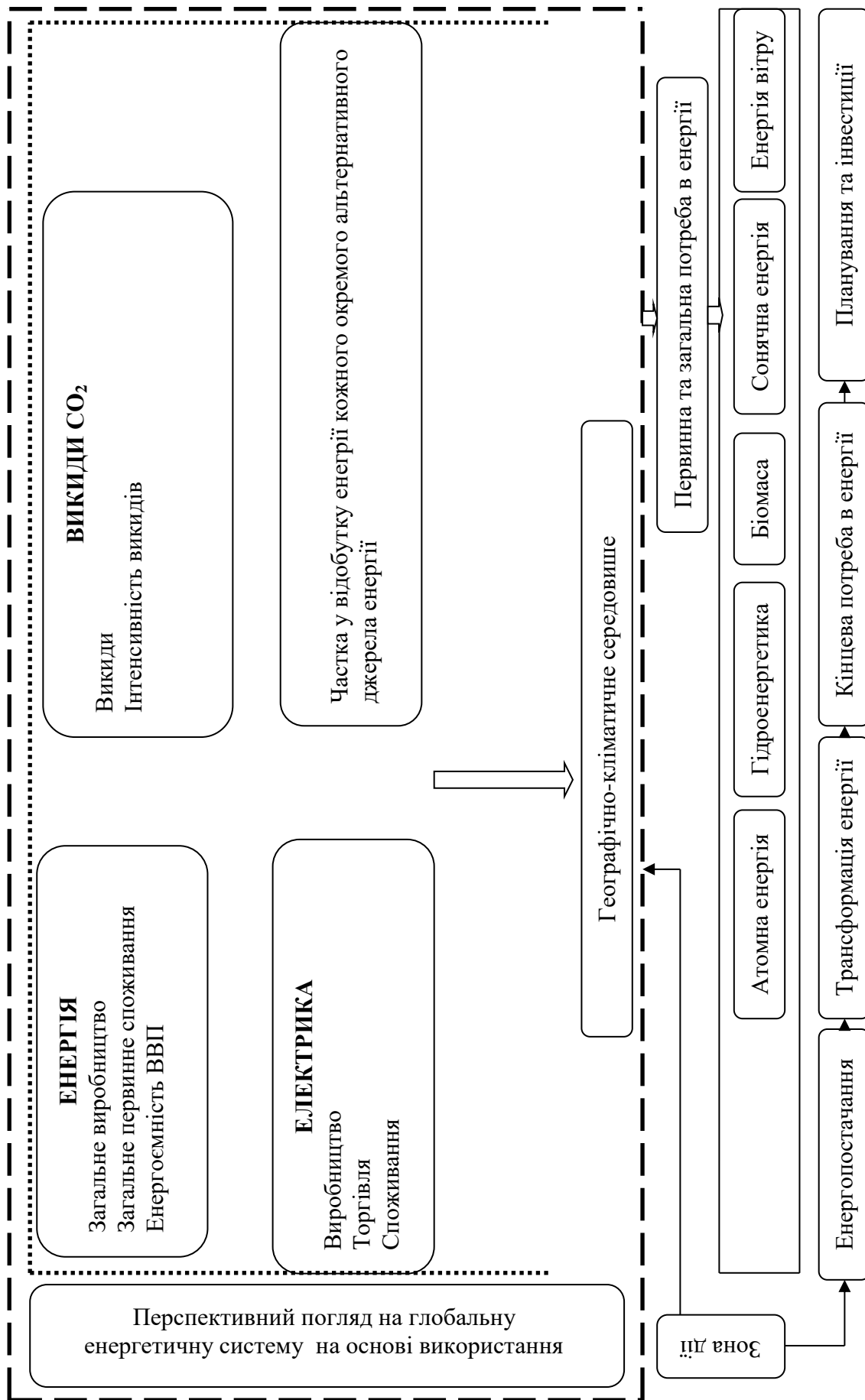


Рис. 3.9. Напрямки регулювання перспективного світового ринку альтернативної енергетики
Джерело: власна розробка автора

Збільшення попиту на енергію та викиди CO₂ можуть бути суттєво зменшені за рахунок підвищення енергетичної ефективності, яке призведе до зменшення споживання енергії у світі, в тому числі великими регіональними економіками. Загальний глобальний попит на викопні джерела енергії потенційно буде зростати в майбутньому десятилітті. Щоб задовольнити цей зростаючий попит, потрібна велика кількість джерел енергії (як традиційних, так і нетрадиційних). Ефективність виробництва електроенергії станом на сьогодні не дуже висока, але ймовірніше за все, в майбутньому зростатиме. Загалом, енергозбереження та енергоефективність є ключовими компонентами для мінімізації перебоїв у подачі електроенергії та забезпечення сталого енергопостачання. Крім того, для завершення трансформації енергетичної системи потрібні нові технологічні сектори, такі як водень, які також потенційно спроможні задовольнити значну частку попиту.

Відсутність рамок, здатних до систематичного вирішення цих проблем разом, вносить значну упередженість у рішення, визначені поточними стратегіями усіх суб'єктів енергоринку; отже, існує гостра необхідність у розробці стратегій, які формують стійкість та прозорість методів їх вирішення.

Методи окреслення невизначеності включають реактивні методи, де знання невизначеності явно не враховується, але більшість покладаються на фундаментальну концепцію активних методів, де надійність рішення гарантується описом ряду невизначеності заздалегідь. Однією з найбільш критичних проблем є пошук оптимального розміру невизначеності, встановленого таким чином, щоб отримати найбільш точні прогнози для невизначених параметрів. Для більшості цих стратегій чим більше гіпотетичних сценаріїв, тим краще можна визначити ключові невизначеності. Через обчислювальні обмеження цей ідеальний підхід часто призводить до нерозв'язних задач, які стають серйозною проблемою, здебільшого при аналізі надійності отриманих результатів (або будь-які інші проблеми багатоцільової оптимізації). Таким чином, кількість сценаріїв, що описують простір невизначеності, залишається одним із головних недоліків методів управління невизначеністю.

Багатообіцяючою альтернативою є скорочення використання методів сценаріїв. Методи зменшення потенційних векторів розвитку дозволяють вибрати невелику кількість репрезентативних сценаріїв із великої кількості потенційно існуючих. Тому застосування методів спрощення сценаріїв у рамках оптимізації регулювання, проектування та планування глобальних енергетичних ринків є найбільш раціональним.

Регулювання світових енергетичних ринків є складним питанням сталого розвитку. Зокрема, розвиток процесів, які допомагають зменшити залежність від викопного палива та акцентують увагу на регулюванні енергії, продукованої лише відновлювальними джерелами, проте, в сучасних реаліях, як зазначалося у роботі, це є не достатньо реалістичним, а лише має потенційну перспективу.

Проблема регулювання, проектування та планування світового енергетичного ринку з урахуванням невизначеності сировини, як схематично показано на *рис. 3.10*, використовується як парадигматичний приклад проблеми, яку необхідно вирішити. Тоді як вирішення проблеми тягне за собою прийняття ефективних управлінських рішень та вирішення поставлених завдань.

У системах виробництва енергії існує багато видів та чинників невизначеності. Проте науково важливим є визначити невеликий набір сценаріїв, які можуть зробити поведінку системи близькою до початкового набору. Енергетична система, яка глибоко досліджується у цьому розділі базується на моделі, де присутні два основні гравці – постачальники (e) і виробники (p). Обидва суб'єкти змодельовані в унікальній проблемі управління ланцюгами поставок (SCM), у якій є допустимим обмін між ними ресурсами. Обмінні ресурси включають сировину та енергію, вироблені для задоволення потреб суспільства, в тому числі потреб постачальників. Наявність і якість сировини вважаються невизначеними параметрами. Запропонований спосіб апробований у модифікованому варіанті. Наявність сировини моделюється шляхом визначення кожного короткострокового періоду та очікуваного профілю постачальників.

Мета полягає в оптимізації традиційних проектних та планувальних рішень, таких як технічна установка та потужність (j), виконання завдань (i) на місці (f); розподілені зв'язки між об'єктами; ви-

користання енергетичних ресурсів за різних умов (s) та будь-який період (t) очікуваного рівня зберігання. Цілі також включають очікувану реальну ринкову вартість як економічний показник, очікуваний вплив на навколишнє середовище в ланцюжку поставок та очікувані соціальні результати, кількісно визначені операційними можливостями для певного сценарію.

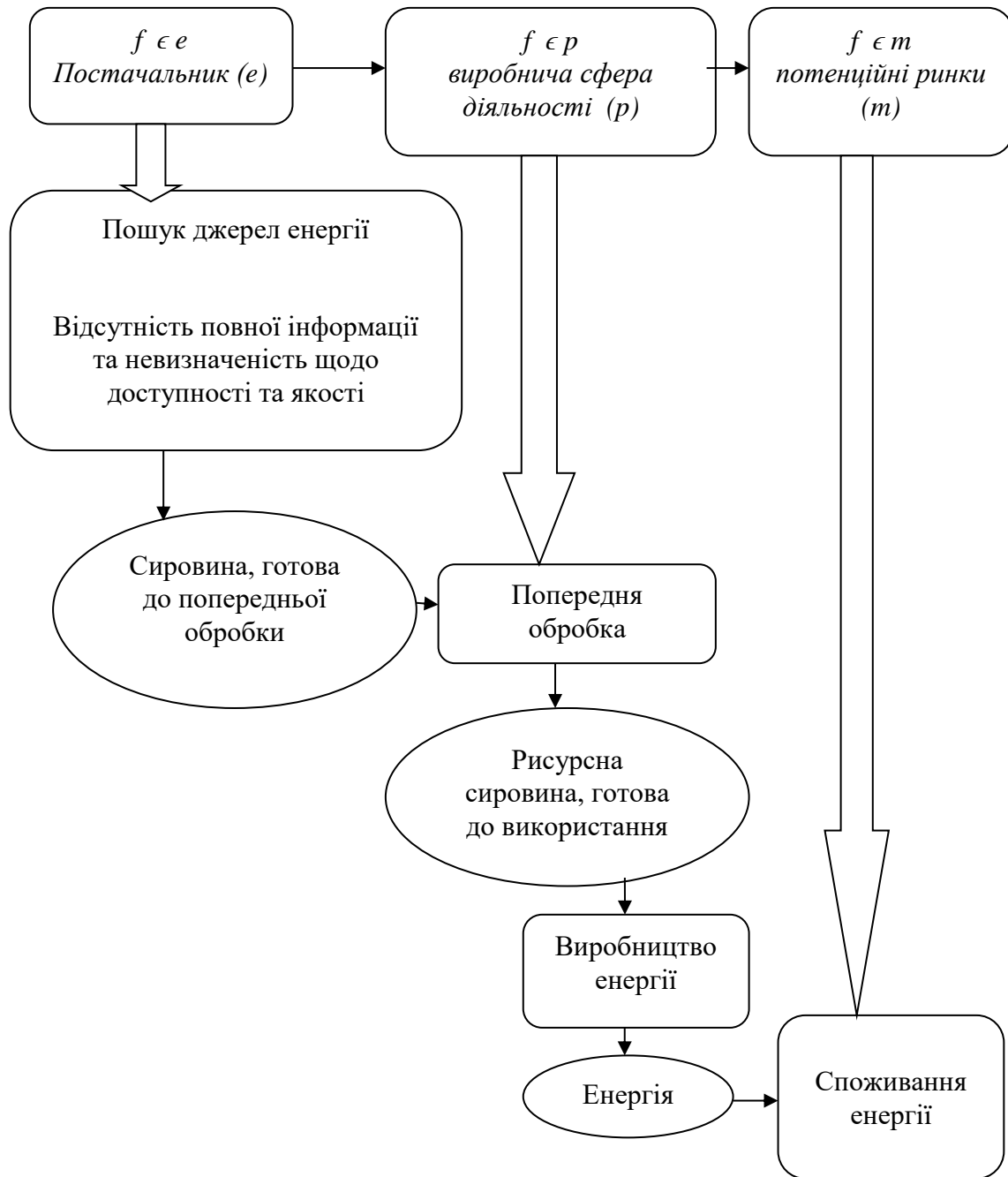


Рис. 3.10. Загальна схема ланцюгів поставок на глобальному енергетичному ринку (ринок біомаси, як альтернативного джерела енергії)

Джерело: адаптовано автором

Наступне математичне формулювання відповідає формі мережі запитань стану (*STN*), де кожна діяльність представлена вузлом, а вся інформація зосереджена в наборі конкретних змінних. Така змінна (*Pijff'tc*) повинна представляти конкретну діяльність *i*, коли ресурс отримується від постачальника (*f*) і доставляється споживачеві (*f'*), що виконується в певний час (*t*) за допомогою техніки (*j*) відповідно до сценарію *s*. Наголошується, що об'єкти *f* та *f'* є однаковими для діяльності з виробництва та постачання енергії, тоді як об'єкти *f* та *f'* мають бути різними для розподілу. Для полегшення розробки моделі та подальшого вирішення використовується попередньо визначена підмножина завдань для споживання та виробництва матеріалів *s* ($\bar{T}s$ і Ts відповідно).

Необхідні інвестиції розраховуються в рівняннях (3.1) і (3.2).

$$FAssettc = \sum \sum \sum Pricejft \text{ limit} * \xi jfktc f k + j \\ \sum \sum InvestMVDistanceff'Zff'c f f' \forall t = 0, c \quad (3.1)$$

$$FAssettc = \sum \sum \sum Pricejft \text{ limit} * \xi jfktc j f k \forall t > 0, c \quad (3.2)$$

Рівняння (3.2) являє собою розрахунок прибутку для кожного конкретного періоду.

Норма прибутку, яка використовується в аналізі дисконтованих грошових потоків, який використовується для визначення *NPV*, обчислюється за допомогою наступного рівняння (3.3):

$$Profitftc = ESalesftc - (FCostftc + \sum EPurcheftc e) * Xest \forall \\ f, t, c \quad NPVc = \sum \sum (Profitftc - FAssetftc (1 + rate) t) f t \quad (3.3)$$

Усі екологічні втручання були кількісно визначені за допомогою власних факторів (рівняння (3.4)).

Вплив діяльності *i* на навколишнє середовище *f* розраховується за допомогою змінної *ICaftc*. Змінна $\psi ijffa$ використовується для опису фактора впливу на навколишнє середовище конкретного завдання *i*, яке виконується з використанням технології *j*, отримання

матеріалів із країни f та транспортування їх до країни f' кожної екологічної категорії a .

$$ICaftc = \sum \sum \sum \psi ijff'a * Pijff'tc \quad i \in I \quad f' \in J \quad \forall a, f, t, c \quad (3.4)$$

Очікувана NPV визначається як у формулі (3.5)

$$ENPV = \sum NPVc * probc \quad (3.5),$$

де $probc$ представляє ймовірність сценарію c . Рівняння (3.6) обчислює очікуваний вплив на навколишнє середовище, як функцію ймовірності виникнення сценарію c .

$$Impactoverall SC = \sum \sum \sum \sum DamCgftc * probc \quad f \quad t \quad g \quad c \quad (3.6)$$

Значення показників подано у додатку В.

Таким чином за допомогою даного моделювання можна визначити соціальний вплив пов'язаний із кількістю необхідних робочих місць, що допомагає економічному зростанню та зростанню добробуту населення. Слід підкреслити, що запропонований розрахунок соціальних індикаторів не такий ефективний, як інші методи, наприклад, такі як оцінка соціального життєвого циклу. Однак соціальна ефективність використовується тут як приблизна оцінка, щоб проілюструвати її вплив на вибір рішень у запропонованому методі.

Запропонована стратегія прийняття рішень на глобальному енергетичному ринку складається з чотирьох кроків:

- 1) детермінована оптимізація;
- 2) сценарії скорочення;
- 3) стохастична оптимізація;
- 4) вибір рішення.

Пошук оптимальної зменшеної кількості сценаріїв дає можливість глибшого аналізу потенційних векторів вирішення поставленого завдання та прийняття раціонального управлінського рішення, яке потягне за собою певний ланцюг реакцій в формі управлінських рішень інших суб'єктів, що в комплексі формуватимуть напрям розвитку глобального ринку енергоресурсів.

Нижче наведено детальний опис кожного кроку, включаючи конкретні методи та алгоритми, що використовуються. Крім того, загальний алгоритм запропонованої стратегії прийняття рішень наведено на *рис. 3.11*.

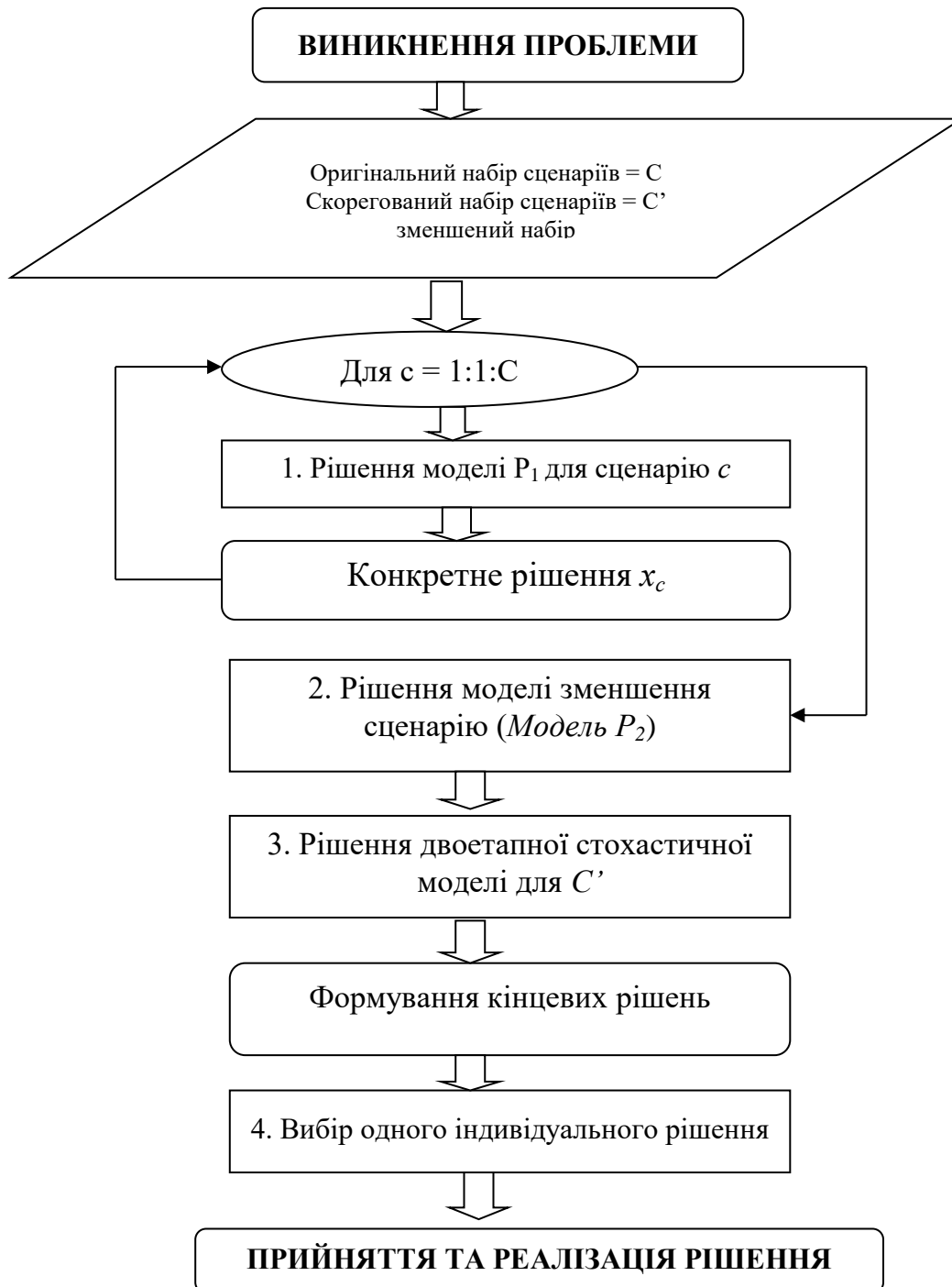


Рис. 3.11. Детальний опис запропонованої стратегії прийняття рішень на світовому енергетичному ринку, які у ланцюговій реакції регулюють його
Джерело: власна розробка автора

Таким чином, досліджується стратегія для ефективного зменшення кількості сценаріїв прийняття рішень, які використовуються для представлення сукупної невизначеності на глобальних енергетичних ринках. Ця стратегія зменшує кількість реалізацій параметрів невизначеності, необхідних для підтримки оптимального представлення вхідних і вихідних значень. Дана стратегія суттєво допомагає зменшити обсяг обчислень, пов'язаних із вирішенням задач із різними наборами потенційних невизначеностей. Для повноти дослідження запропонована стратегія поєднує в собі скорочене формулювання сценарію з алгоритмічним рішенням вибору для отримання гнучкого та надійного кінцевого рішення, яке зменшує кількість обчислень, необхідних для вирішення проблеми.

Ця стратегія полегшує застосування стохастичних багатоцільових методів для вирішення завдань проектування та планування, одночасно регулюючи невизначеність на глобальному енергетичному ринку, таким чином, полегшуючи задачу прийняття рішень і уникаючи суб'єктивності вибору остаточного рішення.

Потужність цього підходу демонструється з використанням багатосценарної та багатоцільової задачі проектування та планування мереж розподілу енергії. Встановлено, що такий підхід дозволяє стабільно обробляти різні інформаційні потоки з незалежними невизначеними властивостями, забезпечуючи доступність енергетичних ресурсів і знижуючи експлуатаційні витрати. Тому запропонована стратегія є кроком до подолання проблеми довгострокової невизначеності прогнозу.

Крім того, було показано, що ця стратегія рішення є корисною у вирішенні питань сталого розвитку в умовах невизначеності шляхом чіткого врахування кількох цілей. Ця стратегія вирішення проблем глобального енергетичного ринку є багатообіцяючою альтернативою, яка заповнює важливу прогалину в підвищенні надійності остаточних рішень для ланцюгів постачання реальних енергетичних ресурсів та буде мати прикладний характер для дослідження функціонування та розвитку ринків енергоресурсів різних рівнів.

Розділ 4.

ГЛОБАЛЬНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ РИНКУ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЙОГО МОЖЛИВІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

4.1. Вплив поширення пандемії COVID-19 на світовий енергетичний ринок

Для світової економіки 2020 рік знаменує собою початок однієї з найбільших глобальних криз в історії, корінням якої було поширення вірусної інфекції COVID-19. Потрясіння, що зачепали більшість секторів економіки, проявилися в масових збоях у виробництві та постачанні товарів і послуг на світових ринках, із різким падінням попиту та пропозиції і непередбачуваним зростанням цін і обмінних курсів. В результаті, за даними Світового банку [125], у 2020 році падіння світового ВВП склало 3,4% в порівнянні з попереднім роком, а за даними МВФ – 3,1% [126].

Різде падіння глобальної економічної активності та ліквідності призвело до падіння світового попиту на енергію на 3,8%. Якщо локалізація триватиме, а відновлення буде повільним у всьому світі, що стає дедалі ймовірнішим, Міжнародне енергетичне агентство прогнозує зниження річного попиту на енергію на 6% у 2022-2023 роках [93]. Природною реакцією на невтішні тенденції є пошук шляхів трансформації глобальних енергетичних ринків у нових умовах.

Енергетична галузь була однією з перших, хто відчув на собі наслідки пандемії коронавірусу, оскільки уряди почали вводити обмеження на міжнародні перевезення, робочий час та інші сфери. Ці обмеження порушили виробництво та транспортування товарів і сприяли найбільшому падінню світового попиту на енергію за останні 70 років, щонайменше на 4,7% [127].

Динаміка попиту та пропозиції енергетичних ресурсів під час кризи є різноманітною та залежить від типу палива. Значно постраждав ринок нафти, оскільки три чверті падіння припало на цей сектор.

Варто зазначити, що попит на нафту сильно залежить від функціонування транспортного сектору, особливо поточних тенденцій, пов'язаних з електрифікацією транспорту, що може негативно вплинути на важливість нафти в найближчому майбутньому [128]. У розрізі країн найбільше скоротилося споживання нафти в США, країнах ЄС та Індії, у Китаї, навпаки, споживання зросло [129].

У 2020 році світовий попит на енергію впав на 3,8%, або на 150 мільйонів тонн нафтового еквіваленту (Mtoe), порівняно з 2019 роком. Зниження глобальної економічної активності призвело до того, що попит на деякі джерела енергії впав набагато більше, ніж на інші, і зниження попиту на деякі галузі промисловості та види палива у 2020 році відбулося значно швидше, ніж падіння ВВП. Обмеження економічної діяльності та зміна клімату найбільше вдарили по світовому попиту на вугілля у 2020 році, значення показника впало майже на 8% порівняно з 2019 роком. Зниження відбулося в основному в енергетичному секторі через різке падіння попиту на вугілля (-2,5%), на електроенергію та конкуренцію з боку дуже дешевого природного газу [130].

Зниження промислового виробництва також вплинуло на попит на вугілля у 2020 році, особливо на промисловий попит на вугілля в Китаї, економіка якого, як вже було зазначено, є дуже залежною від цього енергоресурсу. Світовий попит на нафту впав майже на 5%. Обмеження на подорожі, закриття робочих місць і кордонів різко знизили попит на використання приватних автомобілів і авіаперельотів, тоді як спад світової економічної активності зменшив використання мазуту для судноплавства. Глобальне виробництво атомної енергії також скоротилося в 2020 році порівняно з 2019 роком, оскільки генераторам довелося пристосовуватися до нижчих рівнів попиту на електроенергію, особливо в Європі та Сполучених Штатах, адже високорозвинені країни вводили найжорсткіші карантинні обмежування.

На ринку природного газу також спостерігається падіння попиту, хоча й у меншій мірі. Зниження приблизно на 2,3 % відбулося в основному через падіння на двох найбільших ринках – Росії та США. Обсяг торгівлі трубопровідним природним газом зменшився на 54 млрд куб. м (10,9%). Зменшення попиту на основних ринках було

пом'якшене низькими цінами на природний газ, які значною мірою сприяли зниженню попиту на електроенергію та вугілля. Зберігання газу суттєво зросло у 2020 році через збільшення річних обсягів торгівлі скрапленим природним газом (СПГ) і зниження попиту. Попит на відновлювану енергію зріс приблизно на 1,5% у 2020 році завдяки більшій кількості запуску нових вітрових і сонячних проєктів. У більшості країн світу виробники, які покладаються на відновлювані джерела енергії, мають пріоритет в енергосистемі, оскільки їм не потрібно пристосовувати виробництво до попиту, і, таким чином, вони ефективно ізольовані від падіння глобального попиту на електроенергію. Як наслідок, частка відновлюваної енергії у структурі виробництва електроенергії значно зросла з рекордно високими показниками погодинної частки змінної відновлюваної енергії в Бельгії, Італії, Німеччині, Угорщині та частині штатів США [131].

Слід визнати, що зниження попиту на енергоресурси у 2020 році є не лише результатом регуляторних наслідків під час COVID-19. Стійкі погодні умови, нижчі за середні, протягом зими в північній півкулі також сприяли зниженню попиту. Вплив погодних умов був особливо сильним у США, де побутове та комерційне споживання природного газу впало на 18% порівняно з зимою 2019 року, в основному через більш м'яку зиму.

Різні тенденції динаміки зміни попиту на різні види палива призвели до серйозних змін у світовому енергетичному балансі у 2020 році. Частка в балансі вугілля впала майже на 1 процентний пункт і становила трохи менше 23%, оскільки глобальний попит на цей енергоресурс найбільше скоротився. Однак, частка нафти і газу змінилася незначно. Найбільше зростання спостерігалось в секторі відновлюваної енергетики: його частка зросла майже до 13%, що демонструє зростання на 1,5% в порівнянні з 2019 роком. Зміна в структурі енергетичного сектору є ще помітнішою: частка відновлюваної енергетики зросла з 26% у 2019 році до 27,5% у 2020 році.

Насамкінець, слід ще раз зупинитися на падінні світового попиту на нафту, яке досягнуло безпрецедентних масштабів через глобальні карантинні заходи. Найбільше карантинні заходи вплинули на

показники роботи пасажирського автотранспорту та повітряного транспорту, які значною мірою впливають на світовий попит на нафту [128].

Активність автомобільного транспорту впала на 50-75% у регіонах, де були введені суворі карантинні заходи, і до кінця березня 2020 року середньосвітова активність автомобільного транспорту впала майже на 50% порівняно з 2019 роком. У деяких регіонах польоти майже припинилися, а в певних європейських країнах авіаційна активність знизилася більш ніж на 90%. До кінця 2020 року глобальна авіаційна діяльність знизилася на 60% через поширення практики закриття кордонів між країнами. Лише в березні 2020 року світовий попит на нафту впав на рекордні 10,8 млн барелів на день через зниження ліквідності [132].

Китай був першою країною, яка постраждала від спалаху COVID-19, запровадивши обмеження на пересування з кінця січня 2020 року. Такі обмеження призвели до падіння квартального попиту на нафту більш, ніж на 13% порівняно з першим кварталом 2019 року. Дані Національного бюро статистики Китаю показують, що загальний попит на нафту впав більш ніж на 2,5 бареля на день, або на 20%, порівняно з першим кварталом 2019 року. Зниження відбулося через зниження попиту на бензин на 1,1 млн барелів в день, або на 33%, тоді як попит на авіаційне паливо впав на 28%, оскільки авіаційна діяльність різко впала в лютому; однак у березні вона зросла через часткові пом'якшення обмежень [133].

Негативний вплив поширення COVID-19 на попит на нафту за межами Китаю став більш очевидним у березні 2020 року, коли спалах поширився на Європу та США, і більше країн запровадили суворі медичні та соціальні заходи стримування. У результаті світовий попит на нафту в березні 2020 року впав більш ніж на 10 млн барелів на добу, порівняно з березнем 2019 року. За оцінками попит на нафту в Європі впав на 0,9 млн барелів/добу, у США – на 0,8 млн барелів/добу, в Азії – на 0,6 млн барель/добу [132].

Реактивне паливо було нафтопродуктом, попит на який найбільше впав порівняно з 2019 роком, оскільки глобальна авіаційна діяльність знизилася. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, загальні пропозиції реактивного палива та газу в січні 2020 року

скоротилися на 0,310 Мбар/день (4%), у лютому – на 1,1 Мбар/день (14%) порівняно з аналогічним періодом 2019 року, березень – зменшилися на 2,1 Мб/день (27%). Загалом світовий попит на авіаційний газ у 2020 році знизився в середньому на 1,2 млн барелів на день порівняно з 2019 роком.

Бензин був паливом з найбільшим абсолютним падінням попиту через заходи стримування COVID-19. Дорожній рух різко скоротився за кілька днів після введення карантинних заходів у найбільших містах світу. У середині березня 2020 року в таких містах, як Стамбул, Лос-Анджелес, Мехіко, Мумбаї, Нью-Йорк, Париж, Сан-Паулу, Ріо-де-Жанейро та Торонто, пікова завантаженість доріг зменшилася на 50-60%. Дані, надані виробником навігаційного обладнання TomTom [134], показують, що попит на бензин у Франції та Великобританії впав приблизно на 70% під час карантину. Нижча ліквідність призвела до падіння світового попиту на бензин на 1,7 Мб/д у 2020 році порівняно з 2019 роком. Попит на дизельне паливо впав на 1,5 Мб/д через зниження економічної активності та обмеження залізничного та автобусного транспорту.

Що стосується інших видів палива, то можна відзначити наступні тенденції, спричинені поширенням коронавірусу та введенням пов'язаних з ним обмежень. Споживання вугілля впало на 6,2 ексаджоуля (ЕДж) або на 4,2%, в основному, через зниження попиту в США (-2,1 ЕДж) та Індії (-1,1 ЕДж), а споживання вугілля в країнах ОЕСР впало до найнижчого рівня з 1965 року. Єдині винятки з цієї тенденції спостерігалися в Китаї та Малайзії, де споживання зросло на 0,5 і 0,2 ЕДж відповідно. Світовий видобуток вугілля скоротився на 8,3 ЕДж (5,2%). Як і споживання, зростання виробництва в Китаї (1,1 ЕДж) було компенсовано різким падінням у кількох країнах, включаючи Сполучені Штати (-3,6 ЕДж), Індонезію (-1,3 ЕДж) і Колумбію (-1,0 ЕДж).

Сектор відновлюваної енергетики (включаючи біопаливо, але без гідроенергетики) зріс на 9,7%, що нижче середнього показника за останні 10 років (середній річний темп зростання за цей період становив близько 13,4% на рік). Тим не менш, збільшення експресії енергії (2,9 ЕДж) було близьким до поставлених цілей на 2017-2019 роки.

Виробництво сонячної енергії зросло на рекордні 1,3 ЕДж (20%), тоді як вітрова енергія (1,5 ЕДж) склала левову частку зростання сегменту. Загалом було додано 127 ГВт нововстановленої сонячної енергії та 111 ГВт вітрової енергії. Ці показники майже вдвічі перевищують попередні рекордні річні темпи зростання. Китай (1,0 ЕДж), Сполучені Штати (0,4 ЕДж) і європейський регіон (0,7 ЕДж) зробили найбільший внесок у зростання відновлюваної енергетики. Гідроенергетика зросла на 1,0%, знову на чолі з Китаєм (0,4 ЕДж), тоді як атомна енергетика впала на 4,1%, головним чином через падіння у Франції (-0,4 ЕДж), Сполучених Штатах (-0,2 ЕДж) і Японії (-0,2 ЕДж).

Загалом світове виробництво електроенергії впало на 0,9% у 2020 році порівняно зі зниженням на 0,5% у 2009 році, ще одному кризовому році на піку світової фінансово-економічної кризи. Слід зауважити, що частка відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії зросла з 10,3% до 11,7%, а частка вугілля впала на 1,3% до 35,1%, що є рекордно низьким показником для вугільної генерації. Позитивним моментом є те, що викиди вуглекислого газу через зниження споживання енергії скоротилися на 6,3%, що є найнижчим рівнем з 2011 року. Досліджуючи частки різних видів палива у споживанні первинної енергії, зазначимо, що частка нафти у 2020 році зменшилася на 1,8% (до 31,2%), натомість, дещо зросла частка природного газу, гідроенергії та відновлюваної енергії (0,4%), атомна енергетика та вугілля залишилися на рівні 2019 року [129].

Адже з усіх видів палива лише ВДЕ показали позитивну динаміку попиту під час пандемії. У 2020 році річна встановлена потужність відновлюваної енергетики зросла на 45% до майже 280 ГВт, що є найвищим зростанням з 1999 року. Ми можемо передбачити, що надзвичайно високе збільшення потужностей стане «новою нормою» до кінця 2023 року, причому на відновлювані джерела енергії припадатиме 90% глобального збільшення потужностей (рис. 4.1).

Згідно з дослідженнями Міжнародного енергетичного агентства, глобальні річні інвестиції в енергетику в 2022 році зросли до 1,9 трильйона доларів США. Загальний обсяг інвестицій повернувся до докризового рівня та зріз майже на 10% порівняно з 2021 роком. Однак структура інвестицій більше змістилася в бік електроенергетики,

тоді як потік інвестицій у традиційний сектор виробництва палива послабився [135].

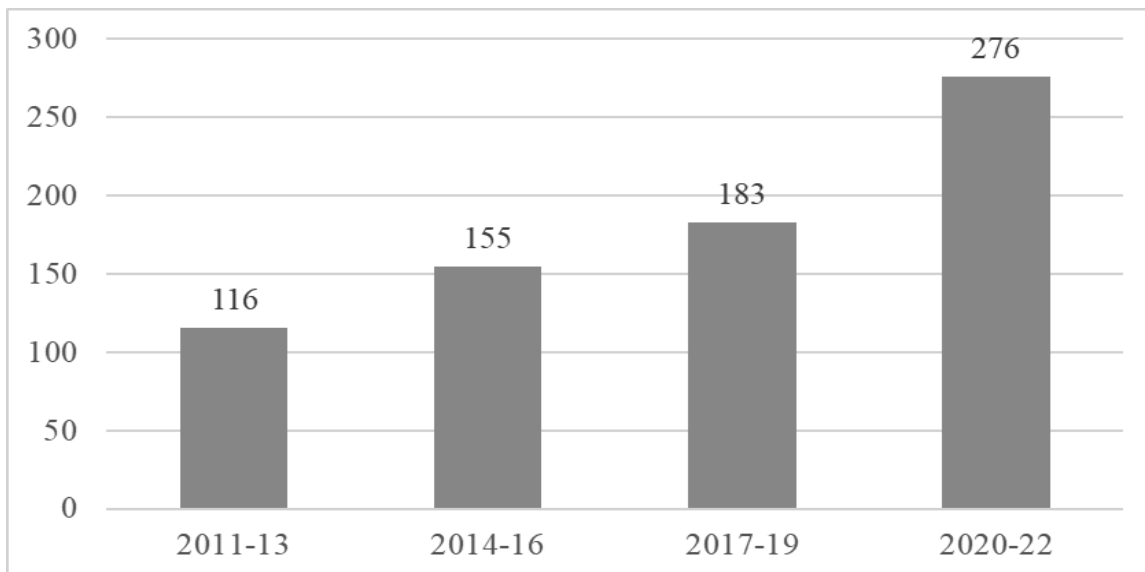


Рис. 4.1. Середньорічний чистий приріст відновлюваних потужностей, 2011-2022 рр., ГВт

Джерело: сформовано автором на основі [135]

За останніми оцінками Міжнародного енергетичного агентства, світовий попит на енергію зріс майже на 4,6% у 2022 році, компенсуючи падіння у 2020 році. Хоча фінансові умови багатьох енергетичних компаній залишаються нестабільними, є ознаки того, що послаблення монетарної політики та урядова підтримка матимуть позитивний вплив на розвиток інфраструктури та інвестиції в нові проекти в короткостроковій перспективі.

Оптимістичні прогнози дають нам надію на майбутнє відновлення ринку. Адже інвестиції у видобуток і переробку нафти і газу в 2020 році впали на 31%, у вугільну промисловість – на 9%, у виробництво електроенергії з викопного палива – на 13%, а в розвиток мереж і акумулятори – на 3%. У кризовому 2020 році інвестиції лише в атомну та ВДЕ-генерацію зросли на 8% та 7% відповідно (рис. 4.2).

Хоча є певний оптимізм через відносно стабільний попит на ВДЕ порівняно з традиційними джерелами енергії та позитивну динаміку прогнозованих інвестицій, альтернативні джерела енергії мають багато обмежень, наприклад, через залежність від генеруючих

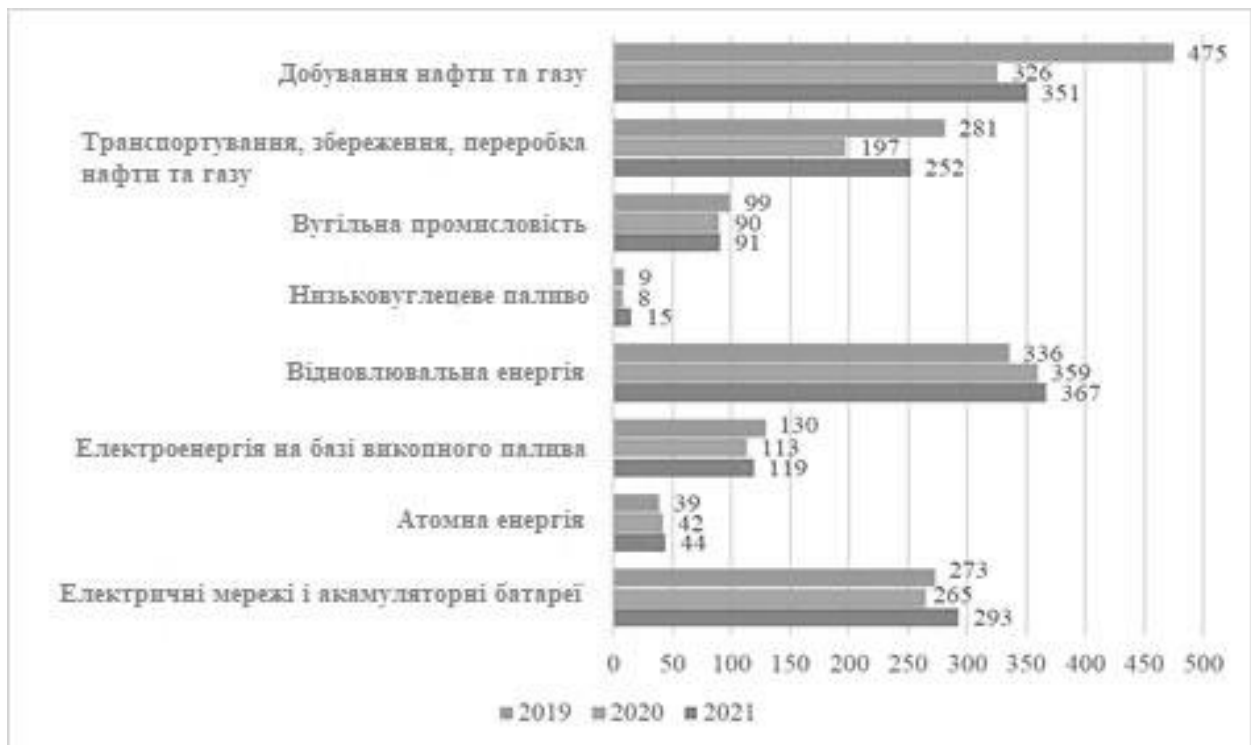


Рис. 4.2. Глобальні інвестиції в енергопостачання по секторах, 2019-2021 рр., млрд доларів США

Джерело: сформовано автором на основі [136]

установок відповідно до погодних умов. Крім того, однією з важливих ролей розвитку відновлюваної енергетики на даному етапі є не стільки вирішення екологічних проблем, скільки комплексне забезпечення енергетичної безпеки всіх країн, тобто підтримання балансу між екологічними аспектами, доступністю енергії та економікою і забезпечення безперебійного постачання енергії для задоволення поточних і майбутніх потреб. Використання відновлюваних джерел енергії дозволяє державам диверсифікувати свій енергетичний баланс, зменшити свою залежність від традиційного імпорту енергії або зменшити концентрацію споживання енергії в певних джерелах енергії, які є економічно важливими. Тому будь-яке стратегічне рішення щодо підтримки енергетичного переходу та збільшення частки відновлюваної енергії має бути збалансованим, обґрунтованим і враховувати багато факторів, а не лише екологічні. В іншому випадку зростає ризик того, що зараз спостерігається на європейському ринку, коли ціни на газ стрімко зросли у 2021 році, а виробництво електроенергії на основі відновлюваних джерел виявиться недостатньо ста-

більшим, щоб задовольнити зростаючий попит. На жаль, така ситуація ставить під загрозу енергетичну безпеку регіону.

Важливою подією в цьому плані є Конференція ООН зі зміни клімату COP26 (26-та Конференція сторін ООН зі зміни клімату) у Глазго восени 2021 року. За результатами сесії можна помітити декілька важливих тенденцій. Оскільки просування до цілей Паризької угоди йде врозріз із зафіксованими термінами досягнутої вуглецевої нейтральності, Конференція супроводжувалась з одного боку оптимістичними намірами країн формувати стратегічні партнерства і відродити кліматичну дипломатію, з іншого – скепсисом та критикою через відсутність ряду ключових учасників на Конференції через обмеження, пов'язані з коронавірусом та відсутність консенсусу щодо фінансування і темпів скорочення викидів [137].

Наприклад, COP26 прийняла кілька глобальних ініціатив, включаючи угоди між країнами щодо скорочення вирубки лісів, зменшення частки викопного палива шляхом впровадження екологічно чистих технологій і скорочення викидів метану. Проте, вимоги щодо скорочення викидів метану не підтримали країни, які є лідерами з викидів шкідливих газів, а сама – Китай, Іран, Індія та Росія.

Відновлення світової економіки після потрясіння відбувається швидше, ніж очікувалося раніше. Через нову хвилю COVID-19 та часткове продовження обмежувальних заходів дисбаланс між попитом і пропозицією на енергетичному ринку так і не вирішено повністю, що в свою чергу впливає на стабільність цін на енергоносії.

Хоча країни-експортери зазнали значних втрат через скорочення обсягів продажу викопного палива, загалом поширення пандемії в макроекономічному контексті мало і позитивний вплив на тенденції розвитку глобального ринку енергоресурсів.

По-перше, шок на енергетичному ринку продемонстрував усім суб'єктам енергоринку необхідність зменшення ринкових невизначеностей та формування концепції сталого енергетичного розвитку, яка буде менше чутливою до різного роду потрясінь. Важливість диверсифікації енергоресурсів стала передовою проблемою для усіх країн світу, але економічно не вигідною. Надлишок пропозиції тієї ж нафти протягом 2019-2020 рр. суттєво знизив ціни на викопні енергоресурси.

си, поряд з якими відновлювальна енергетика в короткостроковому періоді стала неконкурентоспроможною.

По-друге, скорочення споживання енергії, зокрема зниження транспортної діяльності, як вище зазначалося, суттєво скоротило викиди CO₂, у квітні 2020 року спостерігалось скорочення викидів вуглецю на 17% в порівнянні з аналогічним періодом в 2019 р., скорочення загального споживання енергії під час введення жорстких карантинних обмежень досягнуло рівня нижчого в чотири рази, ніж скорочення споживання під час економічної кризи 2008 року. Серед країн лідерів по зменшенню викидів в атмосферу були США, СЄ та Індія. Також варто зазначити, що скорочення викидів CO₂ зумовлене зменшенням побутового споживання енергії, а це, у свою чергу, зменшило кількість захворювань, що передаються повітряно-крапельним шляхом [138].

По-третє, поширення пандемія та подолання її негативних економічних наслідків пришвидшило стимулювання залучення інвестицій в альтернативну енергетику, проте слід зазначити що здебільшого у високорозвинених країнах, які будують довгострокову енергетичну стратегію сталого розвитку і не зосереджуються виключно на короткостроковій вигоді від падіння цін на викопне паливо.

Попри зростання попиту на енергію та диверсифікацію джерел енергії, у світі існує значна проблема пов'язана з електрифікацією населених пунктів, яка загострилася під час поширення пандемії.

Африка залишається найменш електрифікованим континентом у світі: 568 мільйонів людей не мають доступу до електроенергії. Частка населення Африки на південь від Сахари у світовому населенні, яке не має електроенергії, підскочила до 77% у 2020 році, тоді як у 2018 році цей показник був на рівні 71%, тоді як у більшості інших регіонів спостерігалось зниження частки дефіциту доступу. Хоча 70 мільйонів людей у всьому світі отримали доступ до чистого палива та технологій для приготування їжі, цього прогресу було недостатньо, щоб встигати за зростанням населення, особливо в Африці в південній частині Сахари.

Попри загальну позитивну тенденції зростання виробництва енергії з відновлювальних джерел, країни, які найбільше потребують

доступу до енергетики залишилися осторонь цього процесу, а інвестиції в їх енергетичні системи, фактично, призупинилися.

Тому експерти Світового Банку наголошують, що забезпечення загального доступу до надійної, стійкої та сучасної енергії передбачає прискорене впровадження відновлюваних джерел енергії для електроенергії, тепла та транспорту, тому частка відновлюваної енергії в загальному кінцевому споживанні енергії (TFEC) має продовжувати зростати, як і під час пандемії, коли продемонструвала свою стійкість, подолавши перебої в економічній діяльності та логістичних ланцюгах. У той час як у 2021 році частка відновлюваних потужностей зросла на рекордну суму, позитивні глобальні та регіональні траєкторії маскують той факт, що країни, де збільшення нових потужностей відстає, найбільше потребують розширення доступу. Крім того, зростання цін на товари, енергію та транспортування, а також обмежувальні торговельні заходи, збільшили вартість виробництва та транспортування сонячних фотоелектричних (PV) модулів, вітряних турбін і біопалива, додавши невизначеності для майбутніх проектів у сфері відновлюваної енергетики. До 2030 року частки відновлюваної енергетики мають перевищити 30 відсотків TFEC у порівнянні з 18 відсотками у 2019 році, щоб досягти нульових викидів енергії до 2050 року. Досягнення цієї мети вимагатиме посилення політичної підтримки в усіх секторах та впровадження ефективних інструментів для подальшої мобілізації приватного капіталу, особливо в найменш розвинених країнах, країнах, що не мають виходу до моря та малих острівних країнах, що розвиваються [139].

Тому аналіз впливу поширення пандемії на глобальний енергетичний ринок слід проводити в регіональному розрізі для розуміння потенційних загроз та можливостей для різного типу економік на методів боротьби або використання їх.

Звичайно, що цілком зрозуміло: енергетична сфера є вразливою та їй важче стабілізуватися в шоковому періоді, коли є вразливою та чутливою економіка загалом, тому країни, що розвиваються зазнають найбільших соціально-економічних втрат.

Враховуючи циклічність усіх світових процесів, дослідження впливу глобальних потрясень на світову енергетичну систему на

прикладі COVID-19, надасть практичні рекомендації та стратегії дій щодо уникнення подібних ситуацій у майбутньому та зменшення потенційних економічних наслідків від їх подолання.

Більше того, хоча ситуація на ринку рано чи пізно стабілізується, слід враховувати, що енергетику чекають нові потрясіння та турбулентні періоди в майбутньому пов'язані з енергетичним ембарго щодо Росії та жахливою війною в Україні. Ці виклики поставили уряди перед непростим завданням розробки індивідуального, комплексного та збалансованого підходу до формулювання національних стратегій розвитку енергетики. Наріжним каменем цього процесу буде прагнення кожної країни збалансувати національні та глобальні інтереси і забезпечити національну та глобальну енергетичну стабільність.

4.2. Пріоритетність диверсифікації енергоресурсів в площині концепції енергобезпеки зумовленою війною у Україні

Жорстока російсько-українська війна задала нові тенденції розвитку економіки України, які спрямовані на формування стійкої ринкової економічної системи, тому трансформація енергетики є ключовим її елементом.

Концепція енергобезпеки є основою розвитку країни в період повоєнної відбудови та складається з таких компонентів:

- збільшення енергоефективності шляхом введення новітніх технологій в процес генерування енергії;
- залучення більш ширшого кола імпортерів викопного палива в Україну;
- впровадження прозорого механізму встановлення цін на енергоресурси та енергію;
- демонополізація трейдерів національного енергоринку;
- диверсифікація енергоресурсів шляхом підтримки стабільного розвитку альтернативної енергетики;
- інформування та спонукання споживача до раціонального споживання енергії;

- поступова цифровізація усіх рівні споживання енергії.

Усі складові концепції енергобезпеки є взаємодоповнюючі та взаємопов'язані, проте враховуючи екологічну ситуацію, яка на території України дуже погіршилася внаслідок жажливих дій Росії, та курс усього цивілізованого світу в бік вуглецево-нейтральної економіки, питання диверсифікації джерел енергії та збільшення частки відновлювальної енергетики у паливно-енергетичному комплексі України є ключовим.

Динаміка розвитку альтернативної енергетики виявилася відносно стійкою до глобальних потрясінь та продемонструвала необхідність подальшої зростаючої тенденції.

Важливість розвитку альтернативної енергетики зумовлена можливістю забезпечення єдиним суб'єктом усього ланцюга від виробництва до споживання, а це свідчить про економічну та безпекову стійкість такого джерела енергії.

Також важливою складовою ВДЕ залишається екологічна, яка є вагомою, як зазначалося у роботі, враховуючи глобальні кліматичні зміни.

До ключовою економічної передумови необхідності розвитку альтернативної енергетики, без сумнівів, варто віднести активну електрифікацію та майбутню загрозу браку ресурсів для активної діяльності глобальної економічної системи.

Україна приєдналася до мережі операторів європейських систем передачі. В основі спільної європейської стратегії розвитку лежить відмова від споживання викопної енергії та перехід на відновлювану енергетику: до 2050 року вся Європа, включно з Україною, повинна стати вуглецево-нейтральною. Ще одним важливим компонентом майбутнього енергетичного ринку Європи стане водень. Звичайно, що така трансформація потребує значних фінансових впливань, зокрема у логістику, розвитку інфраструктури та впровадження новітніх технологій. З огляду на інтеграцію українських ринків електроенергії, газу, нафти, нафтопродуктів у загальноєвропейський енергетичний ринок, ми спостерігатимемо схожу тенденцію розвитку, а саме, кардинальне переосмислення фундаментальних умов багатьох визначальних принципів функціонування енергетичних рин-

ків. Політика щодо альтернативної енергетики має бути стабільною, передбачуваною та узгодженою, як зазначено в Директиві ЄС 2018/2001 про сприяння використанню відновлюваних джерел енергії [121].

За поданням Міністерства енергетики Кабінет Міністрів України схвалив Енергетичну стратегію розвитку країни на період до 2050 року, яка відображає цілі Європейського зеленого шляху та базується на принципах інтегрованого підходу до розробки та реалізації Зеленого маршруту. Раціональна енергетична політика є основною складовою сталого економічного розвитку економіки країни. Відповідні цілі будуть досягнуті шляхом розвитку сучасної та безпечної атомної енергетики, відновлюваної енергетики, модернізації та автоматизації систем передачі та розподілу [13].

Кабінет Міністрів України за поданням Міністерства енергетики схвалив Енергетичну стратегію України до 2050 року, яка відображає цілі Європейського зеленого курсу та базується на принципах комплексного підходу до формування та реалізації політики у сфері енергетики, створення умов для сталого розвитку економіки України. Відповідні цілі досягатимуться шляхом розвитку сучасної та безпечної атомної генерації, відновлюваних джерел енергії, модернізації та автоматизації систем передачі та розподілу [140].

Стратегія, зокрема, включає такі фундаментальні аспекти:

- подолання наслідків повномасштабної війни Росії проти України, посилення ролі енергетичної безпеки і зміцнення стійкості та вразливості до будь-яких шоків енергосистеми;

- виклики та перспективи, які сформовані внаслідок приєднання ОЕС України до європейської мережі операторів системи передачі електроенергії (ENTSO-E) та поглиблення інтеграції енергетичної системи України в загальноєвропейську;

- наявність новітніх технологій (зокрема, виробництво та використання водню в енергетичних цілях, малі модульні ядерні реактори, установки зберігання енергії тощо), технічні зміни в енергетичному секторі, світові тренди та інноваційні рішення, вимоги до екологічної безпеки згідно з нормами ЄС і прийнятим зобов'язанням України;

- децентралізація генерації електроенергії по всій території країни для поліпшення стійкості та надійності енергозабезпечення;
- міжнародні зобов'язання України щодо енергоефективності та використання ВДЕ, зменшення викидів парникових газів тощо [140].

Враховуючи масштаби шкоди, завданої українській енергетичній інфраструктурі та виробничим потужностям, процес відновлення буде фінансово та технічно складним і, скоріш за все, – довготривалим. Для повноцінного впровадження механізмів ринкової економіки та переходу в фазу економічного зростання, Україні необхідно визначити стабільні та ефективні «правила гри», які будуть закріплені у відповідних регулятивних нормативно-правових актах, та ключовим аспектом залишається диференціація джерел енергії. З метою забезпечення стабільності роботи української енергосистеми і реорганізації національного енергоринку відповідно до принципів та положень ЄС, механізм регулювання розвитку альтернативної енергетики в Україні також потребує реформування.

Якщо брати до уваги законодавство України, то ключовим нормативним актом для розвитку енергетичного ринку є прийнятий 9 листопада 2017 року Закон України «Про ринок електроенергії та енергії». З точки зору економічного змісту, стаття 3 закону базується на принципах функціонування ринку електроенергії, подібних до європейських принципів, по-перше, це відображається в рівному праві продажу та купівлі електроенергії, недискримінаційному ціноутворенні та вільній конкуренції.

Однак, якщо розглядати електроенергетичну систему України, то її розвиток різко контрастує з європейським, про що свідчать численні тенденції споживання, виробництва та торгівлі електроенергією, які є відмінними в Україні та країнах Європи (*табл. 4.1*).

По-перше, споживання електроенергії на душу населення є одним із найнижчих у Європі: 2,9 МВт-год на людину в порівнянні з середнім показником по ЄС, що становить 5,5 МВт-год.

По-друге, середньорічний темп зростання (CAGR) споживання електроенергії в Україні є більш екстремальним. У 2001 році споживання електроенергії досягло найнижчого рівня з 1991 року до 2020 року. З 2002 по 2011 рік споживання електроенергії зросло внаслідок

відновлення соціально-економічної діяльності. У 2011 році він досяг найвищого рівня з початку 21 століття. Проте окупація частини території України у 2014 році та втрата економічного потенціалу призвели до переоцінки ємності ринку електроенергії, що призвело до тенденції скорочення споживання електроенергії. З 2017 по 2019 рік український ринок електроенергії досяг приблизно 120 ТВт-год, тоді як у перший рік пандемії Covid-19 споживання електроенергії знизилося менш ніж на 1 ТВт-год порівняно з 2019 роком.

Таблиця 4.1

Показники розвитку електроенергетичної системи України у порівнянні з країнами ЄС у 2001-2020 роках.

Показник	Україна				EU-27			
	2001	2011	2016	2020	2001	2011	2016	2020
Кінцеве споживання електроенергії, ТВт-год	122	152	130	119	2356	2571	2565	2462
Споживання електроенергії на душу населення, МВт-год/чол.	2.5	3.3	3.1	2.9	5.5	5.8	5.8	5.5
CAGR кінцевого споживання електроенергії, % CAGR кінцевого споживання електроенергії		2.2	0.4	-0.1		0.9	0.6	0.2
Частка домогосподарств у споживанні електроенергії, %	18	25	28	31	27	27	28	29
Частка бюджетної сфери у споживанні електроенергії, %	14	16	16	18	24	28	29	28
Частка промисловості у споживанні електроенергії, %	46	41	38	38	41	37	36	36
Втрати в мережах, ТВт-год	34.1	21.3	16.6	16.4	186.3	182.1	180	174.4
Частка втрат в мережах від відпущеної електроенергії, %	21.0	11.8	10.9	11.7	6.6	5.9	5.7	5.7
Чисте виробництво електроенергії, ТВт-год	160	180	152	137	2588	2789	2784	2664
CAGR чистого виробництва електроенергії, % CAGR		1.2	-0.3	-0.8		0.8	0.5	0.2

Показник	Україна				EU-27			
	2001	2011	2016	2020	2001	2011	2016	2020
чистого виробництва електроенергії								
Індекс виробництва електроенергії за ресурсами ННІ	3148	3232	3466	3302	1851	1618	1556	1518
Частка ВДЕ у виробництві електроенергії, %	7.0	5.7	6.6	11.7	17.6	23.5	31.5	39.8
Частка ТЕЦ у виробництві електроенергії, %	49.3	48.1	44.7	37.4	48.8	46.7	41.2	34.7
Частка ТЕЦ у виробництві електроенергії, %	11.3	9.7	9.6	11.1	18.5	22.9	22.1	21.9
Ефективність виробництва лише електроенергії, %								
Ефективність комбінованого виробництва теплової та електричної енергії	40.6	38.3	38.8	40.6	40.4	42.8	45.5	49.6
Ефективність комбінованого виробництва теплової та електричної енергії, %	72.1	66.4	62.8	61.6	61.4	60.9	61.7	62.9
Генеруючі потужності, ГВт	50.7	51.5	53.4	52.8	587	732	799	946
CAGR генеруючих потужностей, % CAGR генеруючих потужностей		0.2	0.1	0.1		2.2	1.5	1.2
Частка нестабільних ВДЕ у загальних потужностях, %	0.2	0.4	1.5	11.6	2.9	19.3	28.8	33.3
Частка маневрених потужностей у загальному обсязі потужностей, %	10.1	10.7	11.6	11.7	26.9	22.3	20.9	18.5
Коефіцієнт використання потужностей, %	45.6	43.2	34.9	32.0	41.5	36.2	31.8	25.1
Імпорт електроенергії, ТВт-год	2.1	0	0.1	2.7	252	321	363	381
Імпортозалежність за електроенергією, %	1.7	0	0	2.3	10.7	12.5	14.1	15.5

Показник	Україна				EU-27			
	2001	2011	2016	2020	2001	2011	2016	2020
Експорт електроенергії, ТВт-год	5.2	6.3	3.8	5.1	256	320	363	367
Експортна залежність за електроенергією, %	3.3	3.5	2.5	3.7	9.9	11.5	13	13.8
Викиди ПГ від виробництва електроенергії, млн т CO ₂ -екв.	128	131	101	80	1154	1079	944	656
SAGR викидів ПГ від виробництва електроенергії, % SAGR викидів ПГ від виробництва електроенергії, млн т CO ₂ -екв.		0.2	-1.6	-2.4		-0.7	-1.3	-2.9
Інтенсивність викидів CO ₂ при виробництві електроенергії, кг/МВт-год	802	729	665	561	446	387	389	246

Джерело: складено автором на основі [141]

По-третє, структурна перебудова економіки України призвела до змін у структурі споживання електроенергії: у 2011 році загальна частка споживання електроенергії домогосподарствами та бюджетним сектором перевищила відповідну частку промисловості. Усі ці причини змінили потреби українського ринку електроенергії.

Структура виробництва електроенергії в Україні та ЄС також відрізняється. У ЄС немає двох однакових секторів електроенергетики, що призводить до низької концентрації ресурсів у ЄС і тенденції до зниження використання за рахунок відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), частка яких, згідно з індексом ННІ, зростає. Хоча в українському енергетичному секторі існують різні типи генерації, домінуючими є атомна та вугільна, що призводить до високої концентрації ресурсів, як вказує індекс Герфіндаля-Гіршмана (ННІ Index).

Розгортання нестабільної генерації альтернативних джерел енергії, особливо сонячної, в Україні проявляється у вигляді «зеленовугільного» парадоксу, що призводить до зростання індексу ННІ. Гідроенергетика та теплові електростанції, що працюють на кам'яному

вугіллі, використовуються для балансування електроенергетичної системи. Поширеною практикою є обмеження використання потужностей атомної енергетики, але не використання їх як маневрених блоків. Все це призводить до диспропорцій пропозиції на українському ринку електроенергії.

Енергетична політика ЄС сприяла швидкому зростанню парку електростанцій за останні 20 років. Однак за останні десять років спостерігається уповільнення середньорічних темпів зростання. Висока частка маневрених потужностей спочатку забезпечила розгортання генерації на основі ВДЕ в країнах ЄС, але подальша інтеграція ринків електроенергії країн-членів дозволила стримати їхні темпи зростання. Тому, починаючи з 2016 року, частка генеруючих потужностей з ВДЕ, що працюють з перервами, перевищує частку маневрених потужностей.

З іншого боку, Україна має низькі темпи зростання генеруючих потужностей, які формуються за рахунок успішного розвитку потужностей нестабільних ВДЕ та виведення з експлуатації застарілих блоків ТЕС та ТЕЦ. Паралельно з цим, розвиток потужностей ВДЕ не був підтриманий розвитком маневрених потужностей. Єдиною високومانевреною електростанцією в Україні залишається гідроенергетика. У 2020 році частка нестабільних потужностей ВДЕ приблизно зрівнялася з часткою маневрених. Водночас, спостерігається значне зниження завантаження потужностей в ЄС та Україні, що спричиняє ризики окупності енергоблоків в умовах нестабільної ринкової кон'юнктури.

Енергоефективність перетворення ресурсів у корисну енергію також визначає стан електроенергетики. В енергетичному секторі ЄС енергоефективність поступово зростає завдяки:

- зростанню частки відновлюваної енергії, яка є невичерпним джерелом, а тому її енергоефективність вважається рівною 100%;
- впровадженню комбінованих циклів виробництва електроенергії, таких як когенерація тепла та електроенергії і комбіновані газопарові турбіни;
- покращенню фізичних властивостей ресурсів, енергоносіїв і матеріалів енергетичних установок, ліній передач тощо.

Загалом, ще до повномасштабного вторгнення Росії в Україну, стан української енергетичної системи є основним викликом для запровадження конкурентної моделі ринку енергетики відповідно до європейського підходу. А станом на сьогодні, ця проблема є ключовою для розвитку економіки та добробуту населення. Тому існує необхідність забезпечити послідовну координацію фізичної та комерційної влади в національних інтересах шляхом вирішення наступних питань, пов'язаних з:

1) посиленням неоднорідності енергетичних ресурсів на внутрішньому ринку, формуючи конкурентне середовище попиту та пропозиції;

2) захистом вітчизняних споживачів від маніпулювання ринком та дозволити зовнішнім гравцям торгувати на українському ринку енергетики прозоро;

3) інтегруванням виробництва енергії з відновлюваних джерел відповідно до ринку та ефективно розподіляти її між постачальниками;

4) забезпечення постійного балансу між комерційною та фізичною потужністю в режимі реального часу. Лише шляхом збільшення частки нестабільної генерації електроенергії з відновлюваних джерел і часткового переведення ТЕС у категорію надкритичних технологій можна буде переломити загальну тенденцію зниження енергоефективності. Натомість, в Україні спостерігається протилежна тенденція. Фізичне старіння звичайних електростанцій призводить до постійного зниження енергоефективності. Водночас, частка ТЕЦ в українській енергетиці постійно зменшується як через фізичну застарілість ТЕЦ, так і через зміну співвідношення виробництва електроенергії між електроенергією та теплом через зниження попиту на централізоване опалення.

Усі ці тенденції енергоефективності негативно впливають на покупців енергії в Україні, які змушені платити вищі ціни.

З вторгнення Росії в Україну, поточна енергетична система ще більше ускладнилася, проте сформувала чітку необхідність розробки національної концепції енергобезпеки на основі диференціації, як джерел енергії так і країн імпортерів енергоресурсів, що є фунда-

ментальною основою розвитку конкурентного ринку енергетики, а, отже, ринкової економіки в цілому.

Загальною рисою українського енергетичного ринку є подвійність ринку – зі сторони пропозиції – це власне продукування ресурсів та енергії та імпорتنі поставки, зі сторони попиту - з одного боку це населення, бюджетні організації, комунальні підприємства, з іншого – приватні підприємства. Це створює систему подвійних цін, так зване «перехресне субсидування», яке не дозволяє ціновим сигналам рухатися в бік стимулювання обмежень, тобто енергоефективності та, відповідно, структурних змін попиту й пропозиції. Функція регулювання фактично зводиться до встановлення певного рівня ціни для певного сегмента ринку, а не до контролю за надприбутками, отриманими внаслідок зловживання монопольним становищем чи недобросовісної конкуренції [142]. В умовах ринкової економіки державне регулювання ґрунтується на концепції управління соціально-економічним розвитком країни. Розробка ефективних механізмів реалізації нових цільових напрямків енергетичної політики є надзвичайно актуальним напрямком досліджень, що виходить далеко за межі енергетичного сектору. У світовій практиці не існує стандартизованого та єдиного підходу до формування національної енергетичної політики, хоча національні політики часто спрямовані на регулювання національних енергетичних ринків [143]. Таке регулювання має лише опосередковано впливати на гравців внутрішнього енергетичного ринку з метою забезпечення національної безпеки країни та соціально-економічного розвитку в умовах, узгоджених з європейськими пріоритетами.

На функціонування енергетичного ринку України, та як і на національні енергетичні ринки решта країн світу, впливає взаємодія макроекономічної, соціальної, екологічної, технологічної, ресурсної, інноваційної, інфраструктурної та інших сфер економічної системи. Процес цифровізації виробництва, управління та споживання енергії відіграє важливу роль у розвитку енергетичних ринків. Цифрові технології в енергетиці та створені цифрові простори є невід’ємними атрибутами лідерства на енергетичному ринку. Чисті технології в енергетичному секторі стали першим вибором споживачів у всьому

світі, спочатку завдяки політичним заходам, але з часом тому, що вони є найбільш економічно ефективними [128].

Ідеї, покладені в основу теорії ринків і ринкових відносин, а також специфіка енергетичної галузі виконують роль евристичних принципів пізнання ринку енергетики.

Досвід аналізу функціонування світових енергетичних ринків показує, що, якою б не була конкретна структура ринку, принципи його формування повинні відповідати загальним вимогам:

- встановлення ієрархічних принципів технічного управління та економічної координації;
- забезпечення функціонування сталої система зберігання, експлуатації та диспетчерського управління єдиним енергетичним простором;
- створення умов для прозорості функціонування ринку та чесної конкуренції між гравцями;
- застосування законодавчих заходів антимонопольного характеру до учасників ринку, які є природними монополіями;
- доцільність структурних перетворень в енергетиці [144; 145].

В силу процесу електрифікації глобальної економіки, електроенергетика є ключовим сегментом будь-якої національної енергетичної системи.

У листопаді 2021 року Енергетичне Співтовариство оцінило, що загальний прогрес щодо стану впровадження європейської моделі ринку електроенергії в Україні склав 51%, у тому числі досягнуто рівня 60% щодо формування конкурентного оптового ринку електроенергії, проте даний показник був нижчим на 3% порівняно з 2020 роком.

Визначено основні проблеми, що стримують розвиток конкуренції на оптовому рівні, а саме:

- значні та часті регулятивні втручання;
- жорсткі обмеження цін і регулювання цін державних енергогенеруючих компаній;
- обмеження торгівлі для окремих учасників ринку та спеціальні двосторонні аукціони для окремих споживачів;

- невиконання обов'язку щодо забезпечення суспільних інтересів та відсутність визначення критеріїв уразливості;
- висока заборгованість для збалансування ринку;
- відсутність транспозиції REMIT [146].

На додаток до висновків Енергетичного Співтовариства, можна відзначити, що відсутність глибоких знань про ключові детермінанти конкурентного ринку електроенергії в Україні призвела до викривлення європейської моделі, які проявляються в:

- плутанині між часовими рамками та формами торгівлі;
- відсутності можливості організації форвардних фінансових ринків;
- невизначеності статусу приватних закордонних постачальників послуг;
- державні підприємства були відсторонені від конкурентного ринку;
- цінові обмеження становлять значний ризик маніпулювання цінами на електроенергію.

Тому, сучасну модель українського ринку енергетики можна назвати квазіконкурентною, оскільки вона далека від єдиної європейської моделі, має значні недоліки та обмежує конкуренцію, що звичайно унеможлиблює розвиток відкритого диференційованого ринку енергоресурсів.

Загалом, існуюча модель ринку енергетики функціонує з викривленнями на всіх його сегментах в умовах фінансової нестабільності державних енергогенеруючих компаній, відсутності ефективного реформування, боргової кризи, нестабільного розвитку альтернативної енергетики, несприятливого інвестиційного клімату.

Разом із тим, для того, щоб змінити квазіконкурентну модель енергоринку та привести її у відповідність до європейської, необхідно врахувати вимоги транс'європейського законодавства, специфіку національної енергетичної системи, дослідити досвід інших країн світу та сформувані енергетичну стратегію енергобезпеки.

В умовах російсько-української війни енергобезпека стала запорукою підтримання національної економіки України; руйнування розподільчих мереж, об'єктів критичної інфраструктури та брак викоп-

них енергоресурсів на яких працює українська енергосистема, – ще більше підкреслили необхідність реформування енергетики, яка, відверто, дещо відстає від загальних тенденцій розвитку світового енергетичного ринку.

Енергетична незалежність значно прискорює розвиток економіки країни та надає країні певну політичну та економічну свободу на міжнародній арені. Звичайно, що вплив загальних тенденцій розвитку світового ринку енергетики, нехай із значним лагом реакцій на українську енергосистему присутній, проте, розроблення та ефективна імплементація сучасної енергетичної стратегії розвитку країни, на основі енергобезпеки та енергоефективності, стане катализатором економічного розвитку і колосального припливу іноземних інвестицій в країну. Звичайно, під час війни це реалізувати є достатньо складно, але пройти підготовчий процес – є реальною можливістю після перемоги України швидко реформувати енергосистему.

Пріоритетність диверсифікації енергоресурсів є очевидною, чим більше джерел енергії чи, принаймні, постачальників викопних енергоресурсів, тим надійнішою є енергосистема країни. Поступовий перехід на відновлювальну енергетику має активно впроваджуватися на території України, яка прагне швидко інтегруватися в ЄС. Зелений тариф, який був введений в державі у 2009 році показав потенційну перспективу альтернативної енергетики, яка почала поступово розвиватися [147; 148].

Найшвидше розвивається гідроенергетика, яка через кліматичні умови є достатньо ефективним генератором енергії.

Активно останні п'ять років генерується енергія з сонця та біо-ресурсів, знизилася частка генерації вітру, – проте сукупна частка альтернативної енергетики у енергосистемі України є достатньо низькою, становлячи лише близько 16% (рис. 4.3). Нестабільність ринку ресурсів України зумовлена, окрім зовнішніх шоків, не достатньо ефективним механізмом його регулювання.

Зокрема, встановлення верхньої маржі цін на енергію деформує її ринок та робить потенційно не вигідною для суб'єктів. Крім того, в українській електроенергетичній системі спостерігається стрімкий розвиток непостійної відновлюваної генерації, особливо сонячної. Зе-

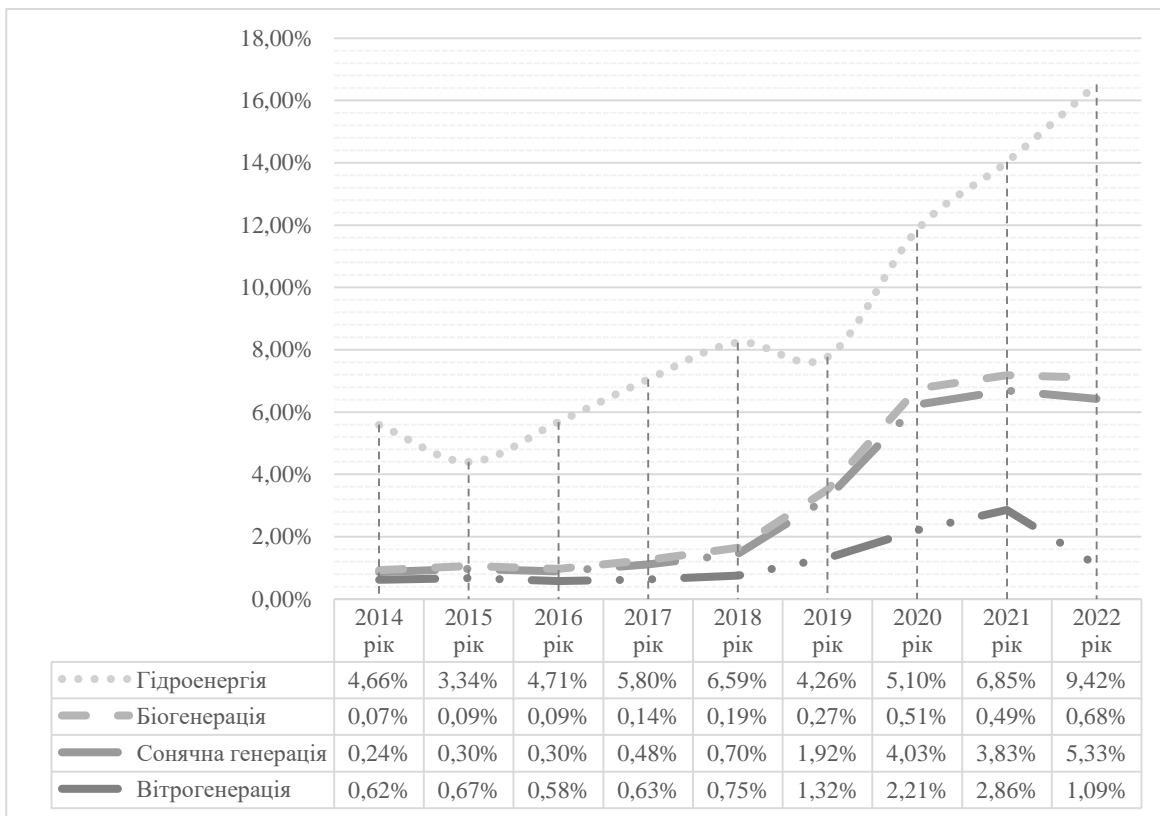


Рис. 4.3. Частка ВДЕ у споживанні електроенергії в Україні
Джерело: сформовано автором на основі [148]

лена електроенергія продається гарантованому покупцю, який прагне заробити якомога більше, продаючи її на різних сегментах ринку, тоді як виробники з ВДЕ не беруть участі в торгах, а їхня відповідальність за дисбаланси обмежена. Для подолання цих недоліків пропонується об'єднати аукціони зеленої електроенергії та безперервну торгівлю сірою електроенергією на внутрішньодобовому ринку, – це платформа безперервних торгів між виробником та споживачем енергії, попередні обсяги торгів окреслені обома сторонами. Така практика застосовується Австрією, тоді як Бельгія, Польща, Румунія та Швеція запровадили торгові квоти (які мають назву «зелені сертифікати»).

Враховуючи низьку гнучкість української енергосистеми, пропонується відкрити додатковий ринковий сегмент – балансуючої потужності для початкової диспетчеризації. Регламент 2017/2195 передбачає цю можливість, а італійський оператор GME підтвердив життєздатність цієї ринкової моделі. Функцією ринку балансуючої потужності є односторонній аукціон з маржинальним ціноутворенням та з певною періодизацією.

Для кожного часового періоду регіональні оператори проводять два аукціони на збільшення та зменшення балансуєної потужності. Переможці таких аукціонів отримують гарантований дохід за ціною балансової потужності, незалежно від активації/деактивації потужності. Для призначеного постачальника балансової потужності оператор може видати команду збільшення або зменшення диспетчеру, не чекаючи закриття воріт RDN, тим самим запланувавши баланс потужності заздалегідь. Балансова енергія постачальника балансової електроенергії, який отримує диспетчерське замовлення, оплачується за балансовою ринковою ціною.

Це дасть змогу забезпечити відносну стабільність поставок енергії з відновлювальних джерел енергії та суттєво підвищить прозорість енергетичного ринку (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Потенційна модель диверсифікованого конкурентного ринку електроенергії

Джерело: власна розробка автора

Після завершення російсько-української війни енергетичний сектор буде одним з найпривабливіших з точки зору залучення внутрішніх та зовнішніх інвестицій, проте, при умові наявності прозорого конкурентного середовища.

Формування диверсифікованого енергоринку сформує стійку енергетичну систему, яка стане запорукою сталого економічного ринку, це можливо при вирішенні наступних задач:

- формування незалежної енергетичної біржі на основі функціонування постійно діючих аукціонів;
- розробка системи підтримки постачальників альтернованої енергетики;
- формування широкого кола незалежних трейдерів;
- програма підтримку господарств енергетичного замкнутого циклу (які генерують енергії та задовольняють власні потреби).

4.3. Енергетична криза в країнах ЄС: нові виклики для «зеленої» політики Союзу

У контексті зеленого курсу розвитку енергетики країн Європейського Союзу, який був представлений в грудні 2019 року, як вже зазначалося в роботі, основним вектором енергетичного розвитку є досягнення вуглецево-нейтрально економіки європейського континенту. Проте у сучасних реаліях енергетична система Європи переживає безпрецедентну кризу, яка, з одного боку, сповільнила темпи розвитку альтернативної енергетики, а з іншого – ще раз підтвердила пріоритетність її та стійкість до глобальних шоків.

Сучасна європейська енергосистема є ще залежною від поставок викопного палива, зокрема, російського, яке є необхідне для забезпечення безперебійних промислових процесів і задоволення потреб населення в електроенергії. З початку 2021 року оптові ціни на електроенергію та природний газ до початку 2023 року зросли майже в 15 раз, що суттєво вплинула на домогосподарства та бізнес [149]. Відмова від російських енергоресурсів значно загострить енергетичну ситуацію в країні та поставить перед нею нові виклики, станом на 2021 рік Росія була ключовим енергетичним партнером ЄС (рис. 4.5).

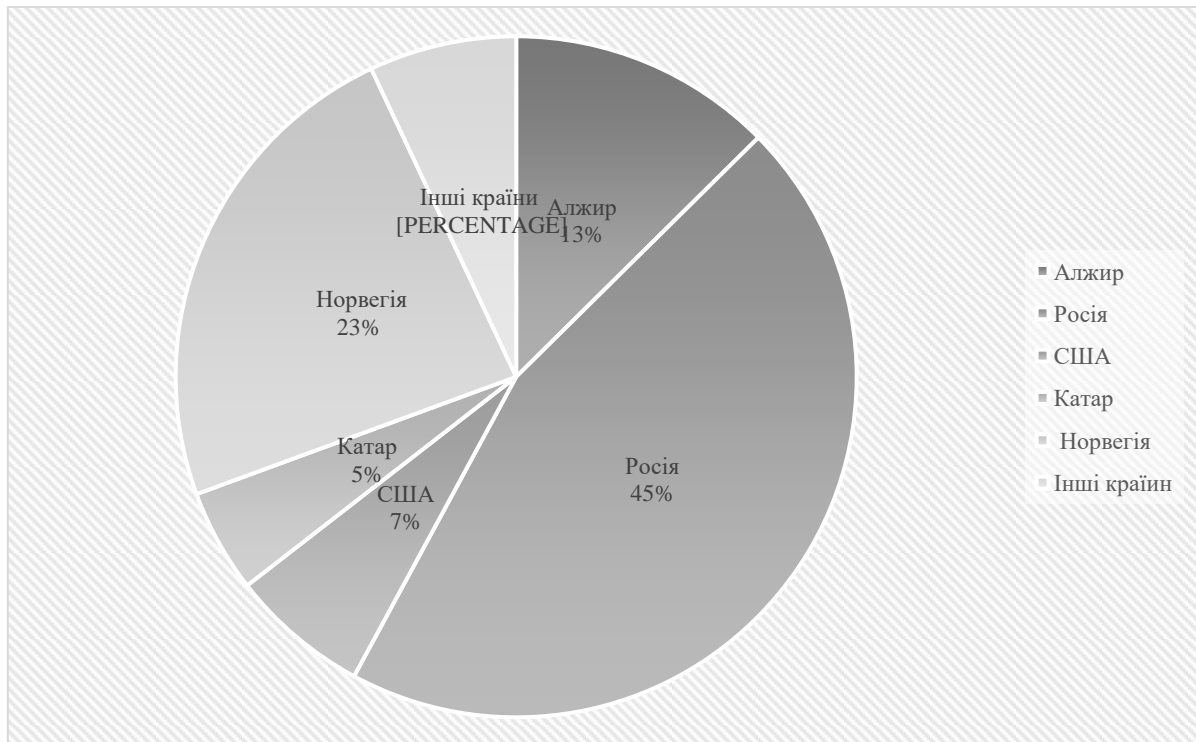


Рис. 4.5. Частка країни в структурі імпорту природного газу ЄС в 2021 році

Джерело: адаптовано автором [150]

Проблеми зі злагодженим енергопостачанням в Європі почалися у 2021 році. Зазвичай, протягом зимових місяців ЄС імпортує скраплений природний газ (СПГ) із США, Латинської Америки та Росії. Однак проблеми з електромережою в Техасі призвели до скорочення поставок СПГ взимку, вплинула на поточну ситуацію і погода, оскільки зима 2020-2021 років була дещо холоднішою, ніж зазвичай. Цього ж літа похитнулася стабільність світового енергетичного ринку через хвилі спеки, які прокотилися територією США та Європою. Латинська Америка також пережила посуху, що призвело до скорочення гідроенергії, необхідної для транспортування СПГ до Європи. За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), споживання природного газу в Європейському Союзі зросло на 25%, що призвело до дефіциту поставок та суттєвого стрибка цін на енергоресурси.

Відповідно, спека та відсутність сприятливих умов для вітрової генерації негативно вплинуло на відновлювальну енергетику Європи

в 2021 році, особливо негативно це вплинуло на скандинавський ринок енергетики, який є лідером по генерації енергії з відновлювальних джерел. В Німеччині та Нідерландах, енергія вітру становить понад 20% національного енергетичного балансу, зменшення частки енергії вітру у виробництві електроенергії збільшило попит в цих країнах на природний газ і вугілля [150]. Поступова відмова Німеччини від атомної енергетики загостила напругу на енергетичних ринках. Власне, це спричинило значну залежність від імпорту енергоресурсів та збільшення залежності від зовнішніх ринків, що в розріз суперечить загальній енергетичній стратегії ЄС.

Сектор відновлюваної енергетики значно постраждав від пандемії COVID-19, поширення якої стало передумовою розвитку енергетичної кризи Європи. Різке падіння економічної активності призвело до значних затримок у постачанні відновлюваної енергії на національні та регіональні ринки, а відсутність доступного ринкового фінансування та державних стимулів для інвестицій у відновлювану енергетику, викликала серйозне занепокоєння у виробників альтернативної енергії. Ізоляція та карантинні обмеження, спричинені пандемією, призвели до зниження світового попиту на енергію та суттєво призупинили загальну тенденцію збільшення інвестицій у сектор відновлюваної енергетики. Також стало дуже проблематично транспортувати енергію генеровану відновлювальними джерелами у віддалені регіони.

Зокрема, раптова зупинка виробництва також призвела до серйозних збоїв у глобальному ланцюжку постачання відновлюваної енергії. Закриття декількох великих заводів вітрових турбін є яскравим прикладом впливу пандемії на галузь відновлюваної енергетики. Подібний негативний вплив спостерігався в сонячній галузі, де попит впав на 28% у 2020 році через зниження загального споживання енергії під час карантинних обмежень [141].

Швидке зростання цін на енергоносії посилило інфляційний тиск, негативно вплинувши на криву економічного відновлення після COVID-19. Інфляція в енергетичному секторі значно зросла, та вплинула на рівень споживчих цін у країнах ЄС, внаслідок чого виникло суспільне незадоволення поточною енергетичною ситуацією. Ціни на

природний газ на європейському спотовому ринку у вересні 2021 року в 6,5 разів перевищили рівень цін 2019 року [152] (рис. 4.6).

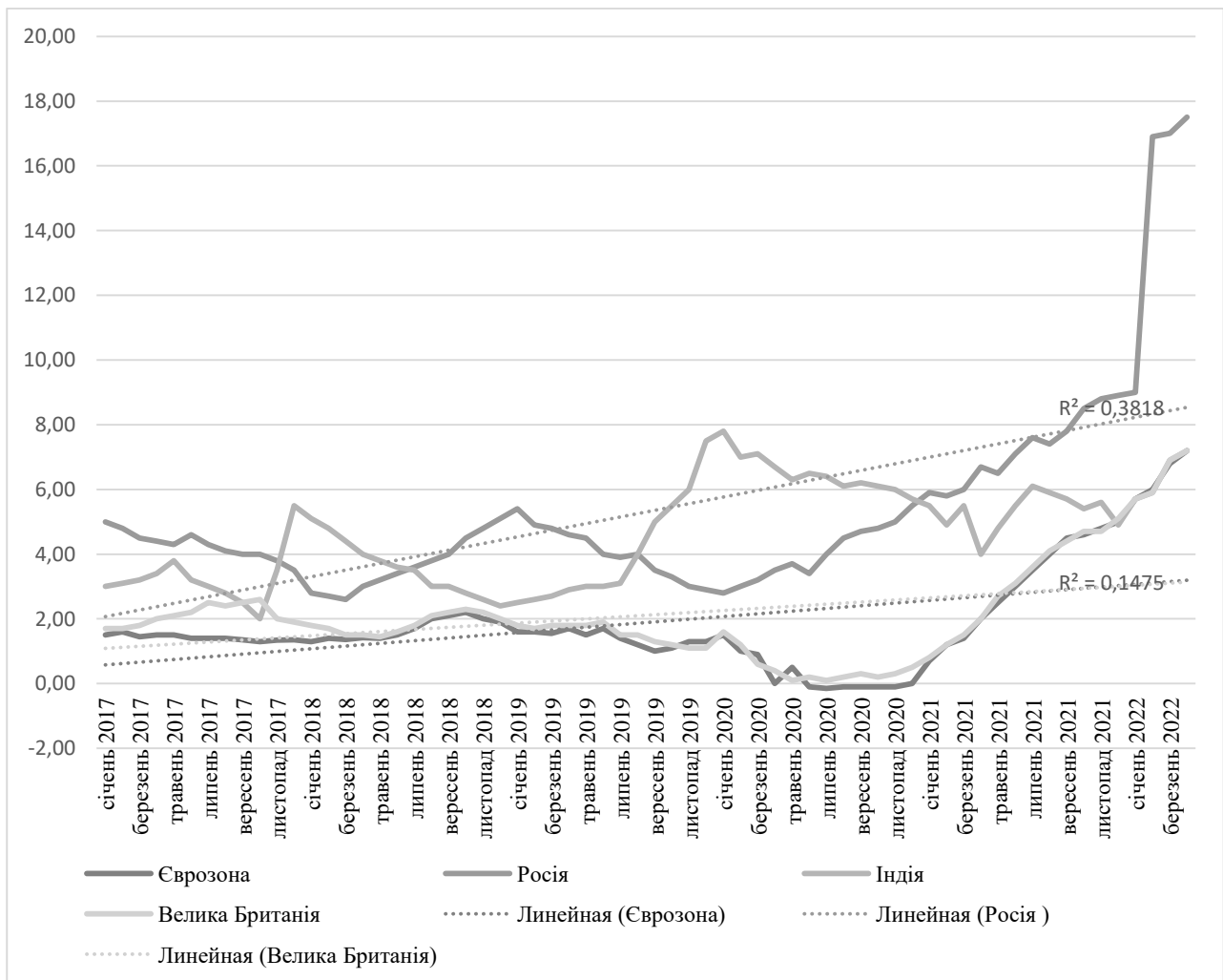


Рис. 4.6. Інфляція у % по відношенню до попереднього року

Джерело: адаптовано автором [136]

Власне, залежність інфляції від ситуації на ринку енергетики є високою та, фактично, миттєвою. На рис. 4.6 видно, що найбільший рівень інфляції в Росії, при відсутності раціональної макроекономічної політики, збільшення санкційних списків та обмежень, російська економіка зазнає значної спадної тенденції, яка буде супроводжуватися зростанням безробіття, зниженням ділової активності, зростання дефіциту бюджету, а, отже, продажу за низькими цінами викопних ресурсів тим країнами, які ще підтримують з нею торгівельні зв'язки, наприклад з Індією, якій за рахунок збільшення експорту відносно дешевих російських енергоресурсів, як описано у розділі 3, вдалося

підтримати економіку країни та стабілізувати рівень інфляції, що через пандемію COVID-19 стрімко зріс.

Не зважаючи на зростання рівня інфляції в країнах Євро зони та Великій Британії, R^2 лінії тренду є низьким, тобто, тенденцію не підтверджено, що буде зберігатися у майбутньому, тому усунення браку енергетичних ресурсів на континентальному ринку та провадження стабілізаційної макроекономічної політики в країнах Європи може зупинити зростання цін та рівня безробіття.

Тому, через вторгнення Росії в Україну, ситуація на усіх ринках енергоресурсів значно загострилася та потребує прийняття важливих та швидких рішень. Інфляційні процеси внаслідок війни продовжують надмірну зростаючу тенденцію, цим самим загострюючи питання, пов'язане з виходом та подолання наслідків енергетичної кризи шляхом диверсифікації енергоресурсів та широкого впровадження альтернативної енергетики.

Росія, безсумнівно, є одним із ключових гравців світового енергетичного ринку поряд із країнами ОПЕК на чолі з Саудівською Аравією та США. Вторгнення в Україну ще більше довело та підкреслило сильну залежність Європи від російського газу, тому диверсифікація ланцюгів постачання енергії має вирішальне значення для енергетичної безпеки та стабільності функціонування енергетичної системи [153].

Оскільки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) недостатньо для задоволення попиту, головне політичне питання, яке зараз стоїть перед Європою, полягає в тому, щоб усі громадяни мали доступ до достатньої кількості енергії за доступними цінами. Необхідно забезпечити безперебійне постачання енергії за найдоступнішими цінами для всіх споживачів, особливо для найбільш незахищених верств суспільства. Це передбачає запобігання спекулятивному тиску на європейському та національному рівнях через узгоджену політику пошуку балансу між цінами на газ та електроенергію.

З середини 2021 року світові ціни на енергоносії неухильно зростають, а поступове відновлення допандемійного рівня попиту створило величезний тиск на енергетичний ринок. Ця динаміка особливо помітна в Європі, де вторгнення Росії в Україну суттєво поси-

лило тиск на європейські енергетичні ринки: з 23 лютого, за день до початку конфлікту, до 27 вересня оптові ціни на газ і електроенергію в Європі зросли на 109% і 138%, відповідно. З ескалацією війни цінова напруга поширилася зі спотового ринку на всю поточну структуру ф'ючерсних цін на енергоносії, що свідчить про те, що ціни на енергоносії залишатимуться високими протягом тривалого часу [154; 155].

У 2020 році на Росію припадало близько 29% імпорту сирової нафти в ЄС і близько 43% імпорту природного газу, хоча залежність від російських енергоресурсів сильно відрізняється в країнах-членах, слід зауважити, що найбільше залежать від Центральної та Східної Європи, Німеччини та Італії, вона впливає на економічну ситуацію в усіх країнах Союзу.

Ціни на енергоносії в ЄС досягнуть рекордних значень у 2022 році. Впровадження обмеження імпорту з Росії ресурсів та одностороннє рішення припинити постачання газу до деяких країн-членів ЄС, підштовхнули ціни на газ вгору, що призвело до рекордно високих цін на електроенергію в ЄС.

Перший значний стрибок цін відбувся в першому кварталі 2022 року, проте спекотне літо у південній Європі в 2022 року спричинило додатковий тиск на енергетичні ринки, як стимулюючи збільшення попиту на енергію охолодження, так паралельне зменшення поставок енергії генерованої гідроенергостанціями через посухи ще більше загострило поточну енергетичну ситуацію.

Проте, неоднорідність кліматичних умов країн СЄ створює складну енергетичну систему протягом усього року, так, того ж 2022 року у Франції був холодний рік, тому споживання енергії на опалення перевищило на 20% середньо річний показник. Частка енергії, яка припадає на опалення приміщень у енергоспоживанні Франції є однією з найвищих у Європі, поступаючись лише північним країнам Швеції та Фінляндії.

Енергетична криза Європи, яка почалася до російсько-української війни, призвела до зростання оптових цін на електроенергію ще в 2021 році, коли на протязі декількох місяців підвищилися з середнього рівня приблизно на позначці 180 євро у травні за МВт-год до піку в понад 400 євро за МВт-год у серпні. Оптові ціни зазвичай не

мають швидко впливу на рівень споживання, оскільки лаг реакції зумовлений трьома основними причинами.

По-перше, вартість електроенергії є лише однією з багатьох складових кінцевого енергоспоживання.

По-друге, більшість країн ЄС надали державну підтримку споживачам електроенергії, включаючи енергоємні галузі, підприємства та домогосподарства, за допомогою різних фінансових та нефінансових заходів.

І по-третє, існує певний часовий період між зростанням оптових цін на електроенергію та зростанням цін для кінцевих домогосподарств і споживачів. У той час, як залежність від короткострокової динаміки цін різниться в різних секторах і країнах, більшість споживачів мають обмежений прямий вплив на спотові ринки та підпадають під довгострокові тарифи, які коригуються через певний період часу. Зростання оптових цін у 2022 році призвело до того, що вартість електроенергії для споживачів суттєво зросла до кінця року (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Показники приросту зростання цін на електроенергію для споживачів домогосподарств країн ЄС за два півріччя 2022 року
(на основі базового показника другого півріччя 2021 р.)

Країни та регіони	Приріст ціни на електроенергію для споживачів домогосподарств країн ЄС за перше півріччя 2022 р.	Приріст ціни на електроенергію для споживачів домогосподарств країн ЄС за друге півріччя 2022 р.
1	2	3
ЄС	27,66%	58,48%
Єврозона	34,41%	58,27%
Бельгія	30,12%	88,14%
Болгарія	0,22%	5,17%
Чехія	54,41%	140,65%
Данія	59,66%	144,85%
Німеччина	18,98%	46,18%
Естонія	6,50%	39,65%
Ірландія	11,28%	57,98%
Греція	85,77%	186,90%
Іспанія	37,33%	57,93%
Франція	15,49%	27,06%
Хорватія	3,72%	14,48%

1	2	3
Італія	51,76%	81,36%
Кіпр	16,68%	75,81%
Латвія	26,89%	74,61%
Литва	7,40%	78,88%
Люксембург	13,96%	15,53%
Угорщина	-5,45%	8,11%
Мальта	-1,53%	-3,15%
Нідерланди	46,48%	114,13%
Австрія	9,05%	44,34%
Польща	3,40%	13,61%
Португалія	45,02%	69,42%
Румунія	52,44%	129,91%
Словенія	-13,67%	29,37%
Словаччина	21,76%	28,92%
Фінляндія	6,04%	97,70%

Джерело: розраховано автором на основі [156]

У другій половині 2022 року багато енергоємних галузей промисловості, як-от хімічна промисловість, виробництво алюмінію та сталі, ще більше скоротили виробництво [155].

Значна залежність економіки ЄС від імпортного газу, зокрема, скрапленого, поставила питання щодо переходу на повністю відновлювальну енергетику у площину доповнення та доопрацювання регуляторних механізмів та залучення додаткового фінансування в енергетичний сектор. Внаслідок заяви Єврокомісії щодо необхідності зменшення споживання електроенергії усіма споживачами енергії, попит на електрику в 2022 році впав більше, ніж на 8% по відношенню до попереднього року, та був нижчим від попиту на електроенергію під час поширення пандемії у 2019-2020 роках [157].

Природний газ спочатку розглядався як основне паливо на період переходу до альтернативної енергетики, хоча ЄС уже зробив важливі кроки до чистої енергії завдяки Європейській зеленій угоді, яка вимагає від блоку скоротити викиди принаймні на 55% до 2030 року, проте, як зазначалося, залежність від викопного палива є суттєвою. Втручання Росії в Україну поставило цю стратегію під сумнів, оскільки ціни на газ продовжують стрімко зростати, соціальні настрої погіршувалися, а економіка не може швидко відновлюватися та повністю подолати наслідки пандемії COVID-19.

У березні 2022 року ЄС заявив, що скоротить свою залежність від російського газу на дві третини поточного року і повністю припинить її до 2030 року. З цією метою він розробив проект REPowerEU, ініціативу вартістю 210 мільярдів євро для прискорення зелених транзакцій та швидкого енергетичного переходу [158].

План передбачає, що до 2030 року на відновлювані джерела енергії припадатиме 45% енергетичних потреб ЄС – порівняно з приблизно 22% у 2020 році. Це означало б прискорення процесу затвердження вітрових і сонячних електростанцій і вимогу встановлення сонячних панелей на всіх комерційних будівлях до 2026 року та житлових будинках до 2029 року [158; 159].

Європейський Союз вжив ряд заходів для стимулювання розвитку альтернативних джерел енергії, таких як:

- *Прискорення видачі дозволів на електростанції з відновлюваної енергетики, що стало суттєвим стимулом для генерування енергії з відновлюваних джерел на мікро рівні.*

Члени Європейського парламенту закликали пришвидшити ліцензування нових або модернізованих електростанцій, які використовують відновлювані джерела енергії, зокрема, сонячні панелі та вітряні млини, які є ключовими альтернативними джерелами енергії не лише в країнах ЄС, а й усього європейського континенту.

- *Стимулювання впровадження та використання водню в паливно-енергетичному комплексі Європейського Союзу.*

Використання водню, як джерела енергії, суттєво допомагає декарбонізувати промисловість та скоротити видики вуглекислого газу в атмосферу, оскільки при його використанні не виділяються парникові гази. За попередніми прогнозами, до 2050 року водень міг би забезпечувати 20-50% енергетичних потреб транспорту ЄС і 5-20% промислових енергетичних потреб.

Також, перевагою використання водню є можливість створення децентралізованого виробництва електроенергії, що зменшує інвестиційні ризики та дає можливість відносно легко увійти в ринок.

Значну перевагу водень створює в транспортному секторі для вантажівок, автобусів, кораблів, поїздів, основними недоліками традиційних джерел, де є низька щільність енергії, висока початкова

вартість і повільна зарядка акумулятора. Паливні елементи також потребують значно менше сировини, порівняно з двигунами внутрішнього згоряння, оскільки на транспортний сектор припадає приблизно одна третина викидів CO₂ в країнах ЄС, а його декарбонізація є головним елементом енергетичного переходу [160].

Потенційно перспективним є формування водневих енергетичних систем у форматі водневих кластерів, власне, така модель може бути реалізована в країнах ЄС [161].

- *Активний розвиток морської відновлюваної енергії.*

На даний момент вітрова енергія є єдиним альтернативним джерелом енергії, яка використовується в комерційних масштабах, але ЄС розглядає інші потенційні джерела, такі як енергія припливів і хвиль, плавучі сонячні електростанції та водорості для виробництва біопалива, як можливість задоволення усього попиту на енергоресурс та енергію з боку промисловості.

Європейська комісія представила стратегію ЄС щодо значного збільшення виробництва електроенергії з морських відновлюваних джерел. Встановлена потужність тільки морських вітрових електростанцій зростає з 12 ГВт, що зафіксовано станом на сьогодні, до рівня 300 ГВт в 2050 року.

Власне, генерування енергії з моря дасть змогу продукувати різні енергоресурси для формування цілісної енергосистеми без потенційного дефіциту у будь-якому сегменті паливно-енергетичного комплексу ЄС. Україні також варто активно співпрацювати з країнами Союзу щодо розробки та використання енергії моря для задоволення внутрішнього енергетичного попиту, але ставити реальні цілі та реалізовувати їх, а не брати на себе лише зобов'язання.

- *Вибір альтернативних видів палива.*

У жовтні 2022 року Європейський парламент прийняв позицію щодо правил необхідної інфраструктури, щоб зробити зарядні та заправні станції більш доступними по всій Європі. Депутати Європарламенту хочуть мати принаймні одну зарядну станцію кожні 60 кілометрів уздовж головних доріг ЄС і кожні 60 кілометрів для вантажівок і автобусів до 2026 року [162].

- *Фінансування інфраструктури зеленої енергетики.*

ЄС переглядає правила фінансування проектів транскордонної енергетичної інфраструктури для досягнення кліматичних цілей. Нові правила спрямовані на поступове припинення фінансування газових проектів ЄС і перерозподіл коштів на водневу інфраструктуру та уловлювання і зберігання вуглецю.

- *Забезпечення справедливих ринкових умов для всіх суб'єктів енергоринку.*

Щоб підтримати вразливі домогосподарства та малий бізнес під час енергетичного переходу, ЄС хоче створити фонд соціального клімату з бюджетом, який оцінюється в 16,4 мільярда євро до 2027 року та, можливо, у 72 мільярди євро до 2032 року. Фонд включатиме програми стимулювання переходу на відновлювані джерела енергії та модернізацію існуючих технологій альтернативної енергетики, а також заходи щодо зниження податків і зборів на енергію, узгодженого та екологічно лояльного спільного використання автомобілів і розвитку ринку вживаних електромобілів з метою повної відмови від транспорту з двигуном внутрішнього згоряння найближчим часом [163].

В реальних умовах країни ЄС мають єдиний раціональний шлях виходу з енергетичної кризи – це пришвидшення процесу переходу на альтернативну енергетику та створення незалежної замкнутої енергетичної системи, і це цілком реально, оскільки зумовлено вже не лише політичними амбіціями та стурбованістю щодо кліматичних умов і глобального потепління, а й загрозою національної безпеки та економічним станом для усіх країн Союзу. Війна в Україні показала ненадійність, підступність та непрогнозованість Росії, як партнера. Зростання цін на викопні енергоресурси підкреслило окрім забезпечення стабільності, економічні вигоди від широко використання альтернативних джерел, але це об'єктивно потребує колосального залучення державних та приватних коштів.

У 2022 році дев'ять країн-членів ЄС виробляли більше половини спожитої електроенергії з відновлюваних джерел. Це та сама кількість країн, що й у 2021 році, але багато з них суттєво збільшили виробництво енергії альтернативними шляхами. Лідирує Люксембург, де у 2022 році відновлювані джерела енергії згенерували 86% спожитої в країні електроенергії.

З усіх країн-членів ЄС у Литві спостерігалось найбільше зростання: частка виробництва електроенергії з відновлюваних джерел в країні зростає з 63% до 75%. До 2050 року Литва поставила перед собою мету – 100% відновлюваної електроенергії. Зростання відновлюваних джерел енергії в країні вражає: у 2015 році лише 42% становила частка генерації енергії з альтернативних джерел, у 2018 році країна досягнула рекордного показника на рівні 80%. Країни Балтії мають величезний потенціал вітрової енергії, яка може стати ключовим фактором енергетичної безпеки ЄС (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Частка енергії генерованої з ВДЕ у загальному споживанні електроенергії в країнах, які є лідерами в розвитку альтернативної енергетики ЄС у 2021 та 2022 рр.

Країна	Частка генерованої енергії ВДЕ в енергоспоживанні у 2021 р.	Частка генерованої енергії ВДЕ в енергоспоживанні у 2022 р.
Люксембург	80,5%	85,7%
Данія	79%	84%
Австрія	78,8%	73,6%
Литва	62,8%	73,8%
Латвія	63,6%	72,1%
Швеція	67,4%	68,4%
Хорватія	69,6%	63,3%
Португалія	63,8%	59,8%
Фінляндія	52,9%	54,6%

Джерело: адаптовано автором на основі [157]

Варто зосередитися на аналізі цін на електроенергію в країнах лідерах альтернативної енергетики, тобто Люксембургу та Данії. Як зображено на рис. 4.7, Данія входить в п'ятірку країн з найвищими цінами на електроенергію, Люксембург в групу середніх цін. Це свідчить про достатньо високу ціну на генерацію енергії відновлювальними джерелами, звичайно, що тут не врахований ряд факторів, такі як рівень оподаткування, соціально-економічний розвиток країни, доступність до енергомереж, витрати пов'язані з їх експлуатацією тощо, проте, технологічно, експлуатація кліматичних умов станом на сьогодні є фінансомісткою.

Країни, які попри російсько-українську війну, лояльно ставляться до Росії та несуттєво зменшують з неї імпорт викопного палива, є лідерами у групі найнижчих цін на електроенергію (рис. 4.7), це Болгарія, Угорщина, Хорватія. Проте така політика несе у майбутньому ряд політичних та економічних загроз. Перші пов'язані із загрозою проникнення проросійських політичних настроїв у середину країни, другі – з відставанням у розвитку технологій альтернативної енергетики від інших країн-членів ЄС та, при скачку цін на викопні енергоресурси, їхні економіки стануть неконкурентоспроможними.

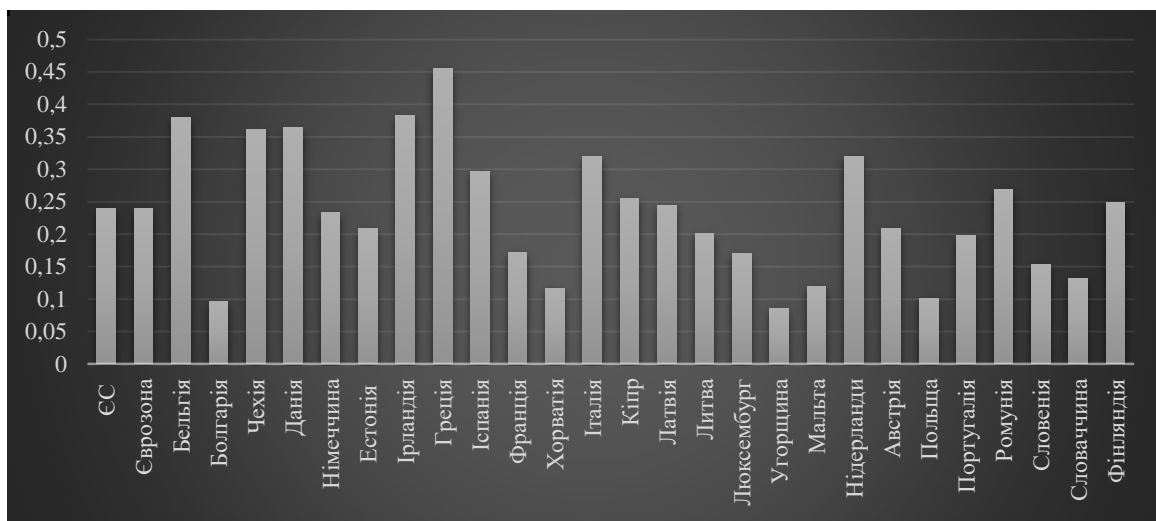


Рис. 4.7. Рівень цін на електроенергію в країнах-членах ЄС за друге півріччя 2022 року, євро/кВт

Джерело: складено автором на основі [156]

Тому, узагальнюючи, слід зробити висновок, що енергетична криза в Європі пришвидшила перехід до вуглицево-нейтральної економіки, а ряд відновлювальних енергоресурсів за майбутніх декілька років стане більш диверсифікований, розвиваючи морську енергію, енергію водню, різновиди біопалива тощо.

Європейський Союз, один із регіонів, який найбільше постраждав від зростання цін на нафту та газ через його сильну залежність від російського імпорту, зіткнувся з переломним моментом у своїй енергетичній політиці та акумулював усі сили для розвитку альтернативної енергетики.

Після економічного спаду, спричиненого пандемією у 2020 році, відновлення світового енергоспоживання було передчасно припинено

вторгненням Росії в Україну на початку 2022 року, що спричинило паніку на світових енергетичних ринках, посиливши інфляційний тиск і сповільнивши економічне зростання. Напруженість на ринках почалася не з вторгненням Росії в Україну, але значно загострилася з початком війни. Це призвело до непостійного та різкого зростання цін на енергоносії, особливо на природний газ на європейських ринках, із загрозою подальших перебоїв у постачанні.

Однак ми бачили успіх політики, яка заохочує швидше впровадження чистої енергії. Крім того, лідери ЄС активно займаються проблемою відмови від постачання російських енергоресурсів, шукаючи альтернативних постачальників [153].

4.4. Потенційні моделі трансформації світового енергоринку до 2050 року (регіональний та глобальний підходи)

Збільшення використання відновлюваної енергії в поєднанні з інтенсивною електрифікацією, може мати вирішальне значення для досягнення головних кліматичних цілей світу до 2050 року. Передбачуваний енергетичний перехід також зменшить чисті витрати та забезпечить значні соціально-економічні переваги, такі як посилене економічне зростання, формування нових промислових галузей, створення робочих місць і загальне підвищення добробуту та умов життя для населення планети.

Глобальний енергетичний перехід розширює шляхи технологічного розвитку та політичні наслідки для сталого енергетичного майбутнього. Збільшення електроенергії до більш ніж половини світового енергетичного балансу, в поєднанні з відновлюваною енергією, зменшить використання викопного палива, яке є основною причиною викидів парникових газів.

Для досягнення цілей сталого розвитку необхідно значно прискорити трансформацію глобальної енергетичної системи. Мета полягає в тому, щоб утримати підвищення глобальної середньої температури нижче 2 градусів за Цельсієм (2°C), в ідеалі обмежити до рівня 1,5°C протягом цього століття порівняно з доіндустріальним рівнем [29; 164; 165].

Незважаючи на явні докази зміни клімату, спричиненої діяльністю людини, і зростання кількості чистих, доступних і стійких джерел енергії, пов'язані з енергією викиди вуглекислого газу (CO₂) зросли в середньому на 1,3% на рік за останні п'ять років. Розрив між фактичними викидами та скороченнями, необхідними для досягнення погоджених на міжнародному рівні кліматичних цілей, збільшується.

За останні кілька років енергетична галузь почала змінюватися. Технології відновлюваної енергетики домінують на світовому ринку нових потужностей для виробництва електроенергії, електрифікація транспорту демонструє перші ознаки руйнівного прискорення, а ключові технології, такі як батареї, швидко знижують виробничі витрати підприємств та поточні побутові витрати домогосподарств. Незважаючи на ці позитивні зміни, впровадження рішень у сфері відновлюваної енергетики в енергоспоживаючих секторах (особливо в будівлях і промисловості) залишається значно нижчим від необхідного рівня, а прогрес у сфері енергоефективності відстає від поставлених амбітних цілей. Структурні зміни також відіграють важливу роль у досягненні глобальних кліматичних цілей, забезпечуючи необхідні високі рівні енергоефективності. Зміни передбачають зміну видів транспорту (від особистого легкового транспорту до спільної мобільності та громадського транспорту, які працюють або на електроенергії, або на альтернативних ресурсах, таких як біопаливо, водень тощо).

У монографії розроблено теоретичні моделі глобального та регіонального переходів на вуглецево-нейтральну економіку, проте, європейська регіональна модель виокремлена в силу загального вищого ступеня розвитку країн Європи, відсутності значної нерівномірності в економічному та соціально-економічному розвитку та певні прориви у розвитку альтернативної енергетики.

Європейська модель переходу потребує глибокого аналізу та формування площини конкретних питань, вирішення яких стимулювало б процес переходу. Тому, в *табл. 4.4*, розглянуті середні показники історичного розвитку ринку енергетики протягом 2011-2021 рр., які загалом описують сучасний стан ринку альтернативної енергетики в країнах Європи. В дану таблицю, окрім країн-членів ЄС, включено Ісландію, Норвегію та Україну.

Таблиця 4.4

Виробництво і споживання електроенергії в досліджуваних країнах в середньому за 2011-2021 роки

Країна	Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел, за винятком гідроелектростанцій (% від загального обсягу)	Імпорт енергії (% від споживання енергії)	Споживання енергії з викопного палива (% від загального обсягу)
<i>Австрія</i>	8,85	66,37	71,95
<i>Бельгія</i>	6,83	75,35	73,42
<i>Болгарія</i>	1,87	43,17	73,26
<i>Хорватія</i>	2,06	49,18	76,19
<i>Кіпр</i>	2,34	96,67	96,06
<i>Чеська Республіка</i>	3,55	26,58	81,46
<i>Данія</i>	32,64	-29,78	79,26
<i>Естонія</i>	4,96	17,98	24,30
<i>Фінляндія</i>	14,41	51,59	48,01
<i>Франція</i>	2,46	47,75	50,51
<i>Німеччина</i>	12,47	60,32	81,20
<i>Греція</i>	6,14	64,58	91,25
<i>Угорщина</i>	5,18	58,12	76,32
<i>Ісландія</i>	24,25	16,19	16,17
<i>Ірландія</i>	10,64	87,73	89,48
<i>Італія</i>	9,50	81,17	86,11
<i>Латвія</i>	4,49	56,23	62,53
<i>Литва</i>	8,61	60,04	62,37
<i>Люксембург</i>	7,22	97,26	87,45
<i>Мальта</i>	0,95	99,59	99,53
<i>Нідерланди</i>	8,32	20,64	92,89
<i>Норвегія</i>	0,98	-652,01	58,10
<i>Польща</i>	4,46	22,64	93,70
<i>Португалія</i>	17,02	80,01	78,92
<i>Румунія</i>	2,96	24,02	80,60
<i>Словацька Республіка</i>	2,73	63,48	69,62
<i>Словенія</i>	1,60	50,10	66,99
<i>Іспанія</i>	14,37	74,84	78,61
<i>Швеція</i>	8,79	32,63	32,81
<i>Україна</i>	0,25	37,25	81,17

Джерело: розраховано автором на основі додатку Б та [179]

Приклад ефективного впровадження альтернативної енергетики в національний паливно-енергетичний комплекс Ісландії автором вже було досліджено, фактично, країна здатна майже повністю задовільнити загальний внутрішній попит на енергію генеровану з відновлювальних джерел, а електроенергією повністю [115; 166].

Уряд Фінляндії розробив та ефективно впроваджує додаткові стимули для компаній з метою підвищення енергоефективності: субсидії на придбання нових технологій або модернізацію існуючих, податкові пільги тощо. Усі фінські підприємства включені в систему утилізації відходів. Імплементатії політики енергоефективності та екологічності зробили Фінляндію одним із лідерів у виробництві та експорті чистих технологій і проривних інноваційних рішень у альтернативній енергетиці.

На європейському рівні національна політика енергоефективності Норвегії є репрезентативною, яка базується на підвищенні гнучкості процесів енергопостачання, зменшенні прямої залежності від електроенергії для опалення та збільшенні частки відновлюваної енергії в загальній структурі споживання країни. Норвегія відкрила ринок електроенергії, на якому були задекларовані основні принципи енергоефективності – високі ціни на електроенергію, що відображають її реальну вартість, можуть зробити інвестиції в сектор енергоефективності прибутковими, а низькі ціни – унеможливають більшість схем у цьому секторі та спроможні рухати ринок енергетики в бік раціонального споживання [167]. Власне, така енергетична політика дала можливість під час кризи зберігати стабільність цін на електроенергетику і лише на 5% перевищувати ціну від середньостатистичного показника по країнах Європи, при тому факті, що більше десяти країн ЄС мали вищі ціни [156].

Уряд Норвегії приділяє особливу увагу ефективності енергоємних виробництв, зниженню споживання електроенергії на опалення, розвитку відновлюваної енергетики та захисту навколишнього середовища. Для досягнення бажаних цілей Королівське міністерство нафти та енергетики Норвегії заснувало Enova SF (ENOVA SF), основною метою якого є мотивація учасників ринку на основі впровадження фінансових інструментів з метою генерації енергії екологічно чистими

шляхами. Це був один із найраціональніших методів імплементації вуглецево-нейтральної економіки. Об'єднання спільної регуляторної політики енергетичного сектору, в основі якої покладено гнучкість системи, стимулювання зростання енергоефективності шляхом схилання учасників ринку до приймання раціональних рішень щодо інвестування в екологічні економічно вигідні та енергетично стабільні проекти [167; 168]. Така стратегія розвитку енергетики була прийнятий країною ще в 2015 році, коли більшість країн ЄС майже на 80% були залежними від викопних енергоресурсів [169]. Тому Фінляндія є одним з прикладів досягнення результату внаслідок синергії державної системи, приватних юридичних осіб та усвідомлених домогосподарств. Після вторгнення Росії в Україну, норвезькі інвестори готові вливати кошти в альтернативну енергетику України, тоді як останні п'ять років інвестиційна активність норвежців на українському ринку значно скоротилася через розчарування щодо прозорості ринку, корупції, постійні юридичні зміни в енергетичному законодавстві в області відновлювальних джерел енергії, які часто мали негативний вплив на стимулювання розвитку ВДЕ на території України [170].

Тому Україна має вагомий шанс на реалізацію стратегії енергетичної безпеки та незалежності через імплементацію європейських енергетичних Деривативів, створення сприятливого інвестиційного клімату та ефективних механізм регулювання функціонування ринку енергетики через впровадження незалежної платформи чи біржі, де постійно здійснюватиметься торгівля енергоресурсами та енергією.

Пріоритетним станом на сьогодні є Західна частина України, яка має потенціал в розвитку відновлювальної енергії, зокрема у вітровій та сонячній [171].

Енергоефективність є запорукою швидкого розвитку та стабільного функціонування ринку енергетики, Україна прийняла ряд законопроектів щодо підвищення національного рівня енергоефективності. Закон України «Про енергетичну ефективність», що набув чинності в 2022 році, запроваджує нову систему та правила щодо широкого використання енергоощадних технологій для суб'єктів господарювання [172]. Політика енергоефективності України передбачає впровадження ряду важливих дій пов'язаних з:

- впровадженням систем енергетичного менеджменту та аудиту;
- розвитком місцевого енергетичного планування;
- забезпеченням сталого підвищення енергоефективності кінцевого споживання енергії з встановленням цільового показника щорічного скорочення споживання енергії;
- запровадженням національної системи моніторингу енергоефективності;
- розвитком додатково сервісу енергетичного сектору;
- розробкою державних цільових програм підтримки енергоефективності у різних секторах та різних рівнях [172-175].

Згідно з даними *табл. 4.4*, середній рівень задоволення попиту в обраних країнах Європи на енергії генерованої з відновлюваних джерел за досліджуваний період складає 28%, що свідчить про можливість Європи першочергово перейти на вуглецево-нейтральну економіку серед інших регіонів світу.

Тому ефективність енергетичного переходу європейського континенту залежить від імплементації та реалізації вже розробленої енергетичної стратегії розвитку і законодавчої бази, потрібно лише загально усвідомлену позицію європейців щодо важливості трансформації енергосистеми та не відворотності зростання цін на енергію під час перехідного етапу (*рис. 4.8*).

Інвестиції в інфраструктуру мають бути зосереджені на низьковуглецевих, стійких і довгострокових рішеннях, включаючи електрифікацію та децентралізацію. Потрібні інвестиції в розумні енергетичні системи для міст, електромережі, зарядну інфраструктуру, зберігання енергії, водень, централізоване опалення та охолодження.

Практика циклічної економіки може призвести до позитивного та легко досяжного скорочення попиту на енергію та викидів. Повторне використання, переробка та скорочення води, металів, ресурсів, відходів і сировини, в цілому мають бути значно збільшеними. Зміна способу життя та переорієнтація споживчої та побутової культури, може сприяти посиленню скорочення викидів, рівень якого станом на сьогодні є недосяжним. Частка відновлюваних джерел енергії в первинному енергопостачанні зростає з менш ніж однієї шостої сьогодні, до майже двох третин у 2050 році при ефективному глобаль-

ному переході. Енергоефективність має бути суттєво покращена; швидкість підвищення енергоємності зростає до 3,2% на рік, у порівнянні з сучасним середнім рівнем близько 2,0% на рік [31; 71; 177].

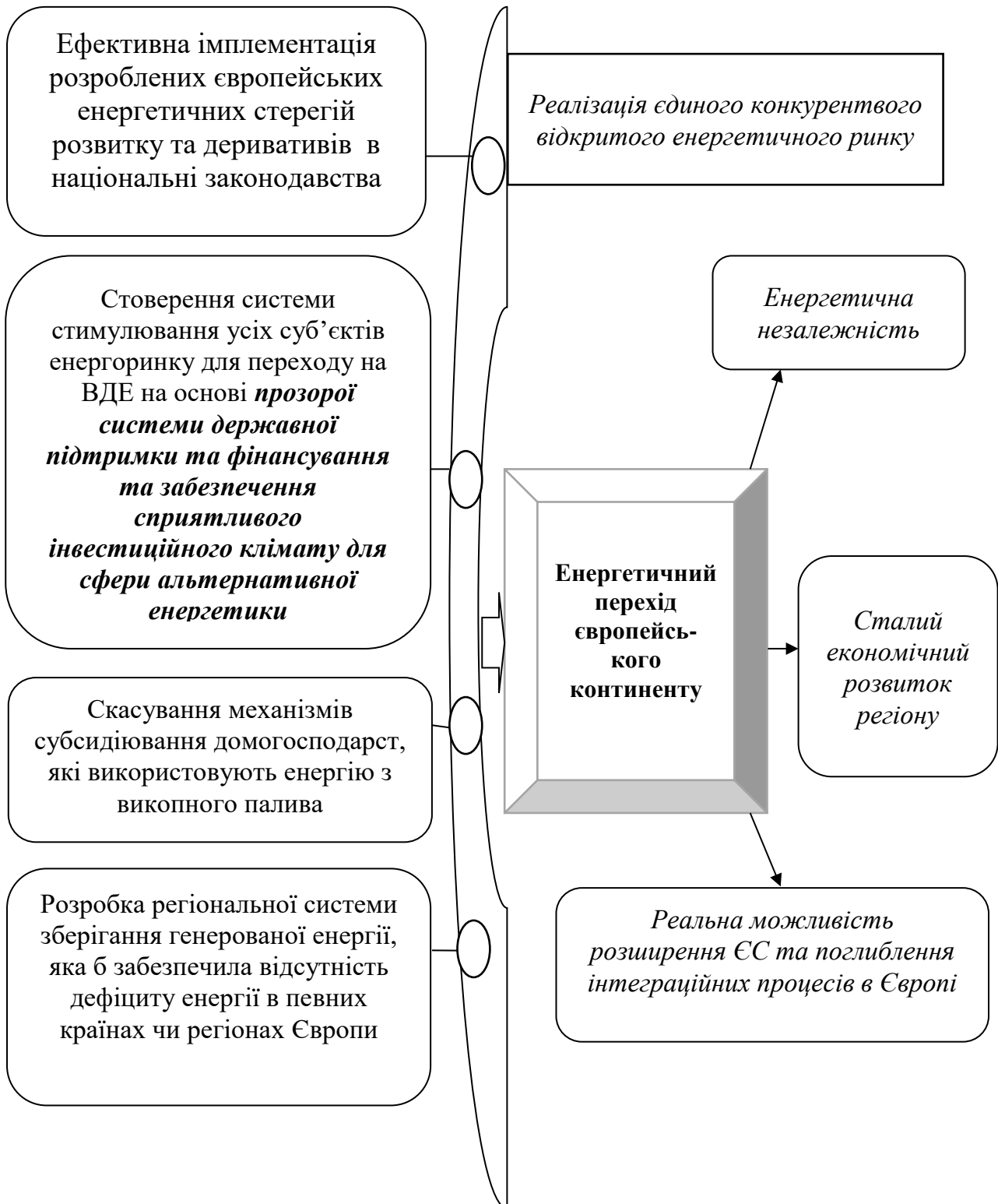


Рис. 4.8. Європейська модель переходу енергосистеми на альтернативні джерела енергії

Джерело: власна розробка автора

Електроенергія поступово стане основним енергоносієм, зростаючи з 20% кінцевого споживання до майже 50% до 2050 року, тоді як відновлювана енергія зможе економічно задовольнити більшу частину світового попиту на електроенергію (86%). В результаті, загальне споживання електроенергії збільшиться більш ніж удвічі. Перехід до все більш електрифікованих видів транспорту та опалення в поєднанні зі збільшенням виробництва енергії з відновлюваних джерел, може забезпечити близько 60% електроенергії, а також, значно скоротити викиди CO₂, що є необхідним для збереження кліматичних умов придатних для життя. Коли ці заходи поєднуються з прямим використанням відновлюваної енергії, частка скорочень викидів від цих комбінованих джерел становить 75% від загального попиту [12; 14; 79; 178].

Розвиток біоенергетики відіграватиме важливу роль у процесі скорочення шкідливих викидів, особливо у таких галузях, які важко електрифікувати, наприклад, судноплавство, авіація та деякі промислові виробничі процеси. Щоб задовольнити цей попит, споживання біопалива має мати постійно зростаючу тенденцію розвитку та залучення інвестицій. Необхідно також докласти зусиль для скорочення викидів парникових газів, не пов'язаних із CO₂, і неенергетичного використання викидів (особливо для виробництва енергії з відходів, біоенергетики та водневої сировини); скорочення викидів від промислових процесів; а також скорочення неконтрольованих викидів від вугілля, нафти, і газової промисловості. Крім енергетичного сектору, викиди від сільського та лісового господарства також вимагають зусиль для зменшення парникових газів та збереження кліматичних умов планети.

Глобальний енергетичний перехід, окрім вирішення кліматичної проблеми та питання національної безпеки певних країн світу, має важливий економічний сенс в майбутньому, але для його реалізації потрібне значне фінансування. Відповідно до поточної та запланованої політики, до 2050 року інвестиції у світовий енергетичний сектор сягнуть 95 трильйонів доларів. Перехід до декарбонізованої глобальної енергетичної системи вимагатиме подальшого збільшення інвестицій в енергетичний сектор на 16% (додаткові 15 трильйонів доларів

США до 2050 р.) Загальні інвестиції в енергетичну систему досягнуть 110 трильйонів доларів США, що становитиме у середньому 2% від глобального ВВП.

Тип інвестицій буде змінюватися, оскільки портфелі переходять від галузей викопного палива до відновлюваних джерел енергії, створення проєктів енергоефективності, розвитку інфраструктури та удосконалення розподільчих мереж.

Важливо відзначити, що необхідні додаткові інвестиції на 40% нижчі, ніж оцінювалося раніше, в основному через швидке зниження вартості електроенергії з відновлюваних джерел та потенціал для подальшого скорочення витрат, а також появу дедалі дешевших рішень електрифікації, та пришвидшення енергетичного переходу зумовлене поширенням COVID-19. Тим не менш, незважаючи на зростаючий попит та плани екологічного стимулювання відновлювальних джерел енергії, у більше, ніж у половині країн, які приєдналися до глобальної енергетичної стратегії, досі переважають інвестиції в розвиток традиційної енергетики. Якщо модель відновлення високого енергоспоживання та високих викидів продовжуватиметься в період після пандемії, це призведе до затримки глобального енергетичного переходу та нівелює досягнення сталого розвитку за останні роки [179-181].

Проте, є потенційна ймовірність, що, власне, технологічний процес, адаптація енергетичних систем до нових викликів та посилення електрифікації зменшить рівень необхідних інвестицій в енергетичних сектор по відношення до сучасних інвестиційних оцінок.

Загалом, економія від скасування субсидій та зниження рівня шкоди навколишньому середовищу і здоров'ю населення приблизно в три-сім разів перевищує додаткові витрати на трансформацію енергетичної системи. У грошовому еквіваленті загальна економія може становити від 65 до 160 трильйонів доларів за період до 2050 року. З іншого боку, прибуток складатиме від 3 до 7 доларів США за кожен витрачений один інвестиційний долар [30; 42; 182; 183].

Енергетичний перехід не можна розглядати ізольовано від розширення соціально-економічних систем. Для успішного переходу до відновлюваних джерел енергії та трансформації енергетичних систем, політика має ґрунтуватися на більш комплексній оцінці взаємодії між

енергетичним сектором, що розвивається, та економікою в цілому. Зміни в енергосистемі впливають на всю економіку [184].

У глобальному масштабі трансформація обіцяє зростання ВВП, створення робочих місць і соціальний добробут. До 2050 року енергетичний перехід призведе до відносного підвищення загального ВВП економіки та зайнятості на 2,5% і 0,2% відповідно. Глобальний індекс щастя, який вимірює покращення якості людського життя, прогнозовано досягне рівня 17% до 2050 року [185-187].

Як і з будь-яким іншим економічним переходом, деякі регіони та країни будуть жити краще, ніж інші. Регіони, які сильно залежать від експорту викопного палива або мають слабкі, монолітні внутрішні ланцюги поставок, зіткнуться з проблемами адаптації. Ігнорування аспекту розподілу також може створити значні перешкоди для переходу. Окрім особливостей енергетичного переходу (енергетичний баланс та інвестиції), багато інших політичних факторів також мають важливий вплив на соціально-економічну ситуацію. Податки на викиди вуглецю та субсидії на викопне паливо є одними з чинників цієї політики. Податок на викиди вуглецю на рівні, необхідному для досягнення кліматичної цілі щодо глобального потепління на 2°C, може мати значні соціально-економічні наслідки, які будуть позитивними чи негативними, залежно від політичних рамок, що супроводжуватимуть впровадження податку на шкідливі викиди в атмосферу. Розподіл податків на викиди вуглецю всередині та між країнами вимагає особливої уваги, а політичні рамки, спрямовані на зменшення нерівності, стають важливими інструментами енергетичного переходу.

Електрифікація відновлюваних джерел енергії може швидко та значно скоротити пов'язані з енергією викиди вуглекислого газу. Однак, світ йде іншим шляхом: за останні п'ять років викиди, пов'язані з енергетикою, зростали в середньому на 1% на рік. Якщо активно стимулювати енергетичний перехід, то підвищення температури відбудеться на рівні 2,6°C або вище після 2050 року, що матиме невідворотні екологічні наслідки окрім зниження розвитку глобальної економіки.

Як ключовий фактор енергетичного переходу, системні інновації є вирішальними. Країни повинні більше зосереджуватися на

створенні розумних енергетичних систем шляхом оцифрування, об'єднання секторів шляхом посилення електрифікації та консолідації тенденцій децентралізації.

Африканські країни знаходяться в унікальному становищі, щоб скористатися соціально-економічними та екологічними перевагами відновлюваних ресурсів, як засобу для задоволення зростаючого попиту на енергію. Критичною перешкодою для впровадження технологій відновлюваної енергетики в Африці є труднощі із залученням достатнього та доступного фінансування. Наприклад, до 2050 року на сонячну фотоелектричну енергію може припадати 10-15% загального виробництва електроенергії, навіть без чіткої кліматичної політики, завдяки програмам зниження фінансових ризиків [187; 188]. Фактично, не надто сприятливе інвестиційне середовище країн Африки, стримує приплив інвестицій в альтернативну енергетику, а отже, суттєво знижує глобальний потенціал генерації енергії з відновлювальних джерел. Не зважаючи на ряд проведених конференцій, самітів, з'їздів та розробок енергетичних стратегій розвитку на основі розвитку відновлюваної енергетики, як основи економічного зростання [189; 190], темпи її зростання є незначними, що можна пояснити рядом умовно неенергетичних факторів. Країни, де значна частина населення знаходиться на межі виживання, гостро стоїть продовольча проблема, низький рівень соціально-економічних показників – не готові вливати держані кошти у відновлювальну енергетику, перспектива якої є дуже довгостроковою та призводить до зростання цін в короткостроковому періоді. Тому *табл. 4.5* демонструє низьку генерацію енергії з відновлювальних джерел в таких регіонах, як Африка Океанія, Центральна Америка та Карибські острова.

Передове місце серед регіонів світу в розвитку альтернативної енергетики займає Азія, зокрема, Китай, який намагається стати, фактично, глобальним світовим лідером, розуміючи важливість енергетичного забезпечення, як було зазначено у монографії, найбільше інвестує в розвиток відновлювальних джерел енергії при збільшенні закупівлі викопного палива з Росії, ціни на яке знижуються. Надлишок енергії є одним з ключових стимуляторів економічного розвитку при правильній держаній економічній політиці, що є основною стра-

тегією азійського лідера. Проте, через значні території даного регіону та входження до нього різних за рівнем економічного розвитку, моделями управління та з різними соціально-економічними показниками, стверджувати, що Азія в регіональному контексті першою перейде до вуглецево-нейтральної економіки, немає вагомих підстав. Наприклад, такі країни, як Лаос, Східний Тимор, Сирія, Північна Корея мають значні економічні та політичні проблеми, які стримують та, фактично, унеможлиблюють енергетичний перехід. З іншого боку країни, які забезпечені природними енергоресурсами: Кувейт, Індонезія, Ірак, Об'єднані Арабські Емірати, Іран – є експортерами викопного палива, а їхні економіки та державні бюджети залежними від обсягу експорту чорного золота, тому вони розуміють невідворотність енергетичного переходу, але намагаються його сповільнити або призупинити. Нові індустріальні економіки: Південна Корея, Тайвань, Сінгапур, Гонконг – є лідерами розвитку технологій, тому, зрозуміло, що активно впроваджують та генерують енергію за рахунок відновлювальних джерел, проте, ці технології є недостатньо потужними та розвинутими для забезпечення енергії усього азійського регіону.

Таблиця 4.5

Генерація альтернативної енергетики по регіонам світу (2021 рік)

Регіони	Генерація енергії з відновлювальних джерел (ГВт)	Частка в глобальному споживанні регіону альтернативної енергії	Приріст (ГВт)	Відсоткове зростання
Європа	647	21%	+39,1	+ 6,4%
Азія	1 456	48%	+154,7	+11,9%
Африка	56	2%	+2,1	+3,9%
Окея	45	1%	+2,2	+5,2%
Північна Америка	458	15%	+37,9	+9,0%
Південна Америка	245	8%	+13,5	+5,9%
Центральна Америка та Карибські острова	17	менше 1%	+0,6	+3,3%

Джерело: адаптовано автором [192]

Тому швидкість та ефективність енергетичного переходу в регіональному контексті сильно залежить від економічних та соціально-економічних показників.

Енергетичний перехід є неможливим без усвідомлення концепції раціонального споживання та збереження екології населенням країни, регіону чи планети. Ескалація глобальних проблем людства, нестабільна ситуація продовольчого ринку та боротьба багатьох бідних країн світу за щоденне виживання, нівелює пріоритетність відновлювальної енергетики, відтісняючи її далеко на задній план.

Ще однією вагомою перешкодою на шляху енергетичного переходу є відсутність демократії, політична нестабільність та неефективність, корупція і розкрадання, які є характерним явищем для багатьох країн світу.

Питання посилення розвитку альтернативної енергетики у площині глобального розвитку широко обговорювалося між світовими політичними елітами з 2015 року, оскільки було проведено ряд зустрічей на яких обговорювалася необхідність та важливість енергетичного переходу [193-196], проте глобальний енергетичний перехід складається з регіонального переходу, кожен з яких має свої особливості, виклики та можливості.

З точки зору ймовірності найшвидшого переходу, то Європа тут безперечний лідер, що зумовлено сукупністю ряду чинників, як соціально-економічними, економічними так і політичними, санкційними та безпековими.

Поєднання цифровізації та можливості, які дає в майбутньому розвиток альтернативної енергетики в Європі, сформує якісно іншу енергетичну систему, яка забезпечить швидке економічне зростання [197; 198].

Німеччина одна з перших країн світу, яка наголосила на важливості зміни енергетичної системи ще задовго до поширення пандемії, цю наукову думку згодом підтримали науковці з інших країн Європи, котрі чітко розуміли необхідність та невідворотність розвитку відновлювальної енергетики, яка здатна спочатку заповнити дефіцитний попит на енергію, а, згодом, забезпечити ключову частину енергетичного попиту в країнах Європи [199-202].

Набирають обертів нові суспільні тенденції, економіка спільного використання та обізнаність споживачів, впровадження розумних енергетичних систем домогосподарств тощо. Вони значною мірою впливатимуть на майбутній попит на енергію та, залежно від їх реалізації, підвищуватимуть або нейтралізуватимуть прогнозоване підвищення енергоефективності. Таким чином, ці тенденції повинні супроводжуватися політикою, зосередженою на зниженні попиту на енергію (в основному побудованій на стратегії енергоефективності).

Європейські експерти окреслили 12 нових суспільних тенденцій, які, ймовірно, сформуєть майбутній попит на енергію. На їх основі було розроблено чотири ймовірних сценарії формування попиту на енергію до 2050 року. Використовуючи огляд літератури та експертні консультації, вплив на всі сектори було оцінено з чітким врахуванням цих тенденцій. Результати показують, що нові суспільні тенденції можуть мати вирішальний вплив на майбутній попит на енергію, окрім простого техніко-економічного потенціалу. У найкращому випадку, нові тенденції ефективного використання енергетичного потенціалу можуть зменшити кінцевий попит на енергію на 67% порівняно з «базовим» сценарієм ЄС у 2050 році. Тоді як у «найгіршому» сценарії вони можуть збільшити кінцевий попит на енергію на 40% [203].

Варто зазначити, що багато із зазначених тенденцій пришвидшило поширення пандемії COVID-19 та російсько-українська війна, які лягли в основу глобальних світових змін.

До цих дванадцятьох тенденцій відносять:

- *кластер діджиталізації життя:*

1. Людина-машина (перехід до розумних продуктів та послуг);

- *кластер соціально-економічного розвитку:*

2. Економіка спільного використання;

3. Просьюмерізм – тенденція, в основі якої лежить суспільство, яке є виробником та споживачем енергії, що генерує;

4. Соціальна диспропорція, яка спричинює енергетичну бідність в певних регіонах країни;

5. Обізнаність щодо невідворотних наслідків спричинених викидами вуглецю;

6. Нові форми фінансування – державні видатки в основному будуть зосереджені на екологічно чисті та енергоефективні технології;

- *кластер економічної трансформації:*

7. Декарбонізація усіх секторів промисловості;

8. Циркулярна економіка або економіка замкнутого циклу;

9. Реіндустріалізація – перехід промисловості до фундаментально нових технологій, процесів тощо;

- *кластер якості життя:*

10. Зростання важливості здоров'я (якість повітря, зниження шуму в містах тощо);

11. Урбанізація – глобальна тенденція до збільшення частки міського населення;

12. Регіоналізація – міське управління вирішує глобальні проблеми на локальному рівні в містах [203].

Усі ці тенденції є рушійними силами та концептуальними складовими енергетичного переходу, які повинні мати позитивний вектор розвитку в усіх регіонах світу, тому теоретичну модель переходу регіонів світу схематично адаптовано на *рис 4.9*.

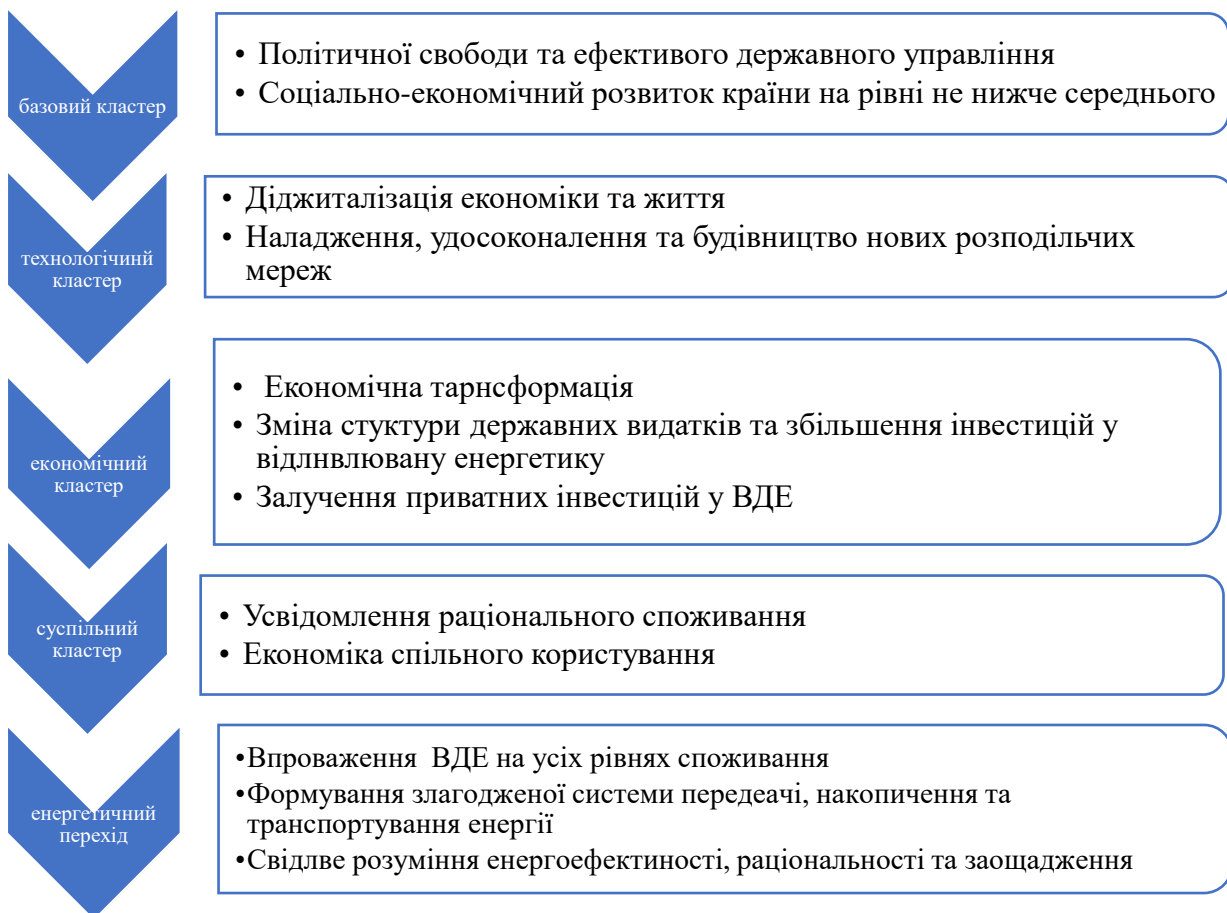


Рис. 4.9. Регіональна модель енергетичного переходу

Джерело: розроблено автором

Глобальний енергетичний перехід – це паралельний, поступовий процес, чи процес відповідно до залишкового принципу трансформації регіональної енергетичної системи, відповідно до синергії переходу національних систем.

У другому розділі сформована модель переходу, яка описує його глобальні аспекти (рис. 2.10), проте, варто розглянути моделі глобального енергетичного переходу з позиції поєднання перехідних процесів регіонів світу, що є актуальним через об'єктивну різницю між рівнем економічного та соціального розвитку різних країн різних регіонів світу.

Модель паралельного глобального енергетичного переходу. Передбачає паралельну імплементацію глобальної енергетичної стратегії в національні законодавства усіма країнами світу та паралельну реалізацію розвитку альтернативної енергетики на основі перерозподілу державних бюджетів в бік формування нового енергетичного сектору. Проте, враховуючи реальну ситуацію в усіх країнах світу, реалізація такої моделі станом на сьогодні є не можливою.

Модель послідовного глобального енергетичного переходу. Енергетичний перехід відбувається послідовно в різних регіонах світу відповідно до економічного та соціального розвитку континенту. Дана модель базується на принципі економічного кооперування та співпраці, коли розвинуті країни світу надають рекомендації та технічно і фінансово допомагають біднішим країнам та регіонам.

Модель «конкуренції лідерів» глобального енергетичного переходу. Відповідно до зазначеного підходу країни, які є домінантами в регіонах вступають у конкурентну боротьбу щодо впровадження нових технологій та розробок для швидшого енергетичного переходу, тим самим стимулюючи розвиток альтернативної енергетики у приналежному регіоні. Така конкуренція триватиме доти, поки усі регіони світу не перейдуть на вуглецево-нейтральну економіку, при умові, що країни першості отримають значні економічні вигоди та конкурентні переваги.

Модель глобального енергетичного переходу регіонами світу відповідно до залишкового принципу. Енергетичний перехід згідно з цією моделлю базується на ієрархічній схемі: спочатку переходять

високорозвинені країни світу, потім – розвинені, згодом економіка переорієнтовується на відновлювальне енергетичне забезпечення і, відповідно, регіони світу, в яких здебільшого розміщені країни, що розвиваються, вимушені під тиском зовнішніх та внутрішніх чинників, переходити до відновлювальних джерел енергії.

Загалом, енергетичний перехід буде тісно взаємодіяти з еволюцією в соціально-економічній сфері. Ступінь цієї взаємодії залежить від позитивних чи негативних наслідків даної синергії. Баланс між перевагами та негативними наслідками прямо залежить від трансформаційних амбіцій і соціально-економічної динаміки в різних країнах та регіонах світу.

ВИСНОВКИ

Глобальна економічна система перебуває у процесі колосальних змін, зумовлених внутрішніми та зовнішніми трансформаціями. Країни з природним забезпеченням нафти, природного газу і вугіллям є основними світовими постачальниками енергоресурсів. Таким чином, вони чітко інтегровані в глобальну енергетичну систему. Однак, зростаючі глобальні енергетичні потреби ставлять під сумнів їхню здатність експортувати обсяг необхідних ресурсів. Наслідки пандемії COVID-19 і війни також тиснуть на експортерів нафти. Тому майбутнє країн світу після коронавірусу та війни залишається невизначеним. Дійсно, за відсутності ефективних змін у державній політиці на користь відновлюваної енергетики, поки економічне відновлення буде швидким та інші геополітичні чинники відсутні, очікується, що попит на нафту і газ продовжуватиме зростати в багатьох країнах світу.

Відновлювальна енергетика є багатообіцяючою в контексті вирішення ряду економічних проблем країн, які не володіють природними покладами енергоресурсів. Тому, у роботі детально досліджено поточний стан та перспективи розвитку глобального і регіональних ринків альтернативних джерел енергії.

Також у роботі детально описано механізм регулювання та перспективи регуляторних механізмів після завершення трансформаційних процесів.

Електрифікація в поєднанні з відновлюваними джерелами енергії може досягнути значного рівня енергоефективності, що дозволить суттєво зменшити загальне споживання енергії. Ймовірно, до 2050 року електроенергія стане основним енергоносієм, частка якої в кінцевому споживанні зросте з 20% до майже 50%, тобто загальне споживання електроенергії більш ніж подвоїться. Відновлювані джерела енергії зможуть забезпечити основну частину (86%) світових енергетичних потреб. Загалом відновлювані джерела енергії забезпечува-

тимуть дві третини кінцевої енергії. Однак, спрямованість субсидій має поступово змінюватися – від електроенергії та викопного палива до енергоефективних технологій і рішень, необхідних для декарбонізації промислового та транспортного секторів.

Швидкість та ефективність реалізації енергетичного переходу в глобальній площині залежить від синергії регіональних підходів та моделі кооперації чи паралельної трансформації енергетичних систем усіма країнами світу.

Після перемоги в російсько-українській війні наша держава повинна швидко розвиватися на основі концепції енергобезпеки та енергоефективності з метою швидкої відбудови та євроатлантичної інтеграції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ризики для енергетичної безпеки: глобальний і національний аспекти: аналітична записка. *Національний інститут стратегічних досліджень*. URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/1039>. (дата звернення 11.05.2022).
2. Кіотський протокол до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_801#Text
3. Cremer J. and Salehi-Isfahani D. Models of the Oil Market. *Harwood academic publishers*. 1991. № 2. P. 42-48.
4. Kennedy M. An Economic Model for the World Oil Market. *Bell Journal of Economics and Management Science*. 1974. № 5(2). P. 540-577.
5. Ezzati A. Future OPEC Price and Production Strategies as Affected by its Capacity to Absorb Oil Revenues. *European Economic Review*. 1976. № 8. P. 107-138.
6. Cremer J. OPEC and the Monopoly Price of World Oil. *European Economic Review*. 1976. Vol. 8. P. 155-164.
7. Salant S. Exhaustible Resources and Industrial Structure: A Nash Cournot Approach to the World Oil Market. *Journal of Political Economy*. 1976. № 84(5). P. 1079-1093.
8. Pindyck R. Some Long-term Problems in OPEC Oil Pricing. *Journal of Energy and Development*. 1979. № 4(2). P. 259-272.
9. Когут О. І. Економічний аналіз монополізації світового ринку нафти : дис... канд. екон. наук : 08.00.02. Львів, 2015. 191 с.
10. Ігнатюк А. І. Конкурентні стратегії компаній на глобальних галузевих ринках. *Теоретичні та прикладні питання економіки*. 2014. № 1. С. 36-50.
11. Бусарєв Д. В. Новітні тенденції транснаціоналізації світового ринку енергетичних ресурсів. *Економіка та підприємництво*. 2013. Вип. 30. С. 65-77.
12. Донченко М. В. Еволюція формування та розвитку світового ринку нафти. *Університет державної фіскальної служби України*.

- ни. URL: http://ir.nusta.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6862/1/6858_IR.pdf (дата звернення 11.05.2022).
13. Румянцев А. П. Тенденції використання енергетичних ресурсів світової економіки. *Стратегія розвитку України*. 2016. № 1. С. 24-26.
 14. Barna S. and Shpak Ya. The Current State of the Energy Market and Monitoring of Key Issues in the Innovation Management System. *Development Management*. 2020. Vol. 18(2). P. 9-22.
 15. Immonen Anne, Jussi Kiljander, and Matti Aro. Consumer Viewpoint on a New Kind of Energy Market. *Electric Power Systems Research*. 2020. Vol. 180. P. 106-153.
 16. Gurrib I. and Kamalov F. The Implementation of an Adjusted Relative Strength Index Model in Foreign Currency and Energy Markets of Emerging and Developed Economies. *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*. 2019. Vol. 12(2). P. 105-123.
 17. Гамова О. В. Аналіз ціноутворення на світовому ринку нафти. *Інвестиції: практика та досвід*. 2021. № 19. С. 5-9. DOI: 10.32702/2306-6814.2021.19.5.
 18. Дудник О. М., Дунаєвська Н. І., Соколовська І. С. Розвиток світового ринку енергоустановок на паливних елементах. Створення нормативної бази водневої енергетики. *The Problems of General Energy*. 2020. Issu 1(60). P. 66-73.
 19. Казанський С. В. Матеєнко Ю. П., Сердюк Б. М. Надійність електроенергетичних систем : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2011. 216 с.
 20. Рудьковський С. М. Трансформація світового енергетичного ринку : дис. ... д-ра філософії : 292. Київ, 2021. 281 с.
 21. Ярошенко І. В. Використання форсайту для прогнозування тенденцій розвитку світового ринку нафти. *Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка*. 2018. № 2. С. 85-92. DOI 10.21272/1817-9215.2018.2-10.
 22. Булатова О. В. Регіональна складова глобальних інтеграційних процесів : монографія. Донецьк : ДонНУ, 2012. 386 с.
 23. Dahl C. and Yucel M. Testing Alternative Hypotheses of Oil Production behavior. *Energy Journal*. 1991. № 12(4). P. 117-138.
 24. Smith J. Inscrutable OPEC Behavioral Tests of the Cartel Hypothesis. *Energy Journal*. 2005. № 26(1). P. 51-82.

25. Яцків А. В., Білецька І. М. Еволюція розвитку світового енергетичного ринку. *Сучасні тренди інноваційного розвитку* : зб. тез доп. наук.-практ. конф., м. Івано-Франківськ, 28 жовт. 2021 р. Івано-Франківськ, 2021. С. 195-198.
26. Cavallaro C., Pearce J. and Sidortsov R. Decarbonizing the boardroom? Aligning Electric Utility Executive Compensation With Climate Change Incentives. *Energy Research and Social Science*. 2017. Vol. 37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.036>.
27. Abdouli M. and Hammami S. Economic Growth, Environment, FDI Inflows, and Financial Development in Middle East Countries: Fresh Evidence from Simultaneous Equation Models. *Journal of the Knowledge Economy*. 2020. Vol. 11(2). P. 479-511. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-018-0546-9>.
28. Ikhlās Gurrib. The Relationship Between the Nasdaq Composite Index and Energy Futures Markets. *Investment Management and Financial Innovations*. 2018. Vol. 15(4). P. 1-16. DOI: 10.21511/imfi.15(4).2018.01.
29. Bakhsh K., Rose S., Ali M. F., Ahmad N. And Shahbaz M. Economic Growth, CO2 Emissions, Renewable Waste and FDI Relation in Pakistan: New Evidences from 3SLS. *Journal of Environmental Management*. 2017. Vol. 196. P. 627-632. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.029>.
30. Festus M. Adebisi and Dayo A. Ayenib. Chemical Speciation, Bio-availability and Risk Assessment of Potentially Toxic Metals in Soils Around Petroleum Product Marketing Company as Environmental Degradation Indicators. *Egyptian Journal of Petroleum*. 2021. Vol. 7. P. 12-18.
31. Benton T. G., Froggatt A., Wellesley L., Grafham O., King R., Morisetti N., Nixey J. and Schröder P. The Ukraine War and Threats to Food and Energy Security. *Chatham House – International Affairs Think Tank*. 2022.
32. Heather P. European Traded Gas Hubs: German Hubs About to Merge. *Oxford Institute for Energy Studies (2021 July Paper NG 170)*. URL: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2021/07/European-Traded-Gas-HubsNG-170.pdf> (дата звернення 10.05.2022).
33. Hoppe T. and Miedema M. A Governance Approach to Regional Energy Transition: Meaning, Conceptualization and Practice. *Sustain-*

- nability. 2020. Vol. 12(3). P. 915. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12030915>.
34. Verahab R. How are Innovative Financing Approaches Contributing to Wider Electricity Access in Kenya? *Policy Paper*. 2020. Vol. 20/09.
 35. Гальперіна Л. П., Клен Ю. В. Глобальні тренди злиттів та поглинань в енергетичному секторі. *Міжнародна економічна політика*. 2017. № 1(26). С. 46-71.
 36. Офіційний сайт Європейської Комісії. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy_en (дата звернення 20.12.2022)
 37. Девід Б'юкен, Малкольм Кей. Europe's «Energy Union» Plan: a Reasonable Start to a Long Journey. *Oxford Energy Comment*. 2015. URL: <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2015/03/Europes-Energy-Union-plan-a-reasonable-start-to-a-long-journey.pdf> (дата звернення 20.12.2022).
 38. European Commission. A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy. URL: http://ec.europa.eu/priorities/energy-union/docs/energyunion_en.pdf (дата звернення 15.12.2022).
 39. Тучинський Б. Г., Кудря С. О., Іванченко І. В., Іванчук В. Ю. Невідворотність переходу України до відновлюваної енергетики. *Відновлювана енергетика*. 2020. № 4. С. 6-21.
 40. Guénette J. D., P. Kenworthy and C. Wheeler. Implications of the War in Ukraine for the Global Economy. *Equitabl*. 2022.
 41. Jankowski D. and Wieczorkiewicz J. The Atlantic Alliance is Perhaps not the First Port of Call When it Comes to Fighting Climate Change. But NATO could Make a Contribution Nonetheless. *Berlin Policy Journal*. 2020.
 42. Zaslavskiy V., Pasichna M. Optimization Techniques for Modelling Energy Generation Portfolios in Ukraine and the EU: Comparative Analysis. *In International 238 Conference on Dependability and Complex Systems*. Springer, Cham. 2018. P. 545-555.
 43. Bass S., Dalal-Clayton B. Sustainable Development Strategies: A Resource Book. Organisation for Economic Cooperation and Development. Paris and United Nations Development Programme, New York, 2007. 382 p.
 44. Lafrogne-Joussier R., A. Levchenko, J. Martin, I. Mejean. Beyond Macro: Firm-Level Effects of Cutting Off Russian Energy.

- VoxEU.org, CEPR Policy Portal*. 2022. April 24. URL: <https://voxeu.org/article/firmlevel-effects-cutting-russian-energy> (дата звернення 15.12.2022).
45. Menzel T., Teubner T. Green Energy Platform Economics—Understanding Platformization and Sustainabilization in the Energy Sector. *International Journal of Energy Sector Management*. 2020.
 46. Tagliapietra S. The Impact of the Global Energy Transition on MENA Oil and Gas Producers. *Energy Strategy Review*. 2019. Vol. 26. P100-397.
 47. Augutis J., Martišauskas L. and Krikštolaitis R. Energy Mix Optimization from an Energy Security Perspective. *Energ. Convers. Manage.* 2015. Vol. 90. P. 300-314. DOI: 10.1016/j.enconman.2014.11.033.
 48. Ferrara L., M. Mogliani and J.-G. Sahuc. High-Frequency Macroeconomic Risk Measures in the Wake of the War in Ukraine. *VoxEU.org, CEPR Policy Portal*. 2022. April 7. URL: <https://voxeu.org/article/warukraine-and-high-frequency-macroeconomic-riskmeasures> (дата звернення 17.12.2022).
 49. Fischer-Kowalski M., Rovenskaya E., Krausmann F., Pallua, I. and Mc Neill J. R. Energy Transitions and Social Revolutions. *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 138. P. 69-77.
 50. King L.C., Van Den Bergh J.C.J.M. Implications of net Energy-Return-Oninvestment for a Low-Carbon Energy Transition. *Nature Energy*. 2018. Vol. 3(4). P. 334-340.
 51. Bolwig S., Bazbauers G., Klitkou, A., Lund, P. D., Blumberga, A., Gravelšinš, A. And D. Blumberga. Review of Modelling Energy Transitions Pathways with Application to Energy System Flexibility. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 101. P. 440-452. URL: 10.1016/j.rser.2018.11.019 (дата звернення: 20.09.2022).
 52. IEA (International Energy Agency). Oil Market Report. May. Paris: International Energy Agency. 2022 (дата звернення 20.02.2023).
 53. Paltsev S. Energy Scenarios: the Value and Limits of Scenario Analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*. 2017. Vol. 6.
 54. Al Asbahi, A. A. M. H., Gang, F. Z., Iqbal, W., Abass, Q., Mohsin, M. and Iram, R. Novel Approach of Principal Component Analysis Method to Assess the National Energy Performance Via Energy

- Trilemma Index. *Energy Reports*. 2019. Vol. 5. P. 704-713. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.06.009>.
55. Chen D., Yu J., Shi X. and Zhang D. How does the Chinese Economy React to Uncertainty in International Crude Oil Prices? *Int. Rev. Econ. Finance*. 2020. Vol. 64. P. 147-164. DOI: 10.1016/j.iref.2019.05.008.
 56. Herrerias M. J. World Energy Intensity Convergence Revisited: a Weighted Distribution Dynamics Approach. *Energy Policy*. 2012. Vol. 49. P. 383-399. DOI: 10.1016/j.enpol.2012.06.044.
 57. Naumenkova S. Mishchenko V. and Mishchenko S. Key Energy Indicators for Sustainable Development Goals in Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*. 2022. Vol. 20(1). P. 379-395. DOI: 10.21511/ppm.20(1).2022.31.
 58. Kurbatova T., Sidortsov R., Sotnyk I., Telizhenko O., Skibina T. and Roubík H. Gain without pain: an international case for a tradable green certificates system to foster renewable energy development in Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*. 2019. Vol. 17(3). P. 464-476. DOI: 10.21511/ppm.17(3).2019.37.
 59. Grytten O. H. and Hunnes J. A. Ethics, Resource Rent, Environment and Petroleum Policy: the Case Of A Small Open Economy. *Environmental Economics*. 2021. Vol. 12(1). P. 76-89. DOI: 10.21511/ee.12(1).2021.07.
 60. Jamaliah Abdul-Majid. Board Ethnic Diversity and Goodwill Impairment Decisions: Longitudinal Analysis of Energy Firms in Malaysia. *Problems and Perspectives in Management*. 2020. Vol. 18(1). P. 326-333. DOI: 10.21511/ppm.18(1).2020.28.
 61. US Energy Information Administration, URL: <https://www.eia.gov/petroleum/marketing/monthly/> (дата звернення 02.04.2022).
 62. Майстро С. В., Волошин О. Л. Концептуальні засади стратегії державного регулювання та перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні. *Теорія та практика державного управління* : зб. наук. пр. 2015. Вип. 3 (50). С. 133-140.
 63. Liu J., Zhang D., Cai J. and Davenport J. Legal Systems, National Governance and Renewable Energy Investment: Evidence From Around the World. *Br. J. Manag.* 2019. P. 1-32. DOI: 10.1111/1467-8551.12377.

64. Zhang D., Hu M. and Ji Q. Financial Markets Under the Global Pandemic of COVID-19. *Finance Research Letters*. 2020. Vol. 36. DOI: 10.1016/j.frl.2020.101528.
65. Erickson N. Developments in the World Oil Market in International Energy Studies. *New York: Wiley and Sons*. 1980. P. 45-67.
66. Офіційний сайт ОПЕК. URL: http://www.opec.org/opec_web/en/ (дата звернення 20.10.2022).
67. Кучик О. С., Суховолець І. Р., Стельмах А. Б. Міжнародні організації : навч. посіб. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ : Знання, 2007. 749 с. URL: <http://westudents.com.ua/knigi/148-mjnarodn-organzats-kuchik-os.html> (дата звернення 04.04.2023)
68. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-sets?filter=oil> (дата звернення 04.04.2023).
69. International Energy Agency. *Coal 2022. Analysis and Forecast to 2025*. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/91982b4e-26dc-41d5-88b1-4c47ea436882/Coal2022.pdf> (дата звернення 20.05.2023).
70. Veerepoot M. Technology Roadmap: Geothermal Heat and Power. *Renewable Energy Division. International Energy Agency*. 2011. 52 p. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/f108d75f-302d-42ca-9542-458eea569f5d/Geothermal_Roadmap.pdf (дата звернення 02.06.2023).
71. Юр'єва П. Б. Світовий ринок нафти: ключові характеристики та тенденції. *Економіка і суспільство*. 2019. Вип. 15. С. 85-94.
72. ОПЕК-ІЕА Cooperation and the International Oil Market Outlook. URL: https://www.opec.org/opec_web/en/886.htm (дата звернення 10.01.2023).
73. Заключний документ Гаазької конференції з Європейської енергетичної хартії. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_061#Text. (дата звернення 22.11.2022).
74. G8 Commitments on Energy. URL: <http://www.g8.utoronto.ca/references/energy.pdf> (дата звернення 10.12.2022).
75. МАГАТЕ. Міжнародне агентство з атомної енергії. URL: <https://www.iaea.org/> (дата звернення 20.12.2022).
76. Work Programme and Budget for the Preparatory Commission for IRENA. URL: https://www.irena.org/officialdocuments?document_topic=05976427e79e40c9a7b89f312f8b_f7a8. (дата звернення 19.10.2022).

77. Firsova I. A., Vasbieva D. G., Litvinov A. V., Chernova O. E. And Telezhko I. V. Trends in the Development of the Global Energy Market. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2019. Vol. 9(3). P. 59-65. URL: <https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/7728>.
78. Khvostenko V., Memmedli M. and Milevskiy S. The Role of Kazakhstan's Oil Policy in Foreign Policy. *Development Management*. 2019. Vol. 17(4). P. 55-63. DOI:10.21511/dm.17(4).2019.05.
79. Papież M., Śmiech S., and Frodyma K. Determinants of Renewable Energy Development in the EU Countries. A 20-year Perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 91. P 918-934. DOI://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.075.
80. Чернова О. В., Морозова І. В. Сучасний стан і проблеми світового енергетичного ринку. *Бізнес Інформ*. 2021. № 5. С. 29-34. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-5-29-34>.
81. Morrison R. Energy System Modeling: Public Transparency, Scientific Reproducibility and Open Development. *Energy Strategy Rev*. 2018. Vol. 20. P. 49-63.
82. Energy: Development News, Research, Data – World Bank Group. URL: <https://data.worldbank.org/topic/energy-and-mining> (дата звернення 01.01.2023)
83. Блінов І. В., Парус Є. В. Аспекти протиріч логіки прийняття та відхилення блокових заявок на біржі електроенергії: теоретичний огляд, *Електропанорама*. 2012. № 6. С. 36-39.
84. Iddrisu I., Bhattacharyya S. C. Sustainable Energy Development Index: A Multi-dimensional Indicator for Measuring Sustainable Energy Development Renew. *Sustain. Energy Rev*. 2015. Vol. 50. P. 513-530. DOI: 10.1016/j.rser.2015.05.032
85. Kittner N., Lill F., Kammen D. M. Energy Storage Deployment and Innovation for the Clean Energy Transition. *Nature Energy*. 2017. Vol. 2(9). URL: [Energy storage deployment and innovation for the clean energy transition \(berkeley.edu\)](https://www.nature.com/articles/s41560-017-0090-4) (дата звернення 19.10.2022).
86. Rizvi S., Naqvi B., Boubaker S. and Mirza N. The Power Play of Natural Gas and Crude Oil in the Move Towards The Financialization of the Energy Market. *Energy Economics*. 2022. Vol. 112. P. 106-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106131>.

87. International Renewable Energy Agency. Investment. URL: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Finance-and-investment/Investment#sources-of-investment> (дата звернення 22.12.2022).
88. World Energy Outlook 2022. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-outlook-2022> (дата звернення: 23.08.2022).
89. Клопов І. О. Теоретичні аспекти класифікації енергетичних ресурсів. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2016. Вип. 7, Ч. 2. С.10-14.
90. Енергетичні ресурси (невичерпні джерела енергії). *Національний університет біоресурсів і природокористування України*. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/boyarka_stn_lek.prir_.res_.ukr_.docx (дата звернення: 23.08.2022).
91. Копецька Ю. О. Сутність, основні види та класифікація енергетичних ресурсів як складові виробничого потенціалу підприємства. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2016. Вип. 7. Ч. 2. С. 21-26.
92. Когут-Ференс О. І. Сучасний стан розвитку та функціонування світового ринку енергетики та торгівля енергоресурсами. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна*. 2022. Вип. 32. С. 265-272.
93. Report Extract 2020 and 2021 Forecast Overview. IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update/2020-and-2021-forecast-overview>. (дата звернення 01.12.2022).
94. Коцар О. В., Павлова Ю. С. Керування енергоефективністю інструментами ринку електричної енергії. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2015. Вип. 1/(90). Ч.1. С. 14-22.
95. Statistical Review of World Energy. BP. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (дата звернення 20.09.2022).
96. Statistical Review of World Energy 2020. BP. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energyeconomics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf> (дата звернення 20.09.2022).
97. Warrel L. Market Integration in the International Coal Industry: A Cointegration Approach. *Luleå University of Technology. Kkv*. URL:

- <http://www.kkv.se/globalassets/forskning/projekt/market-integration-in-theinternational-coal-industry-a-cointegration-approach.pdf> (дата звернення 20.09.2022).
98. Trends and Expectations Surrounding the Outlook for Energy Markets. EIA. URL: https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/trends_and_expectations_2020.pdf (дата звернення 10.12.2022).
 99. Benjamin Hilgenstock, Elina Ribakova, Nataliia Shapoval, Tania Babina, Oleg Itskhoki and Maxim Mironov. Russian Oil Exports Under International Sanctions. 2023. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/04/Russian_Oil_Exports_under_International_Sanctions_23Q1_UPDATE26042023.pdf (дата звернення 20.01.2023).
 100. Statista. Fossil Fuels. URL: <https://www.statista.com/markets/410/topic/444/fossil-fuels/#overview> (дата звернення 18.11.2022).
 101. Білорус О. Г., П'ятаченко Г. О. Теорія і політика структурних трансформацій. *Фінанси України*. 2017. № 6. С. 125-128.
 102. Бурмака М. О. Цифрові трансформації глобального інвестиційного процесу. *Цифрова економіка* : зб. матеріалів II Нац. наук.-метод. конф. (17- 18 жовт., 2019 р.). Київ : КНЕУ, 2019. С. 180-183.
 103. Войтко С. В., Волинець К. В. Дослідження динаміки обсягів інвестування в альтернативну енергетику за секторами та регіонами. *Економічний форум*. 2017. № 1. 58-62.
 104. Беленкова О. Ю., Цифра Т. Ю., Мацапура О. В., Остапенко І. О. Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2018. Вип. 36. С.78-82
 105. Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. Проєкт. URL: <https://mepr.gov.ua/news/34424.html> (дата звернення: 30.10.2022).
 106. International Renewable Energy Agency. URL: <https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition> (дата звернення 31.10.2022).
 107. Statistical Review of World Energy – BP. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/who-we-are.html> (дата звернення 22.09.2022).
 108. IEA. World Energy Outlook. Unless Mentioned Otherwise, Data in this ARI are Extracted from the International Energy Agency. The

- 2030 Scenarios Discussed Refer to the IEA's «Stated Policies» Scenarios, Which Incorporate Today's Announced Policy Intentions and Targets. URL: Key findings – World Energy Outlook 2022 – Analysis - IEA (дата звернення 23.11.2022).
109. US Energy Information Administration. URL: <https://www.eia.gov/consumption/> (дата звернення 19.11.2022).
110. Menichetti E., A. El Gharras, B. Duhamel and S. Karbuz. The Mena Region in the Global Energy Markets. 2018. URL: CIDOB – The MENA region in the global energy markets (дата звернення 20.11.2022).
111. Laugs G.A.H., Moll H.C. A Review of the Bandwidth and Environmental Discourses of Future Energy Scenarios: Shades of Green and Gray. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2017. Vol. 67. P. 520-530.
112. Gu X., Qin L. and Zhang, M. The Impact of Green Finance on the Transformation Of Energy Consumption Structure: Evidence Based on China. *Frontiers in Earth Science*. 2023. Vol. 10. URL: Frontiers | The impact of green finance on the transformation of energy consumption structure: Evidence based on China (frontiersin.org) (дата звернення 02.03.2023).
113. China Investments 546\$ Billion in Clean Energ, Far Surpassing the U.S.: Scientific American. URL: <https://www.scientificamerican.com/article/china-invests-546-billion-in-clean-energy-far-surpassing-the-u-s/> (дата звернення 20.01.2023).
114. Invest India. National Investment Promotion and Facilitation Agency. URL: <https://www.investindia.gov.in/sector/thermal-power> (дата звернення 20.01.2023).
115. Kohut-Ferens O., Kolotylo A. Features of the Functioning the Alternative Energy Market Within European Countries. *International scientific journal «Internauka». Series «Economic Sciences»*. 2023. Vol. 5. DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-5-8841>
116. «Біле вугілля» Бразилії: як розбудовувалась одна з найпотужніших гідроенергетичних систем світу. *Пресслужба Укргідноенергро*. URL: https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny /bile-vugillya-brazilii-yak-rozbudovuvalas-odna-z-naupotuzhnishikh (дата звернення 10.03.2022).
117. Пунда Ю. В., Козинець І. П., Клименко В. С. та ін. Міжнародні відносини та зовнішня політика України : підручник. Київ : НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2020. 328 с.

118. Energy Policy: General Principles. URL: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/68/energy-policy-general-principles> (дата звернення 20.01.2023).
119. Directive 2009/28/EC on the Promotion of the Use of Energy From Renewable Sources. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/28/oj> (дата звернення 22.01.2023).
120. Directive 2012/27/EU on Energy Efficiency. URL: <https://www.iea.org/policies/1118-the-eu-energy-efficiency-directive-201227eu> (дата звернення 22.01.2023).
121. Directive (EU) 2018/2001 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources. Recasting Directive 2009/28/EC. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001> (дата звернення 22.01.2023).
122. Commission Regulation (EU) 2017/1485 Establishing a Guideline on Electricity Transmission System Operation. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/1485/oj> (дата звернення 22.01.2023).
123. Когут-Ференс О. І. Глобальні аспекти регулювання та функціонування світового енергетичного ринку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2022. Вип. 43. С. 66-70.
124. 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. 33. С. 88-95.
125. World Bank National Accounts Data Files. OECD National Accounts Data Files. URL: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2020&name_desc=-false&start=1961&view=chart (дата звернення 25.01.2023).
126. International Monetary Fund. World Economic Outlook (October 2021). URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2021/10/12/world-economic-outlook-october-2021> (дата звернення 25.01.2023).
127. World Energy Council. Issues Monitor 2020. URL: https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World_Energy_Issues_Monitor_2020_-_Full_Report.pdf (дата звернення 30.01.2023).

128. Global Energy Outlook 2021. Pathways from Paris. URL: https://media.rff.org/documents/RFF_GEO_2021_Report_1.pdf. (дата звернення 31.01.2023).
129. BP Statistical Review of World Energy 2021. 70th Edition. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата звернення 31.01.2023).
130. Global Energy Review 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020/coal#abstract> (дата звернення 31.01.2023).
131. McKinsey & Company. Energiewende-Index. URL: <https://www.mckinsey.de/branchen/chemie-energie-rohstoffe/energiewende-index> (дата звернення 31.01.2023).
132. OPEC Monthly Oil Market Report (May 2020). URL: <https://momr.opec.org/pdf-download/> (дата звернення 02.02.2023).
133. National Bureau of Statistics of China. URL: <http://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/AnnualData/> (дата звернення 02.02.2023).
134. Tomtom Traffic Index. URL: <https://www.tomtom.com/> (дата звернення 02.02.2023).
135. Renewables 2022. IEA Review 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2022> (дата звернення 02.02.2023).
136. World Energy Investment 2022. IEA Review 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2022> (дата звернення 02.02.2023).
137. Weifeng Liu, McKibbin W. J., Morris A. C., Wilcoxon P. J. Global Economic and Environmental Outcomes of the Paris Agreement. *Energy Economics*. 2020. Vol. 90. URL: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2019/01/ES_20190107_Paris-Agreement.pdf (дата звернення 02.02.2023).
138. Olabi V., Wilberforce T., Elsaid K., Sayed E. T. and Abdelkareem M. A. Impact of COVID-19 on the Renewable Energy Sector and Mitigation Strategies. *Chemical Engineering and Technology*. 2022. Vol. 45(4). P. 558-571.
139. Report: COVID-19 Slows Progress Toward Universal Energy Access, 1 June 2022 URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/06/01/report-covid-19-slows-progress-towards-universal-energy-access> (дата звернення 02.02.2023).

140. Україна – енергетичний хаб Європи. Уряд схвалив Енергетичну стратегію до 2050 року. URL: mev.gov.ua/novyna/ukrayina-enerhetychnyy-khab-evropy-uryad-skhvalyv-enerhetychnu-stratehiyu-do-2050-roku. (дата звернення 02.03.2023).
141. An official website of European Union. Eurostat. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (дата звернення 12.02.2023).
142. Лір В. Е. Енергонезалежність України: досягнення та перспективи. *Економіка і прогнозування*. 2016. № 2. С. 110-131. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econprog_2016_2_9 (дата звернення 01.02.2023).
143. Геєць В. М. Розвиток та взаємодія економічної та енергетичної політики в Україні (стенограма наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 16 грудня 2015 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2016. № 2. С. 46-53. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2016_2_10. (дата звернення 04.02.2023).
144. Замулко А. І. Енергоринок та тарифна політика України у сфері електроенергетики / А. І. Замулко, Є. М. Іншеков, В. Ф. Находов [та ін.]. *Управління енерговикористанням : зб. доп. / за заг. ред. д.т.н., проф. А. В. Праховника*. Київ : Альянс за збереження енергії, 2001. С. 242-364.
145. Мельник Л. Г., Карінцева О. І., Сотник І. М. Економіка енергетики : навч. посіб. Суми, ВТД «Університетська книга», 2006. 238 с.
146. Annual Implementation Report 2021: Modest Reform Gains as Energy Community Embarks on the Energy Transition. 15 November 2021. URL: <https://www.energy-community.org/news/Energy-Community-News/2021/11/15.html> (дата звернення 02.02.2023).
147. U.S International Trade Administration Ukraine Renewable Energy Market. URL: <https://www.trade.gov/market-intelligence/ukraine-renewable-energy-market> (дата звернення 09.02.2023).
148. CHIS Opportunities and Challenges for Renewable Energy Generation in Ukraine. URL: <https://www.csis.org/analysis/opportunities-and-challenges-renewable-energy-generation-ukraine> (дата звернення 09.02.2023).
149. Подолання європейської енергетичної кризи. Міжнародний Валютний Фонд. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/>

- issues/2022/12/beating-the-european-energy-crisis-Zettelmeyer (дата звернення 1.02.2023).
150. Звіт про ринок газу Q3-2021. Міжнародне енергетичне агентство. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/4fee1942-b380-43f8-bd86-671a742db18e/GasMarketReportQ32021_includingGas2021Analysisandforecastto2024.pdf (дата звернення 1.02.2023).
151. Calanter P. and Zisu D. EU Policies to Combat the Energy Crisis. *Global Economic Observer*. 2022. Vol. 10(1). P. 26-33.
152. Євростат. Річна інфляція в євроні та її основні компоненти, груд. 2011 р. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Euro_area_annual_inflation_and_its_main_components,_December_2011_-_December_2021.png (дата звернення 8.02.2023).
153. Когут-Ференс О. І., Масевич А. Л. Причини та поточний стан енергетичної кризи в країнах Європи. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. 2023. Вип. 19. Т.1. С.61-69.
154. Бубейкер С., Гуделл Д.В., Панді Д.К., Кумарі В. Неоднорідний вплив воєн на світові ринки акцій: Докази вторгнення в Україну, *Finance Research Letters*. 2022. Vol. 48.
155. Europe's energy crisis: Understanding the Drivers of the Fall in Electricity Demand. IEA. URL: <https://www.iea.org/commentaries/europe-s-energy-crisis-understanding-the-drivers-of-the-fall-in-electricity-demand> (дата звернення 07.02.2023).
156. Electricity Price Statistics. Eurostat. Statistics Explained. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics#Electricity_prices_for_household_consumers (дата звернення 08.02.2023).
157. Europe: Renewables in 2022 in Five Charts – and What to Expect in 2023. URL: <https://www.energymonitor.ai/tech/renewables/europe-renewables-in-2022-in-five-charts-and-what-to-expect-in-2023/> (дата звернення 08.01.2023).
158. Європейська комісія. REPowerEU: план швидкого зменшення залежності від російського викопного палива та швидкого переходу до «зеленого». URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131 (дата звернення 13.02.2023).
159. Commission Implementing Regulation (EU) 2020/1294 of 15 September 2020 on the Union Renewable Energy Financing Mechanism.

- URL: Regulation on the EU renewable energy financing mechanism (EU/2020/1294 2020) (дата звернення 08.02.2023).
160. Дороніна І. І. Трансформація енергетичного сектору ЄС та України: відновлювальні джерела енергії. *Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України*. 2019. № 4. С. 122-129.
 161. Севастьянов Р. В. Перспективи виробництва водню в контексті співпраці України з ЄС. *Угода про асоціацію з ЄС як інструмент забезпечення стійкості економіки України* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (25-26 листопада 2021 року, м. Київ) : у 2 частинах. Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Навчально-науковий інститут міжнародних відносин, Центр досконалості Жана Моне, 2022. – С. 121-123.
 162. Electricity Market Design. European Commission. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/market-legislation/electricity-market-design_en (дата звернення 18.03.2023).
 163. Європейський парламент. *Як ЄС стимулює розвиток відновлюваної енергетики*. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20221128STO58001/how-the-eu-is-boosting-renewable-energy> (дата звернення 15.01.2023).
 164. Стучинська Н. П. Енергетична безпека України: сутність і можливості реалізації. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 9. С. 104-108.
 165. Li B. Pricing Dynamics of Natural Gas Futures. *Energy Economics*. 2019. Vol. 78. P. 91-108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.10.024>.
 166. Зябіна Є. А., Люльов О. В., Пімоненко Т. В. Розвиток зеленої енергетики як шлях до енергетичної безпеки національної економіки: досвід країн ЄС. *Науковий вісник Полісся*. 2019. № 3 (19). С. 30–48.
 167. Данілкова А. Ю. Система специфічних механізмів політики енергоефективності промислових підприємств України. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2016. № 4 (1). С. 142-146.
 168. Оніпко Т. А. Інноваційні кластери Норвегії: сучасний стан та перспективи розвитку. *Науковий вісник Міжнародного гума-*

- нітарного університету. Серія : Економіка і менеджмент. 2017. № 26 (1). С. 68-72.
169. Біла С. О., Овчаренко К. Ю. Роль «зеленої енергетики» у забезпеченні міжнародної економічної безпеки. *Стратегія розвитку України*. 2019. № 1. С. 26-34.
170. Slyusarenko I., Braichevska O., Tsvietkov O. Динаміка відносин між Україною та Королівством Норвегія в умовах агресії Російської Федерації проти України. *Міжнародні відносини, суспільні комунікації та регіональні студії*. 2021. № 3(11). С. 182-200.
171. Романюк Р. В. Розвиток альтернативних видів енергії в контексті реформування енергетичного ринку Західного регіону України. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія : Економічні науки*. 2020. № 4. С. 171-176.
172. Закон України «Про енергетичну ефективність» №1818-І від 03.08.2022. ВВР. 2022. № 2. Ст. 8. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text> (дата звернення 05.02.2023).
173. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. URL: https://www.nas.gov.ua/siaz/Ways_of_development_of_Ukrainian_science/article/15036.3.012.pdf (дата звернення 05.02.2023).
174. Закон України «Про Фонд енергоефективності» № 2095-VIII від 3.08.2022. ВВР. 2017. № 32. Ст. 344. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2095-19#Text> (дата звернення 05.02.2023).
175. Розпорядження КМУ від 29.12.2021 р. № 1803-р «Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-%D1%80#Text> (дата звернення 5.02.2023).
176. World Bank. Energy. Statistics. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/ee8a5cd7-ed72-542d-918b-d72e07f96c79> (дата звернення 07.12.2022).
177. National Commission for State Regulation of Energy and Public Utilities. Report on the Results NCSREPU Activity in 2018: decree №440, 29.03.2019. URL: http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/Catalog3/Richnyi_zvit_NKREKP_2018.pdf. (дата звернення 09.12.2022).
178. Резнікова Н. В. Економічна незалежність країн в умовах глобальних трансформацій. Київ : Аграр Медіа Груп, 2018. 460 с.

179. Tian J., Yu L., Xue R., Zhuang S. and Shan Y. Global Low-Carbon Energy Transition in the Post-COVID-19 era. *Applied Energy*. 2022. Vol. 307. URL: Global low-carbon energy transition in the post-COVID-19 era (bham.ac.uk) (дата звернення 01.02.2023).
180. Cantarero M. M. V. Of Renewable Energy, Energy Democracy, and Sustainable Development: A Roadmap to Accelerate the Energy Transition in Developing Countries. *Energy Research & Social Science*. 2020. Vol. 70. URL: Of renewable energy, energy democracy, and sustainable development: A roadmap to accelerate the energy transition in developing countries | Semantic Scholar (дата звернення 23.01.2023).
181. Qadir S. A., Al-Motairi H., Tahir F., and Al-Fagih, L. Incentives and Strategies for Financing the Renewable Energy Transition: A review. *Energy Reports*. 2021. Vol. 7. P. 3590-3606.
182. Goncharuk A., Figurek A., Truba V. and Nyenno I. Managing Energy Consumption: a Case of Natural Gas as a Taxation Tool in Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*. 2019. Vol. 17 (4). P. 360-369. DOI:10.21511/ppm.17(4).2019.29.
183. Гончаренко Н. І., Рудич А. А., Саакян І. Р. Зелена економіка як сучасний тип економічного розвитку. *In the 1st International Scientific and Practical Conference «Science and Technology: Problems, Prospects and Innovations»* (October 19-21, 2022) CPN Publishing Group, Osaka, Japan. 2022. 550 p.
184. Cantarero M. M. V. Of Renewable Energy, Energy Democracy, and Sustainable Development: A Roadmap to Accelerate the Energy Transition in Developing Countries. *Energy Research & Social Science*. 2020. Vol. 70. URL: Of renewable energy, energy democracy, and sustainable development: A roadmap to accelerate the energy transition in developing countries | Semantic Scholar (дата звернення 24.01.2023).
185. Gielen D., Boshell F., Saygin D., Bazilian M. D., Wagner N. and Gorini R. The Role of Renewable Energy in the Global Energy Transformation. *Energy Strategy Reviews*. 2019. Vol. 24. P. 38-50.
186. Steffen B., Egli F., Pahle M. and Schmidt T. S. Navigating the Clean Energy Transition in the COVID-19 Crisis. *Joule*. 2020. Vol. 4 (6). P. 1137-1141.

187. Sweerts B., Dalla Longa F. and Van Der Zwaan B. Financial de-risking to unlock Africa's renewable energy potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 102. P. 75-82.
188. Müller F. and Claar S. Auctioning a «just energy transition»? South Africa's Renewable Energy Procurement Programme and its Implications for Transition Strategies. *Review of African Political Economy*. 2021. Vol. 48(169). P. 333-351.
189. Africa. IRENA. URL: <https://www.irena.org/How-we-work/Africa> (дата звернення 10.02.2023).
190. AREI. Africa Renewable Energy Initiative. URL: <http://www.arei.org> (дата звернення 10.02.2023).
191. United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA). URL: <https://www.un.org/en/desa> (дата звернення 10.02.2023).
192. IRENA. Renewable Capacity Highlights, 11 April 2022. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Apr/IRENA_RE_Capacity_Highlights_2022.pdf?la=en&hash=6122BF5666A36BEC5AAA2050B011ECE255B3BC7 (дата звернення 10.02.2023).
193. Sustainable Development Goal 7: Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy for All. UN DESA, New York, NY (2017). URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg7> (дата звернення 12.02.2023).
194. IRENA. The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025 IRENA, Abu Dhabi (2016). URL: <http://www.irena.org/menu/?mnu=Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=2733> (дата звернення 12.02.2023).
195. IRENA, I. (2019). global energy transformation: A roadmap to 2050 (2019 edition), international renewable energy agency. abu dhabi, Tech. rep. URL: <https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition> (дата звернення 10.02.2023).
196. IEA. Global EV Outlook 2017 OECD/IEA, Paris. URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/global-ev-outlook-2017.html> (дата звернення 12.02.2023).
197. Желєзна Т. А. Європейський «зелений» курс і нові можливості для розвитку відновлюваної енергетики. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2021. № 43(1). С. 75-81.

198. Makeienko P. Світове енергоспоживання та роль цифровізації в подоланні енергетичної кризи. *Європейський науковий журнал економічних та фінансових інновацій*. 2023. № 1(11). С. 176-189.
199. Morris C., Pehnt M., Landgrebe D., Jungjohann A., Bertram R., Glastra K. and Franke A. Energy Transition. *The German Energiewende*. 2012.
200. Lennon B., Dunphy N. P. and Sanvicente E. Community Acceptability and the Energy Transition: A Citizens' Perspective. *Energy, Sustainability and Society*. 2019. Vol. 9(1). P. 1-18.
201. Dominković D. F., Bačeković I., Pedersen A. S. And Krajačić G. The Future of Transportation in Sustainable Energy Systems: Opportunities and Barriers in a Clean Energy Transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 82. P. 1823-1838.
202. Kalair A., Abas N., Saleem M. S., Kalair A. R. and Khan N. Role of Energy Storage Systems in Energy Transition from Fossil Fuels to Renewables. *Energy Storage*. 2021. Vol. 3(1). URL: Role of energy storage systems in energy transition from fossil fuels to renewables-Kalair-2021-Energy Storage-Wiley Online Library (дата звернення 10.02.2023).
203. Brugger H., Eichhammer W., Mikova N. and Dönitz E. Energy Efficiency Vision 2050: How will New Societal Trends Influence Future Energy Demand in the European Countries? *Energy Policy*. 2021. Vol. 152. URL: Energy Efficiency Vision 2050: How will new societal trends influence future energy demand in the European countries? (repec.org) (дата звернення 10.02.2023).

ДОДАТКИ

Показники викидів CO² по досліджуваним країнам

Країна	Викиди CO ₂ (метричні тонни на душу населення)	Викиди CO ₂ від виробництва електроенергії та тепла, загальні (% від загального спалювання палива)	Викиди CO ₂ від споживання газоподібного палива (% від загального)	Викиди CO ₂ від споживання рідкого палива (% від загального)	Викиди CO ₂ від твердого споживання палива (% від загального)	Горючі відновлювані джерела енергії та відходи (% від загального обсягу енергії)
1	2	3	4	5	6	7
Австрія	7,97	33,8	25,37	50,9	20,34	11,43
Бельгія	9,65	27,14	31,96	49,41	15,33	2,14
Бразилія	2,09	19	11,3	66,36	14,56	21,76
Болгарія	6,12	66,25	12,9	25,4	58,88	4,33
Китай	5,64	51,68	2,32	13,86	73,44	7,57
Хорватія	4,78	35,61	26,81	53,92	11,97	12,72
Кіпр	6,76	50,12	0	89,6	1,06	0,92
Чеська Республіка	10,84	58,71	14,84	18,09	65,38	4,75
Данія	8,1	50,95	20,35	45,92	30,68	9,44
Естонія	12,64	77,04	8,41	9,2	80,81	11,12
Фінляндія	10,56	53,87	13,67	44,68	40,43	19,46
Франція	5,61	18,37	24,75	59,56	12,97	3,9
Німеччина	9,45	47,86	21,74	35,41	40,76	3,04
Греція	7,8	54,75	7,89	49,7	36,43	3,82
Угорщина	5,13	37,93	43,46	31,6	22,29	5,77
Ісландія	6,73	0,29	0	80,56	17,18	0,02
Індія	1,34	54,22	4,41	29,94	64,47	27,09
Ірландія	9,23	35,17	22,81	50,77	22,44	1,52
Італія	7,25	38,37	34,55	47,56	13,55	3,9
Латвія	3,45	29,44	39,5	52,21	4,43	24,59
Литва	4,27	42,47	39,9	51,09	5,79	10,46
Люксембург	20,8	10,64	22,55	70	2,78	1,78
Мальта	5,82	77,86	0	100	0	0,16
Нідерланди	10,74	42,47	44,12	38,53	16,59	1,24
Норвегія	9,47	34,89	27,08	61,8	6,74	3,82
Польща	7,97	57,38	9,46	19,61	68,51	5,17
Португалія	5,24	41,94	15,89	57,75	20,17	10,73
Румунія	4,21	52,28	30,84	29,83	34,89	9,15
Словацька Республіка	6,67	41,62	31,41	21,58	42,33	2,81

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7
Словенія	7,38	40,46	12,34	47,54	36,79	7,38
Іспанія	6,61	38,23	21,1	53,93	19,66	3,55
Швеція	5,26	23,85	4,43	73,83	19,14	16,1
Туреччина	3,94	40,68	22,86	28,52	39,29	5,06
Україна	6,28	47,26	38,03	12,74	47,45	0,68
Об'єднане Королівство	7,91	44,84	36,18	36,49	25,68	1,09
Сполучені Штати	17,93	48,16	23,74	41,04	34,26	2,8
СВІТ	4,43	48,54	19,63	33,06	41,62	7,72

Джерело: розраховано автором за даними Світового банку [82]

Додаток Б
Таблиця Б.1

Споживання та виробництво електроенергії по досліджуваним країнам світу в середньому за 2011-2021 роки

Країна	Споживання електроенергії (кВт-год на душу населення)	Виробництво електроенергії з вугільних джерел (% від загального)	Виробництво електроенергії з гідроелектро-станцій (% від загального)	Виробництво електроенергії з джерел природного газу (% від загального)	Виробництво електроенергії з ядерних джерел (% від загального)
Австрія	8078,122	11,46164	60,70382	16,16266	0
Бельгія	8279,362	9,685354	0,403809	27,64993	52,9671
Бразилія	2183,64	2,90765	78,20297	6,432321	3,09143
Болгарія	4387,925	47,15727	7,935706	4,476244	37,95421
Китай	2418,56	77,27293	16,63922	1,228733	1,927825
Хорватія	3640,348	17,68797	51,97116	16,95586	0
Кіпр	4067,384	0	0	0	0
Чеська Республіка	6258,55	60,44985	2,629775	1,851277	31,18608
Данія	6398,448	43,72716	0,058674	17,88671	0
Естонія	5925,862	3,066967	0,20794	3,268047	0
Фінляндія	16128,88	15,56003	18,04717	13,04986	30,65114
Франція	7439,978	4,235359	10,63926	3,63094	77,736
Німеччина	7102,54	47,47578	3,315363	11,81842	22,35256
Греція	5295,397	55,12301	8,032913	17,31654	0
Угорщина	3802,719	20,74712	0,611025	29,16794	41,6937
Ісландія	40990,68	0	75,7186	0	0
Індія	571,0328	69,145	12,80768	9,47173	2,620319
Ірландія	5992,899	19,91751	2,708883	51,16768	0
Італія	5524,986	15,99282	15,04709	45,08592	0
Латвія	2988,33	0,01	55,51057	39,15994	0
Литва	3384,501	0	5,767962	31,88517	49,16802

Продовження таблиці Б.1

Люксембург	7139,10	0	4,644942	86,11935	0	0,021883
Мальта	4778,081	0	0	0	0	99,05268
Нідерланди	6888,158	27,67951	0,095295	56,68098	3,761615	1,841351
Норвегія	24262,12	0,1	97,3541	1,346908	0	0,022177
Польща	3621,10	89,6	1,423545	2,824132	0	1,585387
Португалія	4663,371	26,94284	21,87164	23,47335	0	10,09997
Румунія	2420,799	36,63571	27,3	15,5027	14,48228	2,901491
Словацька Республіка	5130,84	16,56336	15,08211	7,575317	55,72438	2,077312
Словенія	6677,86	32,90707	25,63156	2,750087	36,83501	0,244051
Іспанія	5725,81	21,42297	10,88296	24,43823	21,2841	7,165282
Швеція	14862,86	1,211537	44,37543	0,601987	43,21917	0,946522
Туреччина	2270,023	27,32618	22,85	44,81426	0	3,2285
Україна	3328,152	34,57285	5,897739	12,01853	46,31899	0,4007
Об'єднане Королівство	5856,635	32,95445	1,314789	37,50108	19,46759	1,142434
Сполучені Штати	13298,13	45,9523	6,309772	22,33475	19,40384	1,847966
Світ	2786,887	40,04392	15,92245	21,00479	13,28433	4,906914

Джерело: розраховано автором за даними Світового банку [82]

**Значення показників при моделюванні оптимальних сценаріїв
постачання на світовому енергетичному ринку**

Показник	Значення
1	2
MOO	Багатоцільова оптимізація
PSE	Розробка технологічних систем
SAA	Вибіркове середнє наближення
SC	Ланцюг поставок
SCM	Управління ланцюгом поставок
<i>c</i>	Сценарії
<i>E</i>	постачальник енергії
<i>F</i>	походження ресурсів
<i>f'</i>	призначення енергоресурсів
<i>I</i>	Завдання
<i>J</i>	технологія (обладнання для обробки/попередньої обробки)
<i>K</i>	Інтервал для апроксимації (Економія від масштабу)
<i>M</i>	Ринок
<i>P</i>	Виробник
<i>S</i>	Матеріальний стан
<i>T</i>	Період часу
<i>C</i>	Набір сценаріїв
<i>Erm</i>	Постачальники, які постачають сировину
<i>Eprod</i>	Постачальники, які надають виробничі послуги
<i>Etr</i>	Постачальники, які надають транспортні послуги
<i>FP</i>	Матеріали, які є кінцевими продуктами
<i>I</i>	Завдання і зі змінним введенням
<i>Ij</i>	Завдання і, які можна виконати в техніці j
<i>Je</i>	Технологія j, доступна у постачальника e
<i>Jf</i>	Техніка, яку можна встановити на місці f
<i>Ji</i>	Технологія, яка може виконувати завдання і
<i>JStor</i>	Технології для здійснення діяльності зі зберігання
<i>Mkt</i>	Локації ринку
<i>Ntr</i>	Не транспортні завдання
<i>RM</i>	Матеріали, які є сировиною
<i>Sup</i>	Розташування постачальників
<i>Ts</i>	Завдання, яке створює матеріал s
<i>Ts</i>	Завдання, яке потребує матеріалу s
<i>xc*</i>	Оптимальний набір рішень для сценарію c
<i>Asftc</i>	Максимальна доступність сировини s у період t у місці f та для сценарію c
<i>Demsft</i>	Попит на продукт s на ринку f у період t

1	2
$Distanceff'$	Відстань від місця f до місця f'
$FCFJjft$	Фіксована вартість одиниці технології j потужності в місці f у період t
$FEjfk_{limit}$	Приріст потужності, що дорівнює верхній межі в інтервалі k для технології j на установці f
$InvestMV$	Потрібні інвестиції для середньої напруги
$pc'new$	Нова ймовірність появи для сценарію c'
$pc'orig$	Початкова ймовірність виникнення для сценарію c'
$Pricesft$	Ціна продукту s на ринку f у період t
$Pricejfk_{limit}$	Інвестиції, необхідні для приросту потужності, що дорівнює верхній межі інтервалу k для технологія j в установі f
$Probc$	Імовірність появи сценарію c
$rate$	Знижка
β_jf	Мінімальний рівень використання потужності технології j , дозволений у місці j
cdc,c'	Представляє «вартість переміщення» від сценарію c до c'
$DamCgftc$	Нормалізований збиток кінцевої точки g для розташування f у період t і сценарій c
$ENPV$	Очікувана чиста поточна вартість
$EPurchetc$	Економічна вартість продажів, здійснених за період t протягом сценарію c
$ESalestc$	Економічна вартість продажів, здійснених за період t і сценарій c
$ESoC$	Очікувана соціальна продуктивність
$FAssetft$	Інвестиції в основний капітал за період t
$FCostft$	Фіксована вартість у закладі f за період t
$Fjft$	Загальна потужність технології j протягом періоду t у місці f
$FEjft$	Збільшення потужності технології j у місці f протягом періоду t
$functc$	Цільова функція, отримана за допомогою одного сценарію ($c \in C$)
$functc'$	Цільова функція, отримана за допомогою одного сценарію ($c' \in C'$)
$functorigexp$	Очікувана цільова функція, отримана за допомогою оригінального набору сценаріїв
$functnewexp$	Очікувана цільова функція, отримана за допомогою скороченого набору сценаріїв
$ICaftc$	Середня точка вплив на навколишнє середовище, пов'язаний з ділянкою f , який виникає внаслідок діяльності в період t і сценарій c
$NPVc$	Економічна метрика для детермінованого випадку (лише один сценарій c)

1	2
$P_{ijff'tc}$	Конкретна діяльність завдання i з використанням технології j протягом періоду t , джерелом якої є місце розташування f і пунктом призначення є місце f' і сценарій c
$Profit_{ftc}$	Прибуток, отриманий за період для кожного закладу f за період часу t і сценарій c
$Purchet_{pr}$	Сума грошей, що підлягає сплаті постачальнику e за період t , пов'язаний з виробничою діяльністю
$Purchet_{rm}$	Сума грошей, що підлягає сплаті постачальнику e за період t , пов'язана зі споживанням сировини, матеріалів
$Purchet_{tr}$	Сума грошей, що підлягає сплаті постачальнику e за період t , пов'язана зі споживанням транспортних послуг
$relative\ error$	Відносна похибка для ітераційної процедури
$Sales_{ff'tc}$	Кількість продукту s , проданого з місця f на ринку f' за період t і сценарій c
Ss_{ftc}	Кількість запасів s у місці f у період t та сценарій c .

Джерело: власна розробка автора

Наукове видання

КОГУТ-ФЕРЕНС Оксана Ігорівна

**РОЗВИТОК СВІТОВОГО РИНКУ ЕНЕРГЕТИКИ:
ТРАНСФОРМАЦІЙНИЙ ДИСКУРС**

МОНОГРАФІЯ

Видання в авторській редакції

Головний редактор – *Василь Головчак*
Комп'ютерна верстка – *Віра Яремко*

Підп. до друку 21.07.2023. Формат 60x84/16.
Гарнітура “Times New Roman”. Тираж 300 прим. Ум. друк. арк. 13,4.

Видавець

Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника
76018, м. Івано-Франківськ, вул. С. Бандери, 1,
тел. 75-13-08, e-mail: vdvcit@pnu.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7616 від 26.05.2022

Виготовлювач

ISBN 978-966-640-545-9