

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Економічний факультет

Кафедра міжнародної економіки та світового господарства

Реєстр № _____
Нормоконтролер

«До захисту»
в.о. зав. кафедри
к. е. н., доц. Шуба Т. П.

**ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ТРАНСФОРМАЦІЇ ПАЛИВНО-
ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ**

Кваліфікаційна робота бакалавра

Виконала:
студентка 4-го курсу
першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти
денної форми навчання
гр. ЕМ-42

Олександра ПОТОЦЬКА

Науковий керівник:
к. е. н., доцент

Тетяна КІМ

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. Теоретико-методологічні засади дослідження трансформації паливно-енергетичного балансу	8
1.1. Поняття і сутність трансформації паливно-енергетичного балансу	8
1.2. Методологічні основи аналізу та оцінки ефективності трансформації паливно-енергетичних балансів	17
1.3. Законодавчо-правова база, що сприяє трансформації ПЕБ в країнах ЄС	26
Висновки до розділу 1.....	29
РОЗДІЛ 2. Аналіз досвіду трансформації паливно-енергетичних балансів у європейських країнах	32
2.1. Порівняльний аналіз процесу і результатів трансформації паливно-енергетичних балансів в країнах Європи	32
2.2. Роль державного регулювання у процесі трансформації паливно-енергетичного балансу в Європейських країнах	45
2.3. Перспективи розвитку паливно-енергетичних балансів у Європі.....	52
Висновки до розділу 2.....	63
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69
ДОДАТОК А. Вартість електроенергії в Італії, Німеччині, Франції (EUR / MWh).....	79
ДОДАТОК Б. Основні напрями вдосконалення розвитку паливно- енергетичних балансів у Європі.....	80
ДОДАТОК В. Європейський досвід сталого розвитку паливно- енергетичного комплексу для України.....	81

ВСТУП

Актуальність дослідження трансформації паливно-енергетичних балансів у Європейських країнах зумовлена кількома важливими чинниками. У сучасних умовах стрімких трансформаційних процесів, що розгортаються у світогосподарській системі, які зокрема зумовлені її впливом на зміну клімату, загостренням проблеми енергозабезпечення, країни Європи стикаються з необхідністю модернізації своїх енергетичних систем, щоб забезпечити стійкий розвиток та знизити залежність від викопних джерел енергії. Одним із головних аспектів цієї трансформації є оптимізація паливно-енергетичних балансів, які відіграють ключову роль у забезпеченні енергетичної безпеки, економічного зростання та виконанні міжнародних зобов'язань щодо скорочення викидів парникових газів.

Зміни у паливно-енергетичних балансах, спричинені глобальними економічними та політичними змінами, потребують належної теоретичної та практичної оцінки. Тому вивчення європейського досвіду трансформації енергетичних балансів має велике значення для адаптації відповідних процесів в інших країнах, зокрема, в Україні, де енергетична ефективність та сталий розвиток залишаються важливими елементами національної стратегії [24].

Огляд європейського досвіду дозволяє не тільки оцінити позитивні практики та методи, а й визначити можливі проблеми, з якими зіштовхуються країни в процесі трансформації своїх енергетичних балансів. Це створює основу для розробки рекомендацій для українських реалій, що сприятиме інтеграції України у європейську енергетичну систему, зокрема, в рамках реалізації угод щодо зеленої енергетики та забезпечення енергетичної незалежності.

Ступінь наукової вивченості. Теоретичні засади дослідження енергетичної безпеки, трансформації енергетичних систем та паливно-енергетичних балансів активно розробляються як зарубіжними, так і вітчизняними науковцями. Серед іноземних дослідників, які зробили вагомий

внесок у формування концептуальних основ цієї тематики, варто відзначити К. Девіса, Л. Леал-Аркаса, А. Філіса, Е. Ліпперта, Т. Брауна, М. Джонсона, Ц. Вана, Л. Чжана, Х. Чена, Дж. Ву, І. Єзгула, М. Лі, Р. Міллера, Р. Джонсона, Л. Андерсона, Х. Чу, Й. Міллера, К. Махоні, Г. Діаза, Г. Лопеса та інших.

В Україні теоретичні й прикладні аспекти енергетичної безпеки досліджували такі вчені, як О.М. Суходоля, Ю.М. Харазішвілі, В.Р. Купчак, О.М. Павлова, які брали участь у створенні фундаментальних аналітичних доповідей і монографій [6; 15]. Також заслуговує на увагу досвід Т.М. Базюка, який досліджував регіональні енергетичні баланси [1], та В.П. Гламаздіна, О.В. Мельника, В.М. Тонкоголосоюка, які вивчали функціонування ПЕК в умовах воєнної агресії [7].

Окремі аспекти енергетичного розвитку та безпеки знайшли своє відображення в працях Т.Г. Затонацької, М.В. Іваницького [11], В.О. Копанчука [13], О.Є. Голубевої, С.О. Завальнюка, О.І. Солодовнікової, І.В. Карпенка, О.В. Куриленка, І.С. Синиці, О.О. Ільченко, І.В. Яковюка та інших вітчизняних учених. Важливими є також дослідження, присвячені формалізації механізмів забезпечення стійкості енергетичної безпеки України [2], класифікації загроз в умовах воєнних викликів [14], а також розбудові розумних енергетичних мереж [9].

Таким чином, питання енергетичної безпеки розглядаються комплексно в контексті національної безпеки, інноваційного розвитку та адаптації до викликів воєнного часу, що обумовлює актуальність подальших наукових досліджень у цьому напрямі.

Метою дослідження є на основі аналізу європейського досвіду трансформації паливно-енергетичного балансу визначити методи, інструменти та стратегічні підходи, що застосовуються для адаптації енергетичних систем до нових викликів та тенденцій.

Для досягнення мети були сформульовані і вирішені наступні дослідницькі задачі:

- вивчити поняття і сутність трансформації паливно-енергетичного балансу;
- висвітлити методологічні основи аналізу та оцінки ефективності трансформації паливно-енергетичних балансів;
- охарактеризувати законодавчо-правову базу, що сприяє трансформації ПЕБ в країнах ЄС;
- здійснити порівняльний аналіз процесу і результатів трансформації паливно-енергетичних балансів в країнах Європи;
- визначити роль державного регулювання у процесі трансформації паливно-енергетичного балансу в Європейських країнах;
- оцінити перспективи розвитку паливно-енергетичних балансів у Європі.

Об’єктом дослідження є процес трансформації паливно-енергетичних балансів в сучасних умовах розвитку світової економіки.

Предметом дослідження є європейський досвід трансформації паливно-енергетичного балансу.

Методи дослідження. Метод логічного узагальнення використано для визначення основних концепцій трансформації енергетичних балансів; метод системного аналізу – для оцінки змін у структурі енергетичних систем; методи порівняльного аналізу – для вивчення різних підходів до трансформації паливно-енергетичних балансів у країнах Європи; методи економічного аналізу – для оцінки економічних наслідків змін в енергетичних балансах; метод угруповань, який дозволяє класифікувати країни Європи за різними критеріями (наприклад, рівень розвитку відновлювальних джерел енергії або темпи скорочення викидів CO₂), що дозволяє виявити загальні тенденції та специфічні особливості в їхніх стратегіях.

Інформаційну базу дослідження матеріали офіційних веб-сайтів – державних установ та міжнародних організацій, наукові публікації, аналітичні звіти та нормативно-правова документація, законодавство та документи щодо державного регулювання європейських країн.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Тези основних висновків кваліфікаційної роботи опубліковані у збірнику наукових праць 3 Міжнародної науково-практичної конференції «Modern Science, Economy and Digital Innovation» (Бухарест, Румунія, 7-9 травня 2025 р.): Pototska O. Теоретичні особливості дослідження трансформації паливно-енергетичного балансу. Modern Science, Economy and Digital Innovation: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. May 7-9, 2025. Bucharest, Romania. 113-116 p. URL: <https://isu-conference.com/en/archive/modern-science-economy-and-digital-innovation-7-05-25/>

Структура кваліфікаційної роботи бакалавра складається зі вступу, двох розділів, висновків. Робота містить 81 сторінку тексту, 9 таблиць, 5 рисунків. Перелік використаних джерел складають 79 позиції.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ

1.1. Поняття і сутність трансформації паливно-енергетичного балансу

Сучасна геополітична ситуація та посилення невизначеності й кризових явищ в енергетичній сфері підвищують актуальність питання енергетичної безпеки на глобальному рівні та для України зокрема. Енергетика є основою функціонування сучасної цивілізації, вона визначає напрямки і темпи соціально-економічного розвитку глобальної економічної системи, її безпеку та структуру міжнародних відносин. Енергія виступає як життєва сила будь-якої економічної системи, і майже всі сфери людської діяльності прямо чи опосередковано пов'язані з виробництвом і використанням енергії.

Поняття енергії охоплює здатність системи до виконання роботи та забезпечення функціонування технічних, економічних і соціальних процесів. Енергія є основою функціонування економіки, фактором національної безпеки та важелем сталого розвитку держави. Саме тому в умовах глобальних трансформацій енергетична проблематика посідає одне з ключових місць у національній політиці [6, с. 22]. Енергія є фундаментальною основою існування та розвитку сучасного суспільства, забезпечуючи функціонування економіки, промисловості та задовольняючи життєві потреби населення [2, с. 88]. Її надійне та стале постачання є критично важливим для національної безпеки та добробуту кожної держави.

Під енергетикою розуміється сукупність галузей і підгалузей, що забезпечують виробництво, транспортування, розподіл та використання енергії. Енергетична безпека (ПЕБ), у свою чергу, трактується як здатність держави гарантувати безперервне, якісне й економічно доступне постачання енергетичних ресурсів за будь-яких умов [7, с. 14]. За О.М. Суходолею та

Ю.М. Харазішвілі, ПЕБ включає індикатори стабільності енергопостачання, диверсифікації джерел енергії, ефективності її використання й екологічної безпеки [28, с. 47]. Енергетика, як галузь економіки, що охоплює виробництво, транспортування та розподіл енергії, відіграє ключову роль у забезпеченні енергетичної безпеки. Паливно-енергетичний баланс (ПЕБ) відображає співвідношення між надходженням та споживанням різних видів енергоресурсів у державі за певний період [33, с. 267]. Ефективне управління ПЕБ є необхідною умовою для стабільного енергозабезпечення.

Трансформація паливно-енергетичного балансу (ПЕБ) – це процес структурної перебудови енергетичної системи країни з урахуванням екологічних викликів, новітніх технологій та міжнародних зобов'язань щодо декарбонізації. Згідно з В. Лісовим, трансформація ПЕБ означає перехід до низьковуглецевої економіки, яка базується на використанні відновлюваних джерел енергії та енергоефективних технологій [32, с. 125].

Передумови трансформації ПЕБ в Україні мають комплексний характер. По-перше, це висока залежність від імпортованих енергоносіїв, що створює загрози для національної безпеки [9, с. 17]. По-друге, це значна зношеність інфраструктури енергетичного комплексу [6, с. 13]. По-третє, активізація воєнних дій на території України у 2022-2024 рр. спричинила масштабні руйнування енергетичних об'єктів, що вимагає переосмислення архітектури ПЕБ [15, с. 278]. Також варто враховувати глобальний тренд переходу до «зеленої» енергетики, що спонукає до реформ внутрішнього ринку [27, с. 37].

Автор Бондаренко В. підкреслює значення енергетичної диверсифікації та розвитку альтернативних джерел енергії для сталого розвитку енергетичного сектору. Натомість, Гламаздин В.П. та інші дослідники фокусуються на стратегічному плануванні в енергетичному секторі, акцентуючи на необхідності адаптації до зовнішніх викликів [7, с. 12].

Дослідники Б.О. Походенко та О.І. Солодовнікова звертають увагу на важливість управління балансом для зниження ризиків для підприємств енергетичного комплексу [23, с. 65]. Зокрема, Ю. Клят наголошує на

забезпеченні різноманіття джерел енергопостачання для стійкості енергетичних систем [14, с. 273]. Автор Н.М. Левченко розглядає питання інтеграції різних типів енергетичних ресурсів, акцентуючи на перехід до більш відновлюваних джерел енергії в рамках європейської енергетичної політики [17, с. 1247]. Таким чином, паливно-енергетичний баланс (ПЕБ) – це сукупність різних джерел енергії, які забезпечують економічний розвиток та життєдіяльність суспільства в масштабах країни, регіону, світу.

Трансформація паливно-енергетичного балансу (ПЕБ) є складним і багатофункціональним процесом, що відображає зміну структури та функціонування енергетичних систем на всіх рівнях – від окремих підприємств до національного масштабу. ПЕБ – це концепція, яка охоплює використання, виробництво, транспортування та споживання енергетичних ресурсів, а також взаємозв'язок між енергетичними потребами та економічними можливостями держави. Трансформація цього балансу має на меті адаптацію енергетичної системи до сучасних викликів, таких як зміна клімату, розвиток новітніх технологій та забезпечення енергетичної безпеки [23, с. 64].

Трансформація ПЕБ являє собою якісні зміни у структурі виробництва та споживання енергоресурсів, спрямовані на підвищення енергетичної безпеки, енергоефективності та зменшення негативного впливу на довкілля [17, с. 1248]. Цей процес включає диверсифікацію джерел енергії, розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), впровадження енергозберігаючих технологій та оптимізацію енергетичної інфраструктури [9, с. 47].

Необхідність трансформації ПЕБ викликана низкою передумов, серед яких вичерпність традиційних енергоресурсів, зростання цін на них, геополітична нестабільність та загострення екологічних проблем, зокрема зміни клімату [16, с. 125]. Військова агресія російської федерації проти України стала додатковим потужним стимулом для прискорення трансформації енергетичного сектору з метою зменшення залежності від ворожих поставок [21, с. 65]. Основною метою трансформації ПЕБ на найближчий час є забезпечення стабільного та надійного енергопостачання в умовах зовнішніх та внутрішніх

загроз [11]. У довгостроковій перспективі мета полягає у створенні стійкої, низьковуглецевої енергетичної системи, здатної задовольнити потреби суспільства та економіки, мінімізуючи при цьому екологічні наслідки [33, с. 267]. Основним завданням трансформації ПЕБ є забезпечення енергетичної безпеки, що включає в себе не лише стабільне постачання енергії, але й її доступність, ефективність і відповідність екологічним стандартам. Оскільки енергетика є основою для розвитку будь-якої економіки, її трансформація дозволяє країні не тільки підвищити свою енергетичну незалежність, але й значно поліпшити екологічну ситуацію, створити нові економічні можливості через розвиток відновлювальних джерел енергії та інноваційних технологій.

Трансформація ПЕБ відбувається на основі концепції сталого розвитку, яка передбачає збалансоване поєднання економічного зростання, соціального розвитку та охорони навколишнього середовища [29, с. 10]. Парадигма енергетичної безпеки еволюціонує від фокусу на фізичній доступності ресурсів до більш широкого розуміння, що включає економічну доступність, екологічну стійкість та соціальну справедливість [60]. У рамках трансформації паливно-енергетичного балансу змінюються основні принципи організації енергетичних ресурсів. Це включає перехід від традиційних джерел енергії, таких як вугілля, нафтопродукти, до альтернативних і поновлюваних джерел енергії (сонце, вітер, біомаса). Одним з основних завдань є зниження залежності від імпортованих енергоресурсів, що підвищує енергетичну автономію країни та зменшує ризики, пов'язані з глобальними політичними та економічними коливаннями.

Трансформація ПЕБ здійснюється згідно з концепцією низьковуглецевого розвитку. Як зазначають Н. М. Левченко та Л. В. Антонова, цей підхід передбачає відмову від застарілої моделі енергоспоживання на користь енергоефективних технологій, відновлюваних джерел енергії та цифровізації управлінських процесів у секторі [17, с. 1253]. Водночас концепція передбачає зменшення енергетичної вразливості через регіоналізацію енергосистеми та розвиток мікрогенерації. Науково-емпіричний підхід до розробки такого

балансу передбачає врахування різних факторів, що впливають на енергетичну безпеку, соціально-економічний розвиток і екологічну стабільність території. Врахування цих чинників дозволяє зменшити внутрішні та зовнішні загрози, забезпечуючи ефективне використання енергетичних ресурсів та стабільність енергетичних поставок (рис. 1.1).

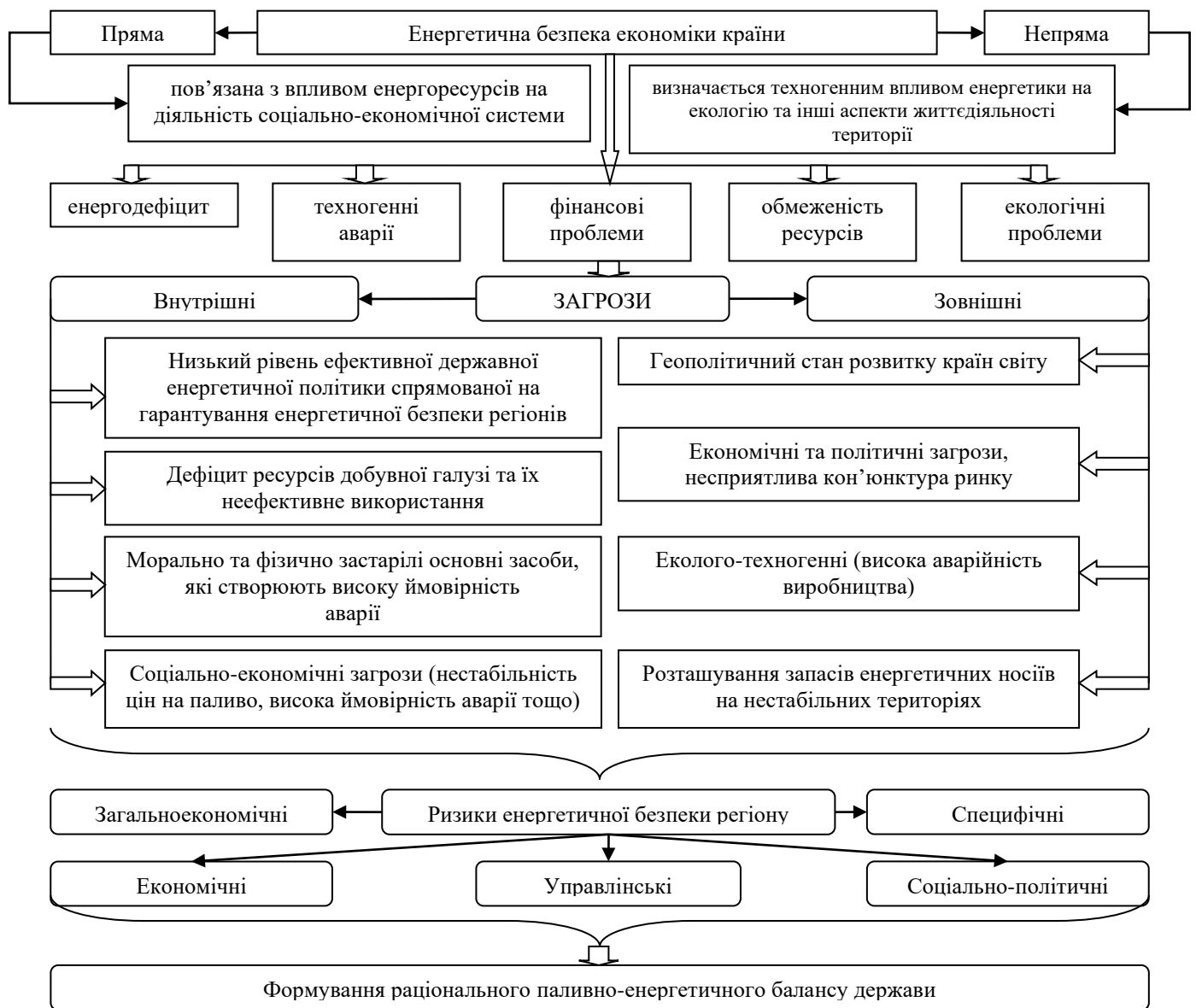


Рис. 1.1. – Науково-емпіричний підхід до формування раціонального паливно-енергетичного балансу держави

Джерело: побудовано автором на основі [15, с. 267].

Трансформація також передбачає модернізацію інфраструктури, включаючи впровадження новітніх технологій, які дозволяють підвищити

ефективність використання енергетичних ресурсів. Це включає розвиток розумних мереж енергетичних систем, що здатні інтегрувати різноманітні джерела енергії, а також використання інноваційних технологій для зберігання енергії, що сприяє підвищенню стабільності енергетичних поставок. Крім того, трансформація паливно-енергетичного балансу має великий вплив на екологічну ситуацію, оскільки зниження викидів парникових газів є важливим елементом цієї трансформації. Використання поновлюваних джерел енергії сприяє не лише зменшенню забруднення навколишнього середовища, але й відповідає глобальним трендам сталого розвитку, що актуальні для більшості держав світу [11].

Враховання всіх аспектів формування раціонального паливно-енергетичного балансу є важливим для забезпечення енергетичної безпеки держави та стабільного розвитку економіки. Внутрішні загрози, такі як дефіцит ресурсів, техногенні аварії та неефективне використання енергетичних ресурсів, потребують ретельного управлінського підходу і модернізації інфраструктури. Зовнішні загрози, зокрема геополітична ситуація та економічні ризики, визначають потребу в диверсифікації енергетичних постачань і стратегічних партнерствах. Ефективна енергетична політика, спрямована на зниження цих загроз, є основою для забезпечення енергетичної стабільності та розвитку національної економіки. Формування раціонального паливно-енергетичного балансу держави є складним і багатогранним процесом, що охоплює як внутрішні, так і зовнішні загрози та ризики, які виникають через техногенний вплив енергетики на екологію та інші аспекти життєдіяльності.

Отже, трансформація ПЕБ в Україні – це складний, багаторівневий процес, обумовлений як внутрішніми викликами, так і зовнішніми зобов'язаннями. Її успішна реалізація можлива лише за умов інтегрованого підходу, модернізації інфраструктури та сталого інституційного середовища. Трансформація паливно-енергетичного балансу є важливим процесом, що дозволяє адаптувати енергетичні системи до сучасних економічних, екологічних та технологічних викликів. Вона включає модернізацію

інфраструктури, впровадження відновлюваних джерел енергії та зниження залежності від імпортованих ресурсів. Це сприяє не тільки підвищенню енергетичної безпеки, а й забезпечує стійкий економічний розвиток, знижуючи ризики, пов'язані з глобальними політичними та екологічними змінами.

Трансформація паливно-енергетичного балансу (ПЕБ) є ключовим елементом розвитку світової економіки у XXI столітті. Глобальні виклики, пов'язані зі швидким зростанням енергоспоживання, зростанням вартості енергоносіїв та енергогенерації, а також екологічними проблемами, зумовлюють необхідність переосмислення підходів до енергетичного розвитку. Трансформація паливно-енергетичних балансів у сучасному світі є складним і багатогранним процесом, зумовленим впливом різних глобальних і локальних факторів. Зміни у цих балансах стають відповіддю на потреби стабільного розвитку економік, а також на виклики, пов'язані з екологічними та соціальними вимогами сучасності [21, с. 65]. У XXI столітті спостерігається кількісна і якісна трансформація глобального енергетичного ринку [14, с. 273]. Трансформація ПЕБ обумовлена низкою факторів, які вказують на необхідність змін у способах виробництва, розподілу та споживання енергії. Основні передумови включають:



Рис. 1.2. – Передумови трансформації ПЕБ у світовій економіці

Джерело: побудовано автором на основі [9, с. 45].

Збільшення глобального попиту на енергію пояснюється економічним зростанням, урбанізацією та розвитком промисловості. За даними Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА), споживання первинної енергії

зросло на 50% за останні три десятиліття. Геополітичні конфлікти, ресурсне виснаження та необхідність інвестування в нові технології спричинили зростання вартості енергії. Традиційна енергетика на основі викопного палива є головним джерелом викидів CO₂ [6, с. 29]. За даними ООН, енергетичний сектор відповідає за понад 70% глобальних парникових газів, що сприяє зміні клімату.

Важливим поняттям, що визначає сучасний ПЕБ, його ефективність, є енергозбереження, яке суттєво впливає як на енергозабезпечення, так і на енергоспоживання. Енергозбереження – це комплекс технологій та заходів, спрямованих на скорочення споживання енергії без зниження рівня комфорту чи продуктивності. Історично енергозбереження виникло у 1970-х роках як відповідь на нафтову кризу, що спонукало розробку енергоощадних технологій. Енергоефективність – це співвідношення отриманої користі (енергетичний результат) до витрат на енергоносії [1, с. 28]. Трансформація ПЕБ є складним багатофакторним процесом, що відбувається під впливом економічних, екологічних та технологічних чинників. Ключовими напрямками розвитку є енергоефективність, впровадження ВДЕ, зменшення залежності від викопних енергоносіїв та оптимізація управління енергетичними потоками [16, с. 125].

Сучасний етап розвитку енергоефективності охоплює застосування ВДЕ, цифрових технологій, інтелектуальних систем управління енергетичними ресурсами. Стратегічне значення має формування гнучкої, безпечної та екологічно орієнтованої енергетичної системи. На процес трансформації ПЕБ впливає значна кількість факторів. Технологічний прогрес сприяє розвитку та впровадженню новітніх енергетичних технологій, таких як ВДЕ, розумні мережі та системи зберігання енергії [25]. Економічні фактори, включаючи ціни на енергоресурси, інвестиції в енергетичний сектор та конкурентоздатність енергетичного ринку, також мають вирішальне значення [15, с. 121].

Трансформація ПЕБ визначається низкою факторів, які визначають напрями розвитку світової енергетики:

Ресурсний фактор	<ul style="list-style-type: none"> виснаження традиційних джерел енергії (нафта, газ, вугілля) та необхідність пошуку альтернативних джерел енергії.
Кліматичний фактор	<ul style="list-style-type: none"> глобальне потепління та необхідність скорочення шкідливих викидів, що стимулює розвиток відновлюваної енергетики.
Технологічний фактор	<ul style="list-style-type: none"> розвиток енергоефективних технологій, зокрема інноваційних рішень у сфері енергозбереження, акумуляції енергії та «розумних» енергосистем.
Ринковий фактор	<ul style="list-style-type: none"> зміна попиту на традиційні та альтернативні джерела енергії, інвестиційна привабливість ВДЕ.
Інституційний фактор	<ul style="list-style-type: none"> державна політика, міжнародні зобов'язання (Паризька угода), податкові стимули та енергетичні реформи.
Фактор якості життя	<ul style="list-style-type: none"> підвищення рівня енергетичної безпеки, доступність енергетичних ресурсів та комфортність житлових умов.

Рис. 1.3. – Фактори трансформації ПЕБ у світовій економіці

Джерело: побудовано автором на основі [22, с. 117].

Політичні та регуляторні фактори визначають стратегічні напрями розвитку енергетики, створюють стимули для впровадження енергоефективних та екологічно чистих технологій [20, с. 65]. Геополітичні фактори, такі як міжнародні відносини та енергетична залежність, можуть суттєво впливати на енергетичну безпеку та напрями трансформації ПЕБ [23, с. 71]. Крім того, соціальні фактори, включаючи громадську думку та рівень енергетичної бідності, також відіграють важливу роль у формуванні енергетичної політики [28, м. 21]. Зміна клімату та пов'язані з нею природні катаклізми також є важливими факторами, що зумовлюють необхідність переходу до більш стійких та децентралізованих енергетичних систем [14, с. 273]. Також на трансформацію паливно-енергетичного балансу впливає низка факторів: політична воля, наявність інвестицій, технічна готовність галузі, міжнародна підтримка, науково-технологічні інновації та ступінь інтеграції з європейським енергетичним простором [7, с. 14].

Отже, трансформація паливно-енергетичного балансу у світовій економіці є складним і багатовимірним процесом, що визначається поєднанням ресурсних, кліматичних, технологічних, ринкових, інституційних факторів та факторів якості життя. Виснаження традиційних енергоресурсів, необхідність зменшення шкідливих викидів, впровадження інноваційних технологій та зміни у світовій енергетичній політиці зумовлюють перехід до більш стійких та ефективних енергетичних систем. Водночас глобальна стратегія розвитку енергетики має враховувати баланс між економічними, екологічними та соціальними аспектами, спрямованими на забезпечення доступної, безпечної та екологічно відповідальної енергетики для майбутніх поколінь.

1.2. Методологічні основи аналізу та оцінки ефективності трансформації паливно-енергетичних балансів

Трансформація паливно-енергетичних балансів (ПЕБ) є складним та багатоаспектним процесом, спрямованим на забезпечення енергетичної безпеки, підвищення енергоефективності та декарбонізацію економіки [18, с. 81]. Для розуміння перебігу цього процесу та оцінки його ефективності необхідна розробка чітких методологічних основ. Аналіз та оцінка ефективності трансформації ПЕБ передбачає використання комплексу методів та визначення ключових параметрів, що відображають якісні зміни в структурі виробництва та споживання енергії. Визначення перебігу трансформації ПЕБ та оцінка її ефективності здійснюється за такими основними групами параметрів:

1. Структурні зміни ПЕБ відображає динаміку частки різних видів енергоресурсів у первинному та кінцевому енергоспоживанні. Ключовими індикаторами є зростання частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) (сонячної, вітрової, гідро-, біоенергії тощо), зменшення частки викопного палива (вугілля, нафти, природного газу), а також розвиток атомної енергетики (за її наявності та стратегічної ролі) [26]. Аналізуються зміни у виробництві електроенергії за джерелами, а також у структурі кінцевого споживання енергії

за секторами економіки (промисловість, транспорт, домогосподарства тощо). Важливим показником є рівень енергоємності ВВП, що характеризує ефективність використання енергії в економіці [13, с. 133].

2. Оцінка ефективності трансформації ПЕБ з точки зору енергетичної безпеки включає аналіз рівня залежності від імпорту енергоресурсів, ступеня диверсифікації джерел постачання та видів енергії, стійкості енергетичної системи до зовнішніх шоків та криз, а також розвитку власної енергетичної інфраструктури та її кібербезпеки. Зменшення залежності від одного або кількох домінуючих постачальників та збільшення частки власного виробництва енергії, особливо з ВДЕ, є ознаками підвищення енергетичної безпеки [14, с. 281].

3. Енергоефективність характеризують прогрес у зниженні енергоспоживання на одиницю виробленої продукції або наданої послуги. До них належать показники енергоємності різних секторів економіки, рівень впровадження енергозберігаючих технологій та практик [23, с. 71], а також зменшення питомих витрат енергії в процесах виробництва, транспортування та споживання [18, с. 81]. Зниження енергоємності є ключовим фактором для зменшення енергетичної залежності та викидів парникових газів [25].

4. Оцінка екологічної ефективності трансформації ПЕБ базується на аналізі динаміки викидів парникових газів (CO_2 , CH_4 , N_2O тощо) від енергетичного сектору [23, с. 71], рівня забруднення атмосферного повітря, води та ґрунтів внаслідок виробництва та використання енергії, а також впливу енергетичних об'єктів на біорізноманіття та екосистеми [20, с. 65]. Зменшення екологічного сліду енергетики є однією з головних цілей трансформації ПЕБ.

5. Соціально-економічні аспекти. Ефективність трансформації ПЕБ оцінюється за її впливом на соціальну сферу та економічний розвиток. До цієї групи параметрів належать зміни в цінах на енергію для різних категорій споживачів [28, с. 25], рівень енергетичної бідності, створення нових робочих місць у «зелених» галузях енергетики, залучення інвестицій у розвиток чистих

енергетичних технологій, а також вплив на конкурентоздатність національної економіки [29, с. 7].

Оцінка ефективності трансформації ПЕБ є комплексним завданням, що потребує застосування різних методів, включаючи статистичний аналіз, сценарне моделювання, порівняльний аналіз з іншими країнами та експертні оцінки [32, с. 77]. Важливою умовою є наявність якісних та своєчасних статистичних даних для моніторингу ключових параметрів.

Економічний аналіз дозволяє оцінити фінансові витрати та вигоди від переходу на більш ефективні та екологічно чисті джерела енергії. У рамках цього методу здійснюється порівняння вартості традиційних енергоресурсів (випокних видів палива) та відновлювальних джерел енергії (НВДЕ). Враховуються капітальні інвестиції в інфраструктуру, витрати на експлуатацію та обслуговування енергетичних установок, а також потенційні економічні вигоди від зниження витрат на імпорт енергоресурсів [6, с. 10].

Математичні моделі, зокрема методи оптимізації та симуляції, широко використовуються для розрахунку можливих варіантів трансформації енергетичних балансів. З їх допомогою можна моделювати різні сценарії використання паливно-енергетичних ресурсів, враховуючи змінні фактори, такі як ціни на енергоресурси, технологічні зміни, зміни в попиті на енергію, а також екологічні вимоги. Математичні моделі дозволяють розрахувати, скільки енергії необхідно для задоволення потреб у різних секторах економіки та оцінити, які зміни в енергетичній інфраструктурі принесуть максимальний ефект у плані економії енергії.

Статистичний аналіз включає збір і обробку даних про споживання енергії, ефективність використання різних джерел енергії та динаміку їх зміни. Важливим елементом цього методу є порівняння фактичних показників з прогнозними та оцінка відхилень. Для цього використовуються різноманітні індекси та коефіцієнти, такі як енергоефективність, коефіцієнт використання відновлювальних джерел енергії, а також частка енергозберігаючих технологій у загальному енергетичному балансі.

Для розробки ефективної оптимізаційної політики розвитку паливно-енергетичного балансу (ПЕБ) держави важливим методом є зонування. Зонування передбачає поділ території країни на певні зони (регіони, кластери) за визначеними критеріями, що відображають специфічні характеристики їх енергетичного потенціалу, інфраструктури, потреб споживачів та екологічних обмежень [33, с. 267]. Такий поділ дозволяє більш детально врахувати регіональні особливості при формуванні енергетичної політики та розробці відповідних оптимізаційних моделей.

Застосування методу зонування дає змогу виявити та проаналізувати територіальні диспропорції у забезпеченні енергоресурсами, рівні енергоспоживання, наявності та стані енергетичної інфраструктури, а також потенціалі розвитку різних видів енергії, включаючи відновлювані джерела енергії (ВДЕ) [35, с. 217]. Наприклад, південні регіони України можуть мати значний потенціал для розвитку сонячної енергетики, тоді як західні – вітрової та біоенергетики [60, с. 35]. Врахування цих регіональних особливостей є ключовим для оптимізації розміщення генеруючих потужностей та розвитку транспортної інфраструктури.

Оптимізаційна політика розвитку ПЕБ, розроблена з урахуванням зонування, дозволяє більш ефективно використовувати наявні ресурси та мінімізувати витрати на транспортування енергії. Вона також сприяє підвищенню енергетичної безпеки на регіональному та національному рівнях шляхом диверсифікації джерел енергопостачання та розвитку місцевої генерації [61, с. 47]. Крім того, такий підхід дає змогу більш точно оцінити екологічні наслідки розвитку енергетичного сектору в кожному регіоні та розробити адресні заходи для їх мінімізації [62].

Критерії для зонування можуть включати: наявність та обсяги запасів енергетичних ресурсів (традиційних та відновлюваних), рівень поточного енергоспоживання за секторами економіки, стан та пропускну здатність існуючої енергетичної інфраструктури (мережі передачі та розподілу, сховища), екологічні обмеження та пріоритети регіонального розвитку [63, с. 149].

Залежно від мети дослідження та завдань оптимізації, можуть використовуватися різні комбінації цих критеріїв та методи кластерного аналізу для виділення однорідних зон.

Таким чином, зонування є важливим інструментом для розробки обґрунтованої та ефективно оптимізаційної політики розвитку ПЕБ. Воно забезпечує врахування регіональних особливостей, сприяє більш раціональному використанню енергетичних ресурсів, підвищенню енергетичної безпеки та мінімізації негативного впливу на довкілля, що є ключовими аспектами сталого енергетичного розвитку держави [65, с. 171].

Одним з важливих аспектів є визначення вагових коефіцієнтів для кожного з критеріїв, що дозволяє оцінити їх значення в контексті загального розвитку національної економіки. Наприклад, критичними можуть бути показники енергоефективності та забезпеченості енергоресурсами, адже вони безпосередньо впливають на стабільність енергетичних поставок і економічне зростання. Результатом розрахунків є комплексний показник розвитку ПЕК (паливно-енергетичного комплексу), який інтерпретується в залежності від отриманих значень (рис. 1.4).

Оцінка розвитку паливно-енергетичного комплексу за допомогою запропонованої методики дозволяє комплексно оцінити поточний стан енергетичної ситуації в країні. Цей підхід є важливим інструментом для аналізу енергії, що виробляється, споживається, а також оцінки ефективності енергетичних ресурсів у національній економіці. Використання комплексного показника дозволяє визначити наявність регресивного або прогресивного характеру розвитку ПЕК, що допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо подальшого розвитку енергетичного сектору.

Врахування таких критеріїв, як енергоефективність, споживання енергії, енергоємність ВВП, а також зовнішня торгівля енергоресурсами дозволяє створити цілісну картину енергетичної ситуації, що сприяє ефективному управлінню енергетичними потоками і покращенню енергетичної безпеки країни. Застосування цього підходу на практиці дозволить забезпечити більш

сталий розвиток ПЕК, зменшити залежність від імпорتنих енергоресурсів та підвищити ефективність використання енергії на всіх етапах її виробництва та споживання.

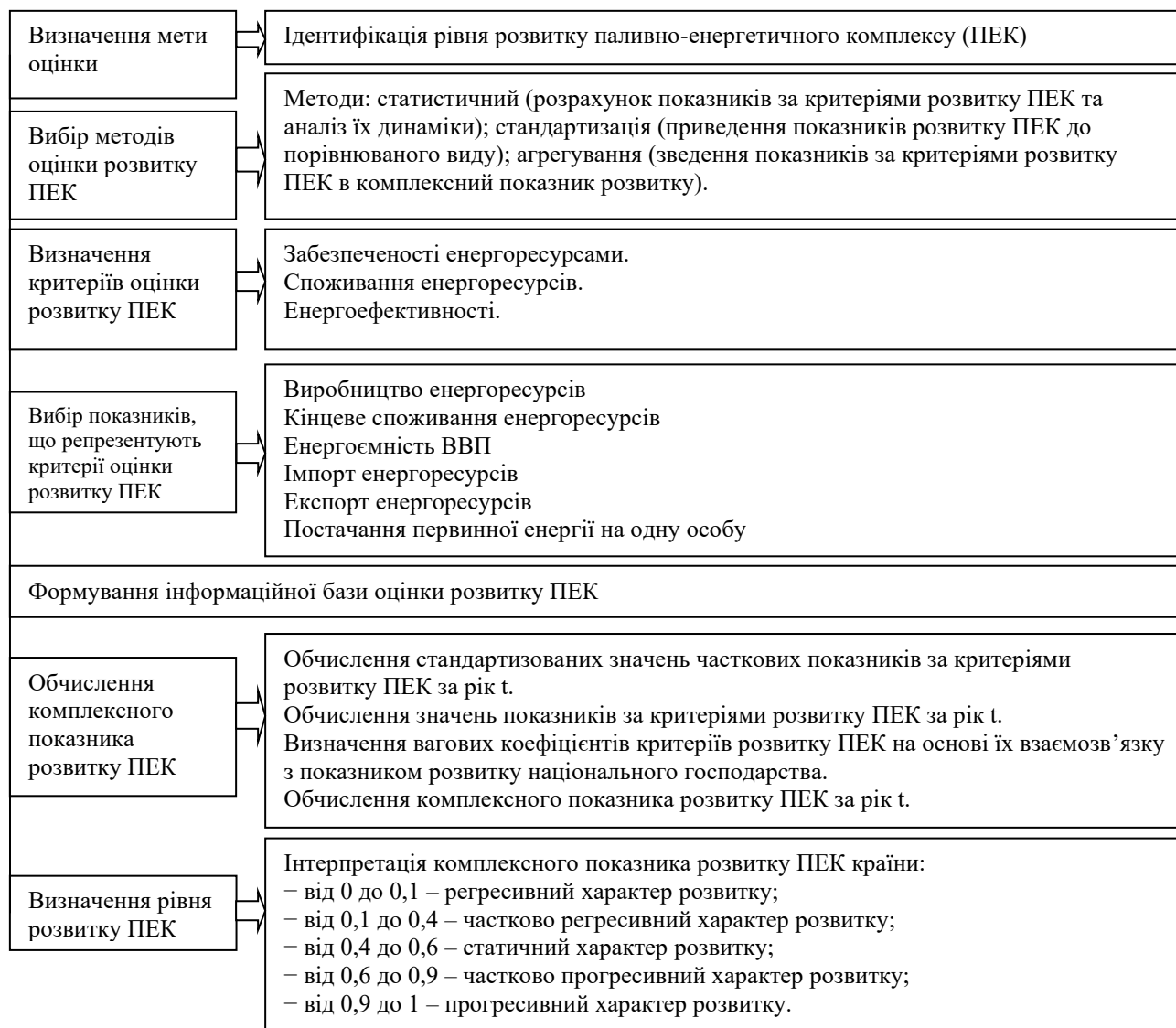


Рис. 1.4. – Фактори, ознаки та показники зонування регіонів за умовами енергозбереження

Джерело: побудовано автором на основі [15, с. 129]

Методика оцінки розвитку ПЕК передбачає кілька основних етапів, що включають вибір показників для оцінки, стандартизацію даних, агрегування показників і обчислення комплексного показника. Важливою частиною є вибір критеріїв, які репрезентують різні аспекти розвитку ПЕК. Це можуть бути

показники виробництва енергії, споживання енергоресурсів, енергоефективність, енергоємність ВВП, а також зовнішня торгівля енергоресурсами (експорт та імпорт). На етапі стандартизації значень показників проводиться приведення їх до порівнюваного виду, що дозволяє забезпечити коректність порівняння даних для різних років та різних критеріїв розвитку ПЕК. Далі ці показники агрегуються для отримання одного комплексного показника розвитку, який дозволяє оцінити загальний рівень розвитку паливно-енергетичного комплексу [28, с. 35].

Оцінка енергетичного потенціалу регіону є важливим етапом у формуванні стратегії сталого енергетичного розвитку. Вона включає в себе комплексний аналіз різноманітних джерел енергії, серед яких особливе значення мають нетрадиційні і відновлювані джерела енергії (НВДЕ). Оскільки технології перетворення енергії швидко розвиваються, регулярна оцінка енергетичного потенціалу є необхідною для виявлення нових можливостей підвищення енергоефективності. Важливо, що потенціал кожного виду енергії можна вимірювати різними одиницями, що дає змогу конвертувати їх в єдину систему для порівняння та комплексної оцінки. Оцінка потенціалу ресурсів викопного палива і НВДЕ проводиться з урахуванням різних категорій, що визначають достовірність і технічні можливості використання цих ресурсів (рис. 1.5).

Достовірна оцінка енергетичного потенціалу регіону є основою для ефективного використання місцевих видів палива та забезпечення потреб у електричній і тепловій енергії. Це сприяє покращенню управління паливно-енергетичним комплексом регіону та зменшенню залежності від зовнішніх джерел енергії. Залучення нових відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) в енергетичні баланси дозволяє знизити техногенний вплив на навколишнє середовище, підвищити надійність енергопостачання та забезпечити енергетичну незалежність.

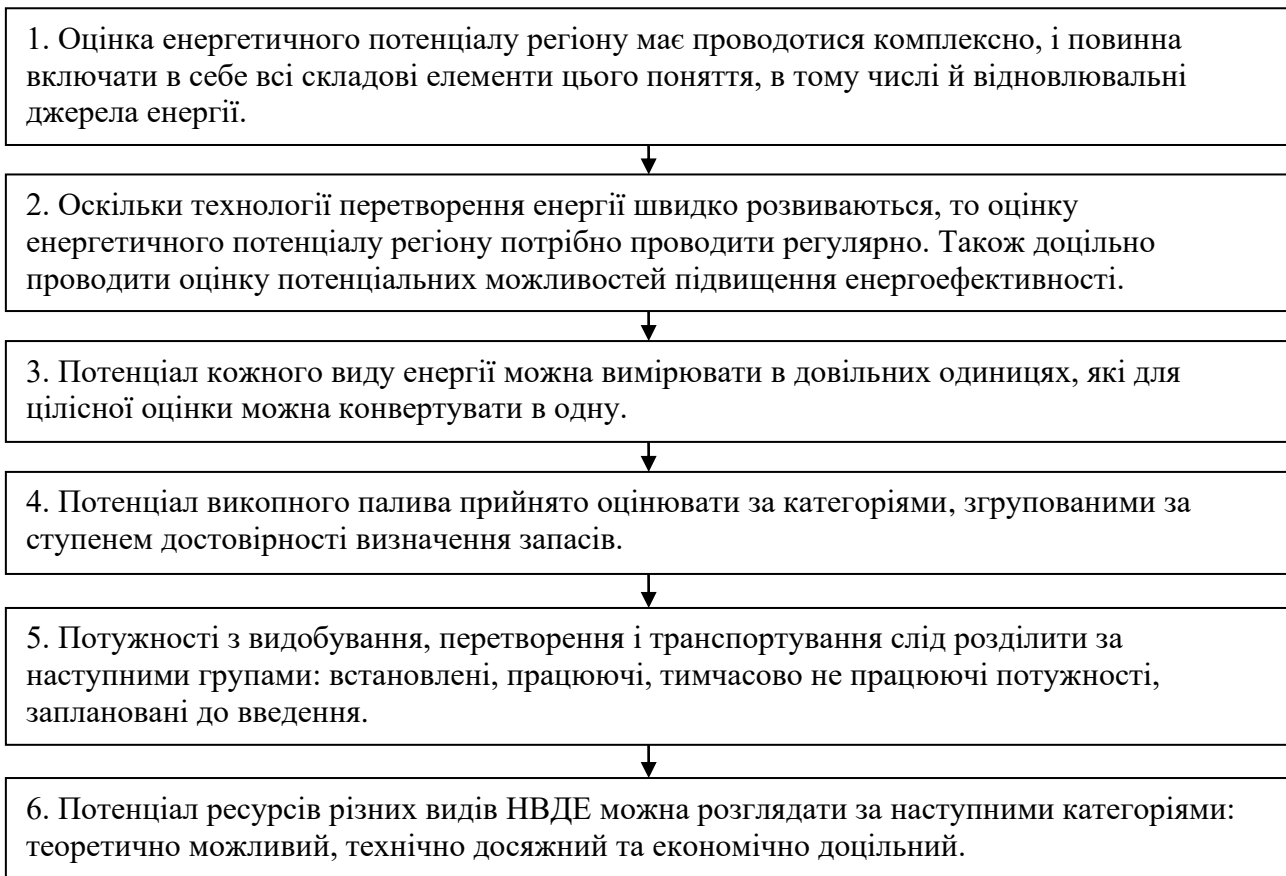


Рис. 1.5. – Особливості оцінки енергетичного потенціалу регіону

Джерело: побудовано автором на основі [1, с. 30-31]

Важливим аспектом є також контроль взаємовідносин між власниками джерел розосередженої генерації та власниками розподільчих мереж, що є критичним для забезпечення енергетичної безпеки. Оцінка та впровадження таких джерел повинні проводитись з урахуванням особливостей мереж, що дозволить підвищити ефективність роботи енергетичних систем і забезпечити сталий розвиток регіону. Аналіз та оцінка ефективності трансформації паливно-енергетичних балансів є ключовим етапом у розробці стратегій енергетичної безпеки і сталого розвитку (табл. 1.1).

Комплексний підхід до оцінки ефективності трансформації паливно-енергетичних балансів передбачає інтеграцію всіх попередніх методів та врахування соціально-економічних і екологічних аспектів. Це дозволяє отримати більш точну картину впливу змін у енергетичній системі на навколишнє середовище, здоров'я населення, рівень енергетичної безпеки та

економічну стабільність регіонів і країн. У рамках комплексного аналізу оцінюється ефективність введення нових енергетичних технологій, таких як сонячні панелі, вітрові турбіни, біоенергетичні установки, а також проводиться оцінка їхнього впливу на скорочення викидів парникових газів та інших шкідливих речовин.

Таблиця 1.1 – Методи аналізу та оцінки ефективності трансформації ПЕБ

Метод	Характеристика	Застосування
Метод структурного аналізу	Аналіз змін в структурі паливно-енергетичного балансу, визначення частки різних джерел енергії в загальному споживанні.	Оцінка змін у використанні традиційних і відновлювальних джерел енергії.
Метод порівняльного аналізу	Порівняння показників ефективності енергетичних систем до і після трансформації балансу, а також порівняння з іншими країнами чи регіонами.	Визначення переваг і недоліків різних підходів до трансформації енергетичних балансів.
Економічний метод	Оцінка економічної ефективності змін в енергетичних балансах за допомогою показників вартості, вигоди та витрат, а також прогнозування економічних наслідків.	Оцінка рентабельності переходу на відновлювальні джерела енергії або впровадження енергозберігаючих технологій.
Метод сценарного моделювання	Створення різних сценаріїв розвитку паливно-енергетичних балансів на основі прогнозів попиту і пропозиції енергетичних ресурсів, а також соціально-економічних змін.	Прогнозування впливу політики та технологічних змін на енергетичний баланс в майбутньому.
Метод статистичного аналізу	Використання статистичних даних для оцінки ефективності трансформації, виявлення трендів і залежностей в зміні енергетичних балансів.	Аналіз динаміки зміни споживання енергії та викидів CO ₂ в результаті змін в енергетичних балансах.

Джерело: складено автором за матеріалами [34, с. 49]

Загалом, застосування зазначених методів дозволяє не тільки здійснити всебічний аналіз стану паливно-енергетичних балансів, але й розробити рекомендації для оптимізації використання енергетичних ресурсів, підвищення енергоефективності та забезпечення енергетичної незалежності країни чи регіону. Оцінка розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) країни є ключовим інструментом для аналізу ефективності використання енергетичних

ресурсів, забезпечення енергетичної безпеки та досягнення сталого розвитку. Методичний підхід до оцінки розвитку ПЕК включає в себе багатоступеневий процес, який охоплює як кількісні, так і якісні аспекти аналізу енергетичної ситуації в країні. Метою такої оцінки є визначення рівня розвитку ПЕК, виявлення основних проблемних зон та можливостей для їхнього покращення [18, с. 83].

Застосування різних методів аналізу та оцінки ефективності трансформації паливно-енергетичних балансів дозволяє створити комплексне уявлення про енергетичні потоки, оцінити рівень їх ефективності та вплив на сталий розвиток економіки. Економічні методи дають змогу оцінити витрати і вигоди від переходу на нові енергетичні технології, в той час як екологічні та технічні підходи дозволяють враховувати довгострокові наслідки для навколишнього середовища та інфраструктури. Враховуючи зміни на енергетичних ринках і розвитку нових технологій, ці методи повинні постійно адаптуватися та вдосконалюватися, щоб забезпечити баланс між енергетичною безпекою, економічною вигодою та екологічними вимогами.

1.3. Законодавчо-правова база, що сприяє трансформації ПЕБ в країнах ЄС

У сучасних умовах зростаючих загроз енергетичній безпеці та кліматичних змін Європейський Союз активно впроваджує правові та інституційні механізми, що сприяють трансформації паливно-енергетичного балансу (ПЕБ) країн-членів. Основною метою таких трансформацій є перехід до сталих джерел енергії, забезпечення енергетичної незалежності та зниження рівня викидів парникових газів. Правова основа цього процесу формується на рівні наднаціонального регулювання, зокрема за допомогою таких стратегічних документів, як «Зелений курс ЄС», «Кліматичний закон ЄС» та пакети директив у сфері енергоефективності й розвитку відновлюваної енергетики [10].

Серед ключових нормативно-правових актів, які регламентують енергетичну політику в країнах ЄС, варто виокремити Директиву 2009/28/ЄС щодо сприяння використанню енергії з відновлюваних джерел, Регламент 2018/1999 про управління Енергетичним союзом та кліматичними діями, а також Директиву 2012/27/ЄС з енергоефективності. Ці документи встановлюють цілі щодо скорочення викидів парникових газів, збільшення частки відновлюваних джерел енергії у кінцевому споживанні та підвищення енергоефективності до 2030 року [36].

Законодавчі ініціативи ЄС спрямовані на підвищення стійкості енергетичної системи, її гнучкості та здатності протистояти кризовим викликам, що стало особливо актуальним у контексті геополітичної нестабільності. Енергетична безпека в ЄС регулюється не лише технічними стандартами та ринковими механізмами, а й враховує аспекти прав людини, захисту довкілля та сталого розвитку [9, с. 45]. Системний підхід до правового забезпечення енергетичного переходу підтримується також інституційно: створено Європейське енергетичне співтовариство, яке об'єднує країни Західних Балкан, Україну, Молдову та Грузію, що прагнуть гармонізувати своє законодавство з нормами ЄС.

Особливістю європейського правового поля є його еволюційність: положення оновлюються з урахуванням науково-технічного прогресу, суспільних очікувань та геополітичної динаміки. Розроблення нових регламентів у сфері водню, декарбонізації та циркулярної економіки вже сьогодні визначає вектор розвитку європейської енергетики на найближчі десятиліття.

Країни Європейського Союзу (ЄС) демонструють активну позицію у питанні трансформації паливно-енергетичних балансів (ПЕБ), що знаходить відображення у розгалуженій законодавчо-правовій базі. Ця база спрямована на стимулювання переходу до більш стійкої, низьковуглецевої та безпечної енергетичної системи, що є ключовим елементом досягнення кліматичних цілей та зміцнення енергетичної незалежності [13, с. 132].

Одним із фундаментальних елементів законодавства ЄС у сфері енергетики є Директиви щодо відновлюваної енергії. Ці директиви встановлюють обов'язкові цілі для кожної країни-члена щодо частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у загальному енергоспоживанні та в окремих секторах, таких як електроенергетика, транспорт, опалення та охолодження [36]. Для досягнення цих цілей передбачаються різноманітні механізми підтримки, включаючи «зелені» тарифи, аукціони на виробництво енергії з ВДЕ та системи сертифікації походження [36].

Паралельно з підтримкою ВДЕ, ЄС приділяє значну увагу підвищенню енергоефективності. Директиви щодо енергоефективності визначають цілі зі зниження енергоспоживання на рівні ЄС та кожної країни-члена [36]. Вони стимулюють впровадження енергоаудиту, встановлюють мінімальні стандарти енергоефективності для будівель, побутової техніки та промислового обладнання, а також заохочують енергозберігаючі заходи в різних секторах економіки [11].

Ключовим інструментом кліматичної політики ЄС, що опосередковано сприяє трансформації ПЕБ, є Система торгівлі викидами ЄС (EU ETS) [42]. Ця система встановлює ліміти на викиди парникових газів для енергоємних галузей промисловості та електроенергетики, створюючи ринкові механізми для скорочення викидів. Підвищення ціни на викиди вуглецю робить більш привабливими інвестиції в низьковуглецеві технології та ВДЕ.

Важливу роль у формуванні національних енергетичних політик відіграють Національні енергетичні та кліматичні плани (NECPs) [32, с. 77]. Кожна країна-член ЄС розробляє NECP на десятирічний період, де визначає національні цілі та заходи у сферах ВДЕ, енергоефективності, скорочення викидів парникових газів та енергетичної безпеки. NECPs забезпечують узгодженість національних стратегій з загальноєвропейськими цілями та сприяють узгодженому переходу до чистої енергії.

Для забезпечення фінансової підтримки трансформації ПЕБ на рівні ЄС діють різноманітні інвестиційні програми та фонди. Серед них – Фонд

відновлення та стійкості, Європейський фонд регіонального розвитку та інші інструменти, що спрямовують значні кошти на проекти у сфері ВДЕ, енергоефективності та модернізації енергетичної інфраструктури [61, с. 47].

Окрім цього, ЄС працює над створенням інтегрованого та конкурентного енергетичного ринку. Законодавство, спрямоване на інтеграцію ринків електроенергії та газу, сприяє більш ефективному розподілу енергетичних ресурсів, інтеграції ВДЕ в енергосистему та підвищенню енергетичної безпеки [35, с. 218]. Це включає правила щодо транскордонної передачі енергії та розвитку міждержавної енергетичної інфраструктури.

Законодавчо-правова база ЄС є комплексним та динамічним інструментом, що стимулює трансформацію ПЕБ шляхом встановлення цілей, підтримки чистих енергетичних технологій, створення ринкових механізмів та забезпечення фінансової підтримки. Ці зусилля спрямовані на досягнення кліматичної нейтральності, зміцнення енергетичної безпеки та забезпечення сталого енергетичного майбутнього для країн-членів ЄС [62].

Отже, законодавчо-правова база ЄС у сфері енергетики є цілісною системою, що охоплює як внутрішні норми функціонування ринку, так і зовнішню політику безпеки та співпраці. Її інтеграційний потенціал дозволяє формувати спільні підходи до декарбонізації, модернізації енергетичної інфраструктури та розвитку новітніх технологій у межах енергетичного переходу. Такий досвід є надзвичайно цінним для країн, що перебувають на шляху до євроінтеграції, зокрема й для України.

Висновки до розділу 1

Визначено, що трансформація паливно-енергетичного балансу є ключовим етапом для досягнення енергетичної безпеки та сталого розвитку країни. Цей процес передбачає переорієнтацію на більш екологічно чисті та ефективні енергетичні рішення. Такий перехід дозволяє не лише зменшити негативний вплив на довкілля, але й зміцнити економічну незалежність

держави. Адаптація енергетичних систем до сучасних викликів гарантує стабільність енергопостачання та сприяє соціально-економічному зростанню національної економіки. Передумови та фактори трансформації паливно-енергетичного балансу у світовому масштабі відображають загальну тенденцію до сталого енергетичного розвитку. Стрімке зростання споживання енергії, збільшення вартості традиційних енергоносіїв та нагальна потреба у зниженні екологічного навантаження об'єктивно зумовлюють необхідність впровадження енергоефективних технологій, диверсифікації джерел енергії та активного розвитку відновлюваної енергетики. Сукупність різноманітних факторів, включаючи ресурсні, кліматичні, технологічні, ринкові, інституційні аспекти та вимоги до якості життя, визначає основні напрями трансформації енергетичних систем. Врахування цих чинників у політиці енергетичної безпеки сприятиме формуванню більш стійкої, ефективної та екологічно відповідальної глобальної економіки.

Охарактеризовано важливість методів аналізу та оцінки ефективності трансформації паливно-енергетичних балансів для забезпечення енергетичної безпеки та сталого розвитку енергетичних систем. Застосування економічних, математичних, статистичних та комплексних підходів дає змогу не лише оцінити поточний стан енергетичних балансів, але й ефективно прогнозувати наслідки майбутніх змін для економіки, екології та соціальної сфери. Завдяки цим методам з'являється можливість розробляти стратегії, спрямовані на оптимізацію використання енергетичних ресурсів, зменшення залежності від імпорту енергоносіїв та підвищення загальної енергоефективності в країні. Враховуючи швидкі зміни в технологіях та на глобальних енергетичних ринках, ці методи потребують постійної адаптації для забезпечення балансу між економічною вигодою, екологічною стабільністю та енергетичною безпекою.

Підкреслено, що комплексна та багатовимірна законодавча система Європейського Союзу у сфері енергетики створює міцну основу для реалізації масштабних трансформацій паливно-енергетичних балансів. Правові ініціативи ЄС охоплюють не лише встановлення конкретних цілей та нормативів, але й

передбачають різноманітні фінансові, технічні та інституційні механізми підтримки. Завдяки цьому країни-члени отримують чіткі орієнтири для свого розвитку, доступ до інструментів фінансування та стимулів для впровадження інновацій, що в сукупності забезпечує системний і стабільний перехід до кліматично нейтральної, енергоефективної та безпечної енергетики. Таким чином, законодавчо-правова база ЄС виконує не лише регуляторну, а й стратегічну роль у формуванні інтегрованої енергетичної політики.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ У ЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇНАХ

2.1. Порівняльний аналіз процесу і результатів трансформації паливно-енергетичних балансів в країнах Європи

Трансформація паливно-енергетичних балансів у країнах Європи є ключовим елементом їхньої стратегії енергетичної безпеки та сталого розвитку. За останні десятиліття європейські держави активно переходять до відновлюваних джерел енергії, намагаючись зменшити залежність від викопних палив та знизити рівень викидів вуглекислого газу. Однією з основних рушійних сил трансформації є політика ЄС щодо змін клімату, яка включає амбітні цілі скорочення викидів парникових газів. Країни Європи активно запроваджують інноваційні технології у виробництві енергії, переходячи від вугілля до газу та відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, гідроенергія та біоенергія. Зокрема, Німеччина активно розвиває сектор сонячної енергетики. Ці технології дозволяють значно знизити викиди вуглекислого газу та зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище. Однак, цей процес не є однотипним для всіх країн Європи.

Більшість західноєвропейських країн мають більші можливості для розвитку відновлювальної енергетики через вигідні природно-кліматичні умови та розвинену інфраструктуру. Східноєвропейські країни, навпаки, часто стикаються з проблемами старої енергетичної інфраструктури та залежністю від вугілля та газу, що ускладнює процес трансформації. В Україні, наприклад, процес декарбонізації лише починається, незважаючи на потенціал у відновлюваній енергетиці [52].

Результати трансформації паливно-енергетичних балансів є різноманітними і залежатимуть від країни. Німеччина показує, що інтеграція відновлювальних джерел енергії в паливно-енергетичні баланси дозволяє

досягати не лише енергетичної незалежності, але й економічного зростання завдяки створенню нових робочих місць та інвестиціям у технології. Наприклад, у Німеччині сектор відновлювальної енергетики є важливим джерелом робочих місць, і країна є однією з лідерів у світі з виробництва вітрової та сонячної енергії.

Однак у багатьох країнах Європи трансформація не проходить без труднощів. Старі енергетичні структури, що базуються на вугіллі та ядерній енергетиці, все ще складають значну частину загального енергетичного балансу. Більш того, перехід до відновлювальних джерел енергії не завжди супроводжується миттєвими економічними вигодами, особливо в країнах з високим рівнем залежності від традиційних видів палива. Наприклад, у Польщі, яка має значні ресурси вугілля, цей перехід є складнішим через соціальні та економічні наслідки для регіонів, що залежні від видобутку вугілля.

Трансформація паливно-енергетичних балансів у країнах Європи є важливим процесом для досягнення сталого розвитку та енергетичної безпеки. Хоча є значні успіхи, досягнуті в розвинених країнах, існують також чималі виклики для країн Східної Європи, які потребують значних інвестицій та політичної підтримки. Подальший успіх цієї трансформації залежить від здатності країн адаптувати свої енергетичні стратегії до нових технологій, а також від міжнародного співробітництва для забезпечення ефективного переходу до сталих джерел енергії [16, с. 127].

Порівняльний аналіз процесу та результатів трансформації паливно-енергетичних балансів у країнах Європи є важливим інструментом для розуміння впливу енергетичних політик на економіку та сталий розвиток. Зростання попиту на енергоресурси, зміни у використанні викопних і відновлювальних джерел енергії, а також інтеграція нових технологій є основними аспектами, що визначають енергетичну ситуацію в країнах Європи. Вартість енергії та інвестиції в енергетичний сектор є основними індикаторами, що дозволяють оцінити ефективність реалізації стратегій енергетичної трансформації.

У таблиці 2.1 наведено дані для чотирьох ключових економік Європи – Італії, Німеччини, Франції – а також для групи Скандинавських країн, представлених Норвегією, Швецією та Фінляндією. Період дослідження охоплює фактичні середні значення за 2023 та 2024 роки, а також орієнтовні середні значення за перші три місяці 2025 року (Додаток А). Це дозволяє простежити динаміку цін на електроенергію в короткостроковій перспективі та виявити можливі тенденції. Вартість електроенергії вказана в євро за мегават-годину (EUR / MWh), що є стандартною одиницею вимірювання на європейському енергетичному ринку.

Таблиця 2.1 – Середня вартість електроенергії в країнах Європи (на прикладі Італії, Німеччини, Франції та Скандинавських країн) за 2023-2025 рр.

Країна	Середнє за 2023 (EUR / MWh)	Середнє за 2024 (EUR / MWh)	Середнє за 2025 (січень – березень, EUR / MWh)
Італія	115	131	119
Німеччина	58	105	71
Франція	94	72	61
Скандинавські країни:			
Норвегія	100	90	70
Швеція	75	65	50
Фінляндія	85	75	60

Джерело: складено автором за матеріалами [3-5; 43-48]

У період 2023–2025 років середня вартість електроенергії в європейських країнах демонструвала різноспрямовані тенденції, що обумовлено особливостями енергетичних балансів, структурою генерації та впливом зовнішніх факторів. Зокрема, найвищі ціни протягом трьох років спостерігались в Італії, де середня вартість електроенергії коливалася від 115 EUR/MWh у 2023 році до 131 EUR/MWh у 2024 році, з незначним зниженням до 119 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року [4]. У Німеччині ціни різко зросли в 2024 році (до 105 EUR/MWh) після помірного рівня в 2023 році (58 EUR/MWh), однак на початку 2025 року знизилися до 71 EUR/MWh [5].

Франція, яка активно розвиває атомну енергетику, показала поступове зниження середньої ціни – з 94 EUR/MWh у 2023 році до 61 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року [3]. Водночас скандинавські країни, які характеризуються високою часткою відновлюваних джерел енергії (насамперед гідро- та вітроенергетики), продемонстрували стабільне зниження цін. Наприклад, у Норвегії вартість електроенергії зменшилася зі 100 EUR/MWh у 2023 році до 70 EUR/MWh на початку 2025 року [46], а у Швеції – з 75 до 50 EUR/MWh [47] відповідно. Аналогічна тенденція спостерігалась і у Фінляндії – з 85 до 60 EUR/MWh [48]. Таким чином, структура енергетики та рівень інтеграції відновлюваних джерел мають визначальний вплив на динаміку цін на електроенергію в європейських країнах.

Аналіз середньої вартості електроенергії в трьох найбільших економіках континентальної Європи – Італії, Німеччині та Франції [3-5; 43-48] – виявив помітні відмінності. Італія характеризувалася відносно високим рівнем цін, які продемонстрували зростання з 115 EUR/MWh у 2023 році до 131 EUR/MWh у 2024 році, з подальшим незначним зниженням до 119 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року [4]. Така динаміка може бути наслідком значної енергетичної залежності країни від імпорту, структури її енергетичного сектору, де значну частку займають викопні види палива, а також волатильності на міжнародних енергетичних ринках.

На противагу Італії, Німеччина зафіксувала різке зростання середньої вартості електроенергії з 58 EUR/MWh у 2023 році до 105 EUR/MWh у 2024 році [4; 5]. Це суттєве збільшення, ймовірно, пов'язане з комплексом факторів, включаючи геополітичну нестабільність, зміни в енергетичній політиці країни, зокрема, прискорену відмову від атомної енергетики, та зростання залежності від імпортних енергоресурсів. Зниження середньої ціни до 71 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року може свідчити про адаптацію ринку до нових умов або вплив збільшення виробництва електроенергії з відновлюваних джерел.

Франція відрізнялася відносно стабільною та нижчою середньою вартістю електроенергії, яка становила 94 EUR/MWh у 2023 році, знизилася до

72 EUR/MWh у 2024 році та продовжила спад до 61 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року [3]. Ключовим фактором, що зумовлює таку цінову стабільність та відносно низький рівень цін, є домінуюча роль атомної енергетики у французькому енергетичному балансі, яка забезпечує передбачувану та низьку собівартість виробництва базової генерації.

Скандинавські країни – Норвегія, Швеція та Фінляндія – це регіон з високою часткою відновлюваних джерел енергії. Упродовж 2023–2025 років спостерігається чітка тенденція до зниження оптових цін на електроенергію в Скандинавських країнах. Це зумовлено низькою чинників, серед яких ключову роль відіграє висока частка відновлюваних джерел енергії в енергобалансі регіону, зокрема гідро- та вітроенергетики, а також сприятливі погодні умови та зростання обсягів виробництва електроенергії.

Норвегія, з її значними гідроенергетичними ресурсами, продемонструвала середню вартість електроенергії на рівні 100 EUR/MWh у 2023 році, яка знизилася до 90 EUR/MWh у 2024 році та до 70 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року [76]. Коливання цін у Норвегії тісно пов'язані з рівнем опадів та заповненістю водосховищ гідроелектростанцій. У Норвегії в 2023 році середня ціна на електроенергію для домогосподарств без урахування податків становила приблизно 86 євро за мегават-годину (0,86 норвезьких крон за кіловат-годину). У 2024 році вона знизилася до 59,9 євро/МВт·год (0,599 крон/кВт·год), що свідчить про поступове зменшення цінового навантаження на споживачів. У першому кварталі 2025 року системна ціна на ринку Nord Pool склала лише 31,1 євро/МВт·год, що демонструє значне зниження цін порівняно з попередніми періодами [46].

Швеція, з розвиненою гідро- та вітроенергетикою, мала нижчі середні ціни: 75 EUR/MWh у 2023 році, 65 EUR/MWh у 2024 році та 50 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року. Значна частка власної генерації з відновлюваних джерел сприяє стримуванню зростання цін [68]. У Швеції ціни на електроенергію також знизилися. У 2023 році середня ціна в зоні SE3 (Стокгольм) становила 56,5 євро/МВт·год. У 2024 році вона зменшилася до 35,8

євро/МВт·год, а в першому кварталі 2025 року збереглася на стабільному рівні – 35,9 євро/МВт·год. Така стабільність свідчить про адаптацію енергетичного ринку до нових виробничих умов [47].

У Фінляндії спостерігається подібна картина: у 2023 році середня оптова ціна становила приблизно 61,1 євро/МВт·год. У 2024 році вона знизилася до 45,6 євро/МВт·год, а у першому кварталі 2025 року – до 39,7 євро/МВт·год [48]. Такий поступовий спад свідчить про ефективність енергетичної політики країни в контексті розвитку відновлюваної енергетики.

Загалом, аналіз показує стійке зниження оптових цін на електроенергію у всіх розглянутих країнах. Цей тренд сприяє зниженню вартості електроенергії для кінцевого споживача, стимулює економічний розвиток і створює передумови для подальшого переходу до сталої енергетики. Очікується, що в подальшому зазначена динаміка зберігатиметься завдяки активній реалізації кліматичних стратегій і модернізації інфраструктури енергоринку.

Проведений аналіз середньої вартості електроенергії в обраних країнах Європи за період 2023-2025 рр. виявив суттєві відмінності, що підкреслює складність та різноманітність європейського енергетичного ринку. Структура енергетичного балансу, рівень енергетичної залежності, державна політика та зовнішні фактори відіграють ключову роль у формуванні цін на електроенергію в кожній окремій країні. Тенденції, що спостерігаються на початку 2025 року, вказують на можливу подальшу динаміку цін та потребують подальшого дослідження для виявлення довгострокових трендів та їх впливу на економіку та енергетичну безпеку європейських країн. Трансформація паливно-енергетичних балансів є ключовим завданням для країн Європи в контексті боротьби зі зміною клімату, забезпечення енергетичної безпеки та переходу до сталого енергетичного майбутнього. У період з 2023 по 2025 роки спостерігається активізація зусиль у цьому напрямку, що відображається у розробці та впровадженні різноманітних стратегій та ініціатив (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Порівняльний аналіз процесу трансформації паливно-енергетичних балансів за 2023-2025 рр.

Країна	Ключові стратегії та програми розвитку ВДЕ	Основні заходи зі зменшення залежності від викопного	Роль ядерної енергетики та її зміни за період	Основні ініціативи з енергоефективності	Розвиток інфраструктури для інтеграції ВДЕ та зберігання енергії
Італія	Продовження реалізації PNIEC, подальша підтримка сонячної енергетики, розвиток офшорної вітроенергетики, інвестиції в біометан.	Поступове скорочення використання вугілля, збільшення частки газу як перехідного палива, стимулювання використання біопалива та водню.	Відсутня	Посилення програм енергомодернізації будівель, впровадження стандартів енергоефективності для промисловості та транспорту, розвиток інтелектуальних енергетичних систем.	Модернізація електромереж для приєднання нових потужностей ВДЕ, розширення пілотних проектів зі зберігання енергії на рівні мережі та споживачів, розвиток газової інфраструктури для транспортування водню.
Німеччина	Активне розгортання вітрових та сонячних електростанцій, фокус на декарбонізацію промисловості за рахунок «зеленого» водню, підтримка електромобільності та теплових насосів, розвиток агрофотовольтаїки.	Прискорення відмови від вугілля, продовження виведення з експлуатації атомних електростанцій, збільшення використання синтетичного палива та водню у важкій промисловості та транспорті.	Продовження виведення з експлуатації	Розширення національних програм з енергоефективності, стимулювання енергозбереження в домогосподарствах та на підприємствах, розвиток цифрових інструментів для управління енергоспоживанням.	Масштабна модернізація електромереж для інтеграції великих обсягів ВДЕ, розвиток великомасштабних систем акумулювання енергії, створення водневої інфраструктури (виробництво, транспортування, зберігання).
Франція	Розвиток офшорної вітроенергетики, збільшення потужностей сонячних електростанцій, підтримка розвитку біоенергетики, дослідження в галузі малих модульних реакторів (SMR).	Зменшення залежності від імпортного викопного палива шляхом збільшення власної генерації з ВДЕ та атомної енергії, розвиток електромобільності та використання водню в окремих секторах.	Продовження експлуатації існуючих реакторів, можливе прийняття рішень щодо будівництва нових енергоблоків.	Впровадження нових стандартів енергоефективності для будівель, підтримка програм з термомодернізації, стимулювання використання енергоефективного обладнання та технологій в промисловості.	Адаптація існуючої електромережі для інтеграції зростаючих потужностей ВДЕ, інвестиції в розвиток систем зберігання енергії на різних рівнях, дослідження можливостей використання існуючої газової інфраструктури для транспортування водню.
Скандинавські країни	Подальше збільшення потужностей вітрових електростанцій (наземних та офшорних), розвиток «зеленого» водню на основі електролізу, розширення використання біомаси та геотермальної енергії, активна підтримка електрифікації транспорту та промисловості.	Поступова відмова від викопного палива в енергетичному секторі та транспорті, перехід на відновлювані джерела тепла (теплові насоси, біомаса), використання водню як енергоносія та сировини.	Низька або відсутня (за винятком Фінляндії, де можливе продовження експлуатації існуючих АЕС).	Впровадження жорстких стандартів енергоефективності для будівель та промисловості, розвиток інтелектуальних систем управління енергоспоживанням, стимулювання використання громадського та електричного транспорту.	Посилення міждержавних енергетичних зв'язків, значні інвестиції в розвиток систем акумулювання енергії (включаючи водневі технології), створення «розумних» енергетичних мереж, розвиток інфраструктури для зарядки електромобілів та заправки водневого транспорту.

Джерело: складено автором за матеріалами [3-5; 43-48]

Протягом 2023-2025 років Італія продовжує реалізацію свого Національного плану з енергетики та клімату (PNIEC), роблячи акцент на подальшій підтримці сонячної енергетики як одного з ключових відновлюваних джерел [49]. У період 2023–2025 років Німеччина демонструє активну трансформацію свого паливно-енергетичного балансу, зосереджуючись на розвитку відновлюваних джерел енергії та декарбонізації промисловості. У квітні 2025 року сонячна енергетика вперше стала провідним джерелом електроенергії в країні, забезпечивши 32% загального виробництва, що на 31% більше порівняно з квітнем 2024 року та на 60% більше, ніж у квітні 2023 року. Це стало можливим завдяки значному зростанню встановленої потужності сонячних електростанцій, яка досягла близько 90 ГВт, включаючи 15 ГВт, доданих у 2024 році [76]. Паралельно Німеччина активно інвестує в розвиток водневої економіки, плануючи до 2030 року досягти 10 ГВт внутрішнього виробництва зеленого водню та створити відповідну інфраструктуру. Ці заходи спрямовані на зменшення залежності від викопного палива та підтримку важкої промисловості та транспорту [50]. Щодо вугільної енергетики, хоча уряд планував повністю відмовитися від вугілля до 2030 року, нові прогнози вказують на те, що цей процес може затягнутися до 2038 року через економічні бар'єри та затримки в розвитку інфраструктури [56]. Загалом, Німеччина продовжує активно впроваджувати заходи з декарбонізації, зокрема розвиток електромобільності, використання теплових насосів та агрофотовольтаїки, що свідчить про її прагнення до сталого енергетичного майбутнього.

Енергетична політика Франції у період 2023-2025 років характеризується розвитком офшорної вітроенергетики, збільшенням потужностей сонячних електростанцій та підтримкою розвитку біоенергетики. Країна також проявляє інтерес до досліджень у галузі малих модульних реакторів (SMR). Зменшення залежності від імпортного викопного палива досягається шляхом збільшення власної генерації з ВДЕ та збереження значної ролі атомної енергії. Франція також стимулює розвиток електромобільності та розглядає можливості використання водню в окремих секторах економіки. У сфері

енергоефективності впроваджуються нові стандарти для будівель, підтримуються програми з термомодернізації та стимулюється використання енергоефективного обладнання та технологій в промисловості. Інфраструктурний розвиток включає адаптацію існуючої електромережі для інтеграції зростаючих потужностей ВДЕ, інвестиції в розвиток систем зберігання енергії на різних рівнях та дослідження можливостей використання існуючої газової інфраструктури для транспортування водню [14, с. 284].

У період 2023–2025 років Скандинавські країни продовжують демонструвати лідерство у сфері енергетичної трансформації, активно впроваджуючи відновлювані джерела енергії та інноваційні технології. Данія зміцнює свої позиції у сфері офшорної вітроенергетики. У травні 2025 року Міністерство енергетики оголосило про плани провести три тендери на будівництво офшорних вітрових електростанцій загальною потужністю 3 ГВт, що забезпечить електроенергією три мільйони домогосподарств. Загальний обсяг субсидій становитиме до 55,2 мільярда данських крон (8,32 мільярда доларів) протягом 20 років. Крім того, Данія активно розвиває виробництво зеленого водню. Проєкт Megaton передбачає будівництво енергетичного парку потужністю 4 ГВт для виробництва одного мільйона тонн зеленого палива на рік, що еквівалентно понад 30% поточного споживання електроенергії в країні [51].

Швеція також активно інвестує в розвиток відновлюваної енергетики. У 2025 році компанія Uniper оголосила про плани будівництва перших сонячних електростанцій у країні загальною потужністю 35 МВт, що сприятиме задоволенню зростаючого попиту на електроенергію, який очікується збільшити з 136 ТВт·год до 300 ТВт·год до 2045 року. Крім того, у травні 2025 року парламент Швеції схвалив законодавство про фінансування нового покоління ядерних реакторів, зокрема малих модульних реакторів (SMR), з метою підвищення енергетичної безпеки та досягнення нульових викидів до 2045 року [77].

Фінляндія продовжує розширювати використання біоенергії та вітрової енергетики. У 2024 році вітрова енергетика забезпечила 24% річного попиту на електроенергію в країні, що становить 25% внутрішнього виробництва. Це зростання зробило вітрову енергетику другим за величиною джерелом електроенергії після ядерної енергетики. Крім того, компанія Helen інвестує в електричні котли, теплові насоси та системи зберігання енергії, що сприятиме подальшій декарбонізації теплопостачання та збільшенню споживання електроенергії [78].

Ісландія залишається лідером у використанні геотермальної енергії. Більше чверті виробництва електроенергії в країні забезпечується геотермальними джерелами, а 90% опалення базується на геотермальній енергії. Країна також досліджує можливості експорту геотермальної енергії у вигляді водню, використовуючи свої багаті ресурси для виробництва чистого палива [66].

Загалом, Скандинавські країни активно впроваджують заходи зі зменшення залежності від викопного палива, включаючи електрифікацію транспорту та промисловості, розвиток інфраструктури для зарядки електромобілів та заправки водневого транспорту, а також впровадження інтелектуальних енергетичних систем. Ці зусилля спрямовані на досягнення сталого енергетичного майбутнього та зміцнення енергетичної безпеки регіону.

Порівняльний аналіз процесу трансформації паливно-енергетичних балансів у Італії, Німеччині, Франції та Скандинавських країнах протягом 2023-2025 років виявив як спільні тенденції, так і суттєві відмінності у підходах та пріоритетах. Всі розглянуті країни демонструють прагнення до збільшення частки відновлюваних джерел енергії та зменшення залежності від викопного палива, проте стратегії їх досягнення різняться залежно від національних особливостей, наявних ресурсів та політичних рішень. Скандинавські країни залишаються лідерами у цьому процесі, тоді як інші країни континентальної Європи, хоча й демонструють значний прогрес, стикаються з різними викликами на шляху до сталого енергетичного майбутнього. Подальші

дослідження будуть спрямовані на оцінку ефективності впроваджуваних заходів та їх впливу на енергетичну безпеку та економічний розвиток цих країн.

Протягом 2023–2025 років середня вартість електроенергії в європейських країнах демонструвала значні коливання, що відображає вплив різних факторів, таких як структура енергетичного балансу, рівень впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), державна політика та зовнішні умови. Італія, зокрема, зазнала зростання середньої вартості електроенергії з 115 EUR/MWh у 2023 році до 131 EUR/MWh у 2024 році, з подальшим зниженням до 119 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року. Німеччина відзначила зростання з 58 EUR/MWh у 2023 році до 105 EUR/MWh у 2024 році, з подальшим зниженням до 71 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року. Франція спостерігала зниження з 94 EUR/MWh у 2023 році до 72 EUR/MWh у 2024 році та до 61 EUR/MWh у першому кварталі 2025 року. Скандинавські країни, зокрема Норвегія, Швеція та Фінляндія, демонстрували тенденцію до зниження вартості електроенергії, що може бути пов'язано з високою часткою ВДЕ у їхніх енергетичних балансах [79].

Італія продовжує реалізацію свого Національного плану з енергетики та клімату (PNIEC), зосереджуючи увагу на розвитку сонячної енергетики, офшорної вітроенергетики та виробництві біометану. Країна також активно працює над зменшенням залежності від викопного палива, поступово скорочуючи використання вугілля та стимулюючи використання біопалива та водню [79]. Ядерна енергетика не відіграє значної ролі в енергетичному балансі Італії. Значна увага приділяється енергомодернізації будівель, впровадженню стандартів енергоефективності для промисловості та транспорту, а також розвитку інтелектуальних енергетичних систем для оптимізації споживання.

Німеччина демонструє високу динаміку в трансформації свого паливно-енергетичного балансу, активно розгортаючи вітрові та сонячні електростанції. У квітні 2025 року сонячна енергія стала провідним джерелом електроенергії в країні, забезпечивши 32% від загального виробництва електроенергії, що є рекордним показником для цього періоду року [79]. Країна також фокусує

увагу на декарбонізації промисловості за рахунок «зеленого» водню, підтримує розвиток електромобільності та використання теплових насосів, а також впроваджує нові технології, такі як агрофотовольтаїка. Основні заходи зі зменшення залежності від викопного палива включають прискорення відмови від вугілля та продовження виведення з експлуатації атомних електростанцій.

Скандинавські країни продовжують демонструвати лідерство у сфері енергетичної трансформації. Протягом 2023–2025 років спостерігається подальше збільшення потужностей вітрових електростанцій, активний розвиток «зеленого» водню на основі електролізу та розширення використання біомаси та геотермальної енергії, особливо в Ісландії. Країни регіону також активно підтримують електрифікацію транспорту та промисловості. Основні заходи зі зменшення залежності від викопного палива включають поступову відмову від їх використання в енергетичному секторі та транспорті, перехід на відновлювані джерела тепла та використання водню як енергоносія та сировини. У сфері енергоефективності впроваджуються жорсткі стандарти для будівель та промисловості, розвиваються інтелектуальні системи управління енергоспоживанням та стимулюється використання громадського та електричного транспорту. Інфраструктурний розвиток характеризується посиленням міждержавних енергетичних зв'язків, значними інвестиціями в розвиток систем акумулювання енергії, створенням «розумних» енергетичних мереж та розвитком інфраструктури для зарядки електромобілів та заправки водневого транспорту.

Порівняльний аналіз результатів трансформації паливно-енергетичних балансів за 2023–2025 роки свідчить про різний рівень впровадження ВДЕ в різних країнах. Зокрема, прогнозована частка ВДЕ у кінцевому енергоспоживанні на 2025 рік становить: Італія – 20,05%, Німеччина – 23,8%, Франція – 17,6%, Скандинавські країни – 55–65%. Щодо частки ВДЕ у виробництві електроенергії, то прогноз на 2025 рік становить: Італія – 52,91%, Німеччина – 50–55%, Франція – 28–33%, Скандинавські країни – 75–85% [79].

Ці дані підкреслюють різницю в темпах та масштабах енергетичної трансформації в різних європейських країнах.

Оцінка результатів трансформації паливно-енергетичних балансів є ключовим елементом для розуміння ефективності впроваджуваних енергетичних стратегій та досягнення поставлених кліматичних цілей. Період 2023-2025 років є важливим етапом у цьому процесі, оскільки країни Європи продовжують активні зусилля з декарбонізації своїх економік та підвищення енергетичної безпеки (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Порівняльний аналіз результатів трансформації паливно-енергетичних балансів за 2023-2025 рр.

Показник	Італія (прогноз на 2025)	Німеччина (прогноз на 2025)	Франція (прогноз на 2025)	Скандинавські країни (усереднений прогноз на 2025)
Частка ВДЕ у кінцевому енергоспоживанні (%)	22-27	23-28	22-27	55-65
Частка ВДЕ у виробництві електроенергії (%)	38-43	50-55	28-33	75-85
Зменшення споживання викопного палива (2023-2025)	Помірне	Значне	Помірне	Значне
Динаміка викидів парникових газів від енергетики	Повільне зниження	Значне зниження	Повільне зниження	Значне зниження
Зміни в енергетичній залежності	Незначне зменшення	Подальше зменшення залежності від рф, загальна залежність поступово знижується	Залежність залишається відносно стабільною, можливе незначне зменшення	Подальше зниження залежності, зростання експорту «зеленої» енергії
Рівень енергоефективності (зміни)	Подальше зростання	Подальше зростання	Подальше зростання	Високий рівень, подальше покращення

Джерело: складено автором за матеріалами [79]

Порівняльний аналіз результатів трансформації паливно-енергетичних балансів у Італії, Німеччині, Франції та Скандинавських країнах до 2025 року демонструє значну різницю в амбіціях та очікуваних досягненнях. Скандинавські країни продовжують утримувати лідерство у сфері декарбонізації та розвитку відновлюваних джерел енергії. Німеччина демонструє значний прогрес у зменшенні залежності від викопного палива та викидів парникових газів. Італія та Франція також рухаються в напрямку енергетичного переходу, проте їх темпи є більш помірними. Ці відмінності зумовлені різними національними контекстами, енергетичними ресурсами та політичними пріоритетами. Подальший моніторинг та аналіз фактичних результатів є важливим для оцінки ефективності впроваджуваних стратегій та коригування енергетичної політики для досягнення довгострокових кліматичних цілей.

Отже, порівняльний аналіз процесу трансформації паливно-енергетичних балансів в Європі демонструє суттєві розбіжності між країнами Західної та Східної Європи. Розвинені країни зуміли досягти значних успіхів завдяки активному впровадженню відновлювальних джерел енергії, що дозволило знизити екологічне навантаження та сприяло економічному зростанню. У той же час, Східноєвропейські країни, зокрема Польща та Україна, стикаються з серйозними викликами через залежність від викопних видів палива та недостатньо розвинену інфраструктуру для впровадження відновлювальної енергетики. Трансформація енергетичних балансів вимагає не лише технологічних змін, але й значних інвестицій та підтримки на державному рівні.

2.2. Роль державного регулювання у процесі трансформації паливно-енергетичного балансу в Європейських країнах

Процес трансформації паливно-енергетичних балансів у європейських країнах відбувається на фоні численних екологічних та економічних викликів.

Зокрема, підписання та ратифікація Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом стали важливим кроком на шляху імплементації європейських екологічних стандартів, включаючи Директиву 2001/80/ЄС щодо обмеження викидів забруднюючих речовин від великих спалювальних установок [36]. Це зобов'язує Україну до модернізації енергетичного сектора, що вимагає значних інвестицій та ресурсів. Проте, технічний стан енергетичних об'єктів України та обмежені фінансові можливості не дозволяють у повному обсязі виконати ці вимоги, що ставить під загрозу енергетичну безпеку країни.

У цьому контексті Європейський Союз відіграє важливу роль у формуванні і реалізації політик, спрямованих на досягнення низьковуглецевої моделі енергетики. ЄС, у свою чергу, пройшов через тривалу еволюцію механізмів державного регулювання енергетичної галузі. У 1990-ті роки почалася реалізація нової політики, спрямованої на зменшення викидів парникових газів, що було підтримано численними директивами, зокрема, директивами щодо скорочення викидів сірки, пилу та оксидів азоту. Це сприяло значним досягненням у модернізації енергетичних систем країн ЄС, зокрема, за рахунок державної підтримки та фінансування екологічних проектів.

Україна, на відміну від європейських країн, не має такої тривалої історії еволюції регуляторної бази в енергетичному секторі. Держава наразі стикається з численними труднощами в реалізації амбітних екологічних зобов'язань, зокрема, щодо скорочення викидів парникових газів. Однією з основних проблем є недостатнє фінансування, що ускладнює процес переходу до низьковуглецевої енергетики. Для вирішення цих проблем Міністерство енергетики України ініціювало створення Державного фонду декарбонізації, який має стати важливим механізмом для фінансування проектів, спрямованих на скорочення викидів двоокису вуглецю [34, с. 47].

Європейський Союз також активно підтримує розвиток відновлювальних джерел енергії, що має сприяти досягненню амбітних цілей з декарбонізації. В Україні розвиток відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) потребує значних інвестицій, а також удосконалення законодавства, яке підтримує цю

трансформацію. Важливим є також питання розвитку водневої енергетики, яке може стати важливим елементом енергетичного балансу країни в майбутньому.

Перехід до більш екологічно чистих та енергоефективних моделей енергетичних систем є важливою складовою глобальних зусиль щодо боротьби з кліматичними змінами. Державне регулювання відіграє ключову роль у цьому процесі, особливо через систему вуглецевого оподаткування, що сприяє зменшенню викидів парникових газів та розвитку відновлювальної енергетики. Враховуючи світовий досвід, в тому числі європейський, можна визначити кілька важливих аспектів, які допомагають підтримати трансформацію енергетичних систем в країнах Європи.

Одним із основних елементів є введення системи вуглецевого податку, що діє у багатьох країнах ЄС, зокрема у Фінляндії, Швеції, Франції та інших. Це сприяє економічному стимулюванню підприємств та державних установ до зменшення викидів вуглецю, адже податок безпосередньо впливає на економічні показники діяльності. Важливо зазначити, що вуглецевий податок не є лише інструментом для підвищення доходів держави, але й інструментом для створення сприятливих умов для впровадження енергоефективних технологій та розвитку відновлюваних джерел енергії. Зокрема, у зазначених країнах ЄС кошти, отримані від вуглецевого податку, направляються на фінансування заходів, що сприяють екологічній модернізації енергетичних систем. Це підкреслює важливість цільового використання таких коштів для досягнення стійких результатів у декарбонізації.

Сучасні тенденції розвитку світової економіки характеризуються зростаючим усвідомленням необхідності переходу до більш стійких та екологічно чистих джерел енергії. У цьому контексті, державне регулювання відіграє визначальну роль у формуванні та прискоренні трансформації паливно-енергетичного балансу в європейських країнах [30, с. 64]. Аналіз досвіду Італії, Німеччини, Франції та Скандинавських країн (узагальнено) демонструє різноманіття підходів до державного втручання, спрямованих на стимулювання розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), підвищення

енергоефективності, регулювання використання викопного палива, розбудову відповідної інфраструктури та оптимізацію ціноутворення на енергетичних ринках (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Ключові напрямки державного регулювання в країнах Європи (на прикладі Італії, Німеччини, Франції та Скандинавських країн)

Країна	Стимулювання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ)	Підтримка енергоефективності	Регулювання викопного палива	Розвиток інфраструктури	Ціноутворення на енергію
Італія	Фіксовані тарифи, податкові пільги, аукціони	Податкові пільги, субсидії	Обмеження на видобуток	Інвестиції в мережі	Регульовані та ринкові
Німеччина	Feed-in тарифи (раніше), аукціони, премії	Субсидії, пільги, стандарти	Поступове виведення АЕС та вугілля	Розвиток мереж, зберігання	Ринкове з елементами регулювання
Франція	Аукціони, feed-in премії, податкові пільги	Гранти, податкові пільги, стандарти	Обмеження, податки	Розвиток атомної та ВДЕ інфраструктури	Регульоване (частково) та ринкове
Скандинавія	Зелені сертифікати, аукціони, інвестиційна підтримка	Гранти, пільги, інформаційні кампанії	Податки на вуглець	Розвиток гідро- та вітроенергетичної інфраструктури, інтерконектори	Переважно ринкове з регулюванням мереж

Джерело: складено автором за матеріалами [17, с. 1253]

Порівняльний аналіз ключових напрямків державного регулювання в обраних європейських країнах виявляє як спільні тенденції, так і специфічні особливості, зумовлені національними енергетичними стратегіями та пріоритетами. У сфері стимулювання ВДЕ, Італія, Німеччина та Франція активно використовують фінансові інструменти, такі як фіксовані тарифи, податкові пільги та аукціони, для заохочення інвестицій у сонячну, вітрову та інші види відновлюваної енергетики.

Скандинавські країни, лідируючи у цій галузі, застосовують комплексний підхід, що включає зелені сертифікати, аукціони та пряму інвестиційну підтримку. Щодо підтримки енергоефективності, усі розглянуті країни впроваджують різноманітні заходи, починаючи від податкових пільг та субсидій для модернізації обладнання та будівель, і закінчуючи встановленням жорстких стандартів енергоспоживання.

Регулювання використання викопного палива є ще одним важливим напрямком державної політики. Німеччина демонструє рішучість у поступовому виведенні з експлуатації атомних та вугільних електростанцій, тоді як Франція застосовує обмеження та податки на певні види викопного палива. Скандинавські країни вирізняються високими податками на вуглець, що створює потужні економічні стимули для переходу на чистіші джерела енергії. Інструменти державного регулювання в країнах Європи (на прикладі Італії, Німеччини, Франції та Скандинавських країн) та їх вплив наведено у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Інструменти державного регулювання в країнах Європи (на прикладі Італії, Німеччини, Франції та Скандинавських країн) та їх вплив

Інструмент регулювання	Італія	Німеччина	Франція	Скандинавські країни
1	2	3	4	6
Фінансові стимули (тарифи, субсидії, пільги)	Прискорили розвиток сонячної енергетики, але призвели до зростання цін	Сприяли швидкому зростанню ВДЕ, але потребували коригування механізмів	Підтримують розвиток ВДЕ, але атомна енергетика залишається домінуючою	Стимулюють інвестиції у ВДЕ та енергоефективність, знижують залежність від викопного палива
Стандарти та норми	Поступове впровадження стандартів енергоефективності будівель та обладнання	Жорсткі стандарти енергоефективності, сприяють зменшенню споживання енергії	Впровадження стандартів енергоефективності в різних секторах	Високі стандарти енергоефективності, особливо в будівництві та промисловості

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	6
Податки та збори	Екологічні податки (помірні)	Податок на електроенергію, обговорюється податок на вуглець	Податок на вуглець	Високі податки на вуглець, стимулюють перехід на чистіші джерела енергії
Планування та дозволи	Складні процедури отримання дозволів можуть уповільнювати розвиток ВДЕ	Спрощення процедур для ВДЕ, розвиток мережевої інфраструктури	Державне планування енергетичної стратегії, видача дозволів	Активне планування розвитку мереж та інтеграції ВДЕ
Інституційні рамки	Спеціалізовані агентства, підтримка досліджень та розробок	Розгалужена система підтримки ВДЕ, наукові інститути	Державні програми підтримки, наукові дослідження	Сильна координація між урядами, бізнесом та науковими установами

Джерело: складено автором за матеріалами [9, с. 17]

Розвиток сучасної енергетичної інфраструктури, здатної інтегрувати ВДЕ та забезпечити надійне енергопостачання, також є пріоритетом для всіх розглянутих країн. Інвестиції в мережі, технології зберігання енергії та міждержавні інтерконектори є ключовими елементами державної підтримки. Нарешті, підходи до ціноутворення на енергію варіюються від поєднання регульованих та ринкових механізмів (Італія, Франція) до переважно ринкового ціноутворення з елементами державного регулювання (Німеччина, Скандинавські країни).

Ефективність державного регулювання у сфері енергетики значною мірою залежить від використовуваних інструментів. Фінансові стимули, такі як тарифи, субсидії та пільги, відіграють важливу роль у стимулюванні інвестицій у ВДЕ та енергоефективність, хоча їхнє застосування може мати певні економічні наслідки, як-от зростання цін на енергію (Італія). Встановлення стандартів та норм енергоефективності є дієвим інструментом для зменшення енергоспоживання в різних секторах економіки (Німеччина, Франція, Скандинавські країни). Податки та збори, особливо податки на вуглець, створюють економічні стимули для відмови від викопного палива та переходу

до чистіших енергетичних рішень (Скандинавські країни). Планування та видача дозволів впливають на темпи розвитку енергетичних проєктів, а ефективні інституційні рамки забезпечують координацію зусиль між урядом, бізнесом та науковими установами.

Державне регулювання продовжить відігравати ключову роль у трансформації паливно-енергетичного балансу європейських країн у найближчі роки. Очікується подальше зростання частки ВДЕ в енергетичному міксі Італії, Німеччини, Франції та Скандинавських країн. Німеччина, зокрема, демонструє значні темпи збільшення виробництва енергії з відновлюваних джерел та скорочення використання викопного палива й атомної енергії (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Вплив державного регулювання на паливно-енергетичний баланс в країнах Європи (на прикладі Італії, Німеччини, Франції та Скандинавських країн) за 2023-2025 рр.

Країна	Зростання частки ВДЕ	Зниження споживання викопного палива	Зниження енергоємності ВВП	Зміни в структурі виробництва електроенергії
Італія	Помірне	Поступове	Помірне	Зростання частки сонця та вітру
Німеччина	Значне	Значне	Значне	Різке зростання ВДЕ, скорочення вугілля та АЕС
Франція	Помірне	Помірне (залежить від атомної енергетики)	Помірне	Домінування атомної енергетики, зростання ВДЕ
Скандинавія	Високе	Значне	Високе	Переважно гідро- та вітроенергетика

Джерело: складено автором за матеріалами [15, с. 123]

Скандинавські країни, вже маючи високу частку ВДЕ, продовжать зміцнювати свої позиції у цій сфері. Італія та Франція також демонструватимуть позитивну динаміку у розвитку ВДЕ, хоча енергетичний баланс Франції значною мірою залежатиме від її атомної енергетики. Загалом, державне регулювання сприятиме зниженню енергоємності ВВП та зміні

структури виробництва електроенергії в напрямку більшої екологічної стійкості.

Державне регулювання є визначальним фактором у процесі трансформації паливно-енергетичного балансу в європейських країнах. Різноманіття інструментів та підходів, що застосовуються в Італії, Німеччині, Франції та Скандинавських країнах, відображає їхні специфічні умови та стратегічні цілі. Подальший розвиток та вдосконалення державної політики у сфері енергетики є критично важливим для досягнення цілей сталого розвитку та забезпечення енергетичної безпеки європейського континенту [6, с. 7].

Отже, роль державного регулювання у процесі трансформації енергетичних балансів європейських країн полягає не лише в забезпеченні відповідності екологічним стандартам, але й у формуванні стимулів для розвитку нових технологій та інфраструктури. Для України цей процес є значно більш складним через недостатнє фінансування та технічну відсталість. Тому, забезпечення ефективного державного регулювання є ключовим чинником для успішного переходу до екологічно сталого енергетичного майбутнього.

2.3. Перспективи розвитку паливно-енергетичних балансів у Європі

Європейський досвід сталого розвитку паливно-енергетичного комплексу є прикладом для багатьох країн світу. Європа стала піонером у впровадженні політики та заходів для забезпечення стабільності, екологічної чистоти та економічної життєздатності енергетичного сектора. У 2008 році ЄС розпочав політику трансформації регіону в економіку з низьким рівнем викидів вуглецевого газу. Попри уповільнення цього процесу через світову економічну кризу та інші фактори, нова Європейська комісія, що розпочала роботу у 2019 році, активно взялася за реалізацію Європейського Зеленого Курсу, ставши одним із основних пріоритетів.

Європейський Зелений Курс (ЄЗК) – це стратегія, яка ставить за мету зробити Європейський Союз кліматично нейтральним континентом до 2050

року [31]. Її мета полягає в прискоренні розвитку циркулярної економіки, покращенні якості життя громадян, а також у перетворенні кліматичних та екологічних проблем на можливості у всіх сферах політики ЄС, забезпечуючи справедливий і інклюзивний перехід до «зеленого» розвитку.

Основні напрямки Європейського Зеленого Курсу включають чисту енергію, кліматичні заходи, будівництво та реновацію, стійку промисловість, мобільність, зменшення забруднення довкілля, біорізноманіття та стійку аграрну політику. Одним із головних завдань є перехід на повністю чисту енергію, що передбачає використання джерел енергії з мінімальними викидами парникових газів [28, с. 23].

Європа була в авангарді глобального переходу до відновлюваних джерел енергії, встановивши амбітні цілі щодо скорочення викидів парникових газів, збільшення частки відновлюваної енергії в енергетичному балансі та підвищення енергоефективності. Стратегічні рамки ЄС у сфері енергетики спрямовані на скорочення викидів, зокрема через Європейський Зелений Курс, що передбачає нульові викиди парникових газів до 2050 року, з проміжною метою скоротити викиди на 50-55% до 2030 року [24].

Європейський Союз також працює над декарбонізацією енергетичного сектора, поступово відмовляючись від викопного палива та переходячи до низьковуглецевих альтернатив. Система торгівлі викидами стала важливим інструментом обмеження викидів у промисловості та енергетиці. У відповідь на кризу 2021/2022 років ЄС оновив свою стратегію декарбонізації, зробивши акцент на енергетичну незалежність, що підкреслило важливість ініціативи RePowerEU, спрямованої на зниження залежності від російських енергоресурсів. Зокрема, Європа активно сприяє переходу на екологічний транспорт, популяризуючи електромобілі, громадський транспорт та велосипедну інфраструктуру для зменшення забруднення повітря та зменшення трафіку.

Протягом 2021-2023 років Європа демонструє поступовий, але сталий перехід до відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної і вітрової

енергетики, що відображає глобальні тенденції в боротьбі з кліматичними змінами. Водночас викопне паливо, хоча й зменшується, ще зберігає значний вплив на енергетичний баланс Європи, зокрема через залежність деяких країн від газу та вугілля. Атомна енергія також зберігає свою роль у забезпеченні енергетичної безпеки, хоча частка її в загальному енергетичному балансі залишається незмінною. Перехід до більш сталого енергетичного майбутнього вимагає подальшої модернізації інфраструктури та розвитку технологій відновлювальної енергетики. Враховуючи глобальні зусилля у боротьбі зі змінами клімату та зобов'язання щодо зниження викидів парникових газів, Європа ставить за мету значно збільшити частку відновлюваних джерел енергії в своїй енергетичній системі, зменшуючи при цьому залежність від викопних палив (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Використання надлишкової вітрової та сонячної енергії в ЄС: потенціал економії та вплив до 2030 року

Показник	Характеристика
Річна економія в ЄС	€9 млрд (за рахунок витіснення викопного палива через чисті гнучкі рішення з 2030 року)
Надлишкове виробництво ВДЕ у 2030 р.	183 ТВт·год (еквівалентне річному споживанню електроенергії Польщі у 2023 р.)
Ключові рішення гнучкості	Батарейне зберігання енергії, міждержавні мережеві з'єднання
Вплив на вечірній попит	Зменшення залежності від викопного палива у вечірній час за рахунок зберігання енергії вдень
Роль батарей	Заробіток на різниці цін (арбітраж), підтримка сонячної генерації, витіснення гнучкого газу
Приклад: Німеччина (2024)	Можливе збільшення ємності батарей до 11,4 ГВт
Ефект в червні (гіпотетично)	Заміщення 36 ГВт·год викопної енергії ввечері, уникнення імпорту: €1,3 млн (вугілля) або €2,5 млн (газ)
Країни з понад 80% покриття попиту сонцем у пікові години	9 країн, зокрема Нідерланди, Греція (подекуди понад 100%)
Цінові тренди	Часті нульові або негативні ціни, зростання різниці між цінами вдень і ввечері
Головний виклик	Відсутність амбітної стратегії щодо батарей та рішень гнучкості на рівні країн та ЄС

Джерело: складено автором за матеріалами [41]

Згідно з останніми даними, Європейський Союз (ЄС) активно трансформує свій енергетичний баланс, збільшуючи частку відновлюваних джерел енергії та зменшуючи залежність від викопних палив. У 2023 році відновлювані джерела забезпечили 44% електроенергії в ЄС, випереджаючи викопні палива (31,7%) та ядерну енергію (22,8%) [64]. У 2024 році частка відновлюваних джерел зросла до 47%, тоді як частка викопних палив знизилася до 29%. Це свідчить про стабільне зростання інвестицій у сонячну та вітрову енергетику [42]. ЄС поставив за мету досягти 42,5% частки відновлюваних джерел у загальному споживанні енергії до 2030 року, з амбіцією досягти 45% [40]. Ці цілі відображають прагнення ЄС до сталого розвитку та зменшення викидів CO₂. Щодо прогнозів на 2025 рік, конкретні дані про частку відновлюваних джерел, викопних палив та ядерної енергії в енергетичному балансі Європи наразі відсутні. Однак, зважаючи на поточні тенденції та поставлені цілі, очікується подальше зростання частки відновлюваних джерел енергії та зменшення залежності від викопних палив. Таким чином, Європа продовжує свій перехід до більш екологічно чистої енергетики, зосереджуючись на розвитку відновлюваних джерел та впровадженні новітніх технологій для досягнення кліматичних цілей.

До 2035 року, за прогнозами, частка відновлюваних джерел енергії досягне 55%, що свідчить про значний прогрес у забезпеченні енергетичної безпеки через зелену енергетику. Викопне паливо скоротиться до 25%, і в майбутньому цей показник, ймовірно, буде продовжувати знижуватися у зв'язку з переходом на більш стійкі і чисті джерела енергії. Атомна енергія залишиться на рівні 15%, що свідчить про стабільність її ролі в забезпеченні електричних потужностей, хоча багато країн вже оголосили плани щодо поступового виведення з експлуатації своїх атомних електростанцій. Частка інших джерел енергії збільшиться до 5%, що, ймовірно, відображає зростання інтересу до альтернативних енергетичних технологій [40].

Прогнозовані зміни в енергетичних балансах Європи до 2030 року підтверджують тенденцію до значного зростання частки відновлюваних джерел

енергії та зменшення залежності від викопних палив. Це є важливим кроком у боротьбі з кліматичними змінами і втіленні політики сталого розвитку. Зниження частки атомної енергії та стабільне зростання інших джерел енергії свідчить про поступовий розвиток нових технологій, здатних забезпечити енергетичні потреби Європи в майбутньому.

Стратегії розвитку відновлюваної енергетики є ключовим аспектом у забезпеченні сталого енергетичного переходу в Європі до 2050 року. Метою цих стратегій є зниження залежності від викопних джерел енергії, зменшення викидів парникових газів та сприяння розвитку нових технологій у галузі відновлюваних джерел енергії. Європейський Союз встановив амбітні цілі щодо збільшення частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у своєму енергетичному балансі, спрямовані на досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Згідно з оновленою Директивою про відновлювану енергію, прийнятою у 2023 році, обов'язкова ціль для ВДЕ на 2030 рік становить щонайменше 42,5%, з прагненням досягти 45% [70]. Це означає майже подвоєння частки ВДЕ порівняно з рівнем 2022 року, який складав 23% [75].

Хоча конкретні цілі на 2025, 2040 та 2050 роки ще не закріплені в законодавстві, існують прогнози щодо подальшого зростання частки ВДЕ. Зокрема, очікується, що до 2040 року частка ВДЕ в електричному виробництві може досягти 70–91% [57]. Ці прогнози відображають загальну тенденцію до збільшення використання відновлюваних джерел енергії в Європі.

Досягнення цих цілей вимагатиме значного розширення інфраструктури ВДЕ. Наприклад, для досягнення цілі 42,5% до 2030 року необхідно встановити 425 ГВт потужностей вітрової енергетики. У 2024 році ЄС вперше виробив більше електроенергії з сонячної енергії, ніж з вугілля, що свідчить про прогрес у переході до чистої енергії [79]. Ці зусилля є частиною ширшої стратегії ЄС щодо досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року, що передбачає зменшення викидів парникових газів на 55% до 2030 року порівняно з рівнем 1990 року [72]. Таким чином, збільшення частки ВДЕ є ключовим елементом у досягненні цих довгострокових кліматичних цілей.

Технологічний прогрес у сфері енергетики має величезний вплив на зменшення викидів CO₂ та загальний енергетичний баланс. В рамках досягнення кліматичних цілей Європи до 2030 року важливо враховувати різноманітні технології, що можуть сприяти розвитку відновлювальних джерел енергії та зменшенню залежності від викопних видів палива. Табл. 2.8 відображає оцінку потенційного впливу різних енергетичних технологій на зменшення викидів CO₂, їх перспективи використання та вартість впровадження.

Таблиця 2.8 – Вплив технологій на енергетичний баланс Європи до 2030 року

Технологія	Потенційний вплив на зменшення викидів CO ₂	Перспективи використання	Вартість впровадження (оцінка)
Сонячні панелі	Зменшення на 15%	Високі темпи зростання	Середня (порівняно з іншими джерелами)
Вітрові турбіни	Зменшення на 10%	Помірне зростання	Висока (але знижуються витрати на обладнання)
Біомаса	Зменшення на 5%	Помірне зростання	Низька (для перехідних періодів)
Атомна енергія	Зменшення на 20%	Обмежене зростання	Висока (вимагає значних інвестицій у інфраструктуру)

Джерело: складено автором за матеріалами [71]

Сонячні панелі мають високий потенціал у зменшенні викидів CO₂, приблизно на 15%. Завдяки високим темпам зростання виробництва та встановлення таких систем, ця технологія є однією з найбільш перспективних у відновлювальній енергетиці. Вартість впровадження сонячних панелей оцінюється як середня порівняно з іншими джерелами енергії. Зниження витрат на виробництво та встановлення обладнання сприяє доступності цієї технології для широкого кола споживачів.

Вітрові турбіни можуть зменшити викиди CO₂ на 10%. Перспективи використання цієї технології оцінюються як помірні, з очікуваним зростанням у майбутньому. Хоча вартість впровадження вітрових турбін є високою, з часом

витрати на обладнання знижуються завдяки вдосконаленню технологій і масовому виробництву. Вітрова енергія має великий потенціал, особливо в країнах з високими вітровими ресурсами.

Біомаса має потенціал для зменшення викидів CO₂ на 5%. Це технологія з помірним зростанням, що може стати ефективним рішенням для перехідних періодів, коли необхідно замінити традиційні джерела енергії. Вартість впровадження біомаси є низькою порівняно з іншими відновлювальними джерелами, що робить її привабливою для країн з обмеженими фінансовими ресурсами на розвиток енергетичної інфраструктури.

Атомна енергія має найбільший потенціал для зменшення викидів CO₂ – на 20%. Однак її перспективи використання обмежені через високу вартість впровадження та значні інвестиції, необхідні для модернізації інфраструктури. Атомна енергія є потенційно важливим компонентом енергетичної стратегії, але її використання залежить від політичних і економічних факторів, включаючи безпеку та управління відходами. Розвиток паливно-енергетичних балансів у Європі є важливим етапом на шляху до досягнення сталого розвитку та енергетичної безпеки. Зі зростанням потреби у зниженні впливу людської діяльності на навколишнє середовище, а також через необхідність адаптації до змін клімату, Європа активно впроваджує стратегії для вдосконалення своїх енергетичних систем [19].

У Додатку Б наведено основні напрями вдосконалення розвитку паливно-енергетичних балансів у Європі, які мають на меті забезпечити енергонезалежність, зменшити шкідливі викиди та покращити ефективність використання енергетичних ресурсів. Збільшення частки відновлювальних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та гідроенергія, в енергетичному балансі має стати одним із ключових напрямів розвитку європейської енергетичної політики. Це дозволить зменшити залежність від традиційних джерел енергії, таких як нафта та вугілля, які сприяють забрудненню атмосфери. Очікуваним результатом є зниження викидів CO₂, що стане важливим кроком у боротьбі зі змінами клімату. Впровадження сучасних

технологій для підвищення енергоефективності в різних секторах економіки, включаючи промисловість, будівництво та транспортування енергії, має важливе значення для зниження загального споживання енергії. Використання енергоефективних матеріалів, технологій та обладнання дозволить не лише зменшити витрати на енергетичні ресурси, але й досягти значної економії енергії на всіх етапах її виробництва та споживання.

Одним із важливих аспектів вдосконалення паливно-енергетичних балансів є розвиток інфраструктури для зберігання енергії, зокрема створення нових і модернізація існуючих об'єктів для зберігання енергії, таких як батареї та гідроакумулюючі станції. Це дозволить стабілізувати постачання енергії, особливо в періоди, коли відновлювальні джерела енергії (наприклад, сонце або вітер) не можуть забезпечити постійну енергію. Очікуваним результатом є покращення інтеграції відновлювальних джерел енергії в загальну енергетичну систему. Впровадження технологій для захоплення та зберігання вуглецю (Carbon Capture and Storage, CCS) має на меті значно зменшити викиди парникових газів у енергетичному секторі. Це важливий напрямок, оскільки парникові гази, зокрема CO₂, є основними винуватцями глобального потепління. Очікується, що використання таких технологій дозволить зменшити негативний вплив енергетичного сектору на навколишнє середовище, а також наблизити Європу до досягнення своїх кліматичних цілей.

Розширення джерел постачання енергії з різних країн, а також створення нових енергетичних маршрутів і інтерконекторів є необхідними для зниження енергетичної залежності від окремих країн чи регіонів. Це дозволить забезпечити стабільність енергетичних постачань навіть у разі політичних чи економічних криз, а також посилити енергетичну безпеку в Європі [66, с. 2027].

Впровадження інтелектуальних енергетичних мереж (smart grid), а також автоматизація управління енергетичними мережами дозволяє значно підвищити ефективність управління енергетичними потоками. Це включає використання сучасних інформаційних технологій для моніторингу, оптимізації і контролю енергетичних процесів. Оскільки енергетичні мережі стають більш складними і

інтегрованими, цифровізація забезпечує можливість точного управління енергетичними ресурсами, що зменшує витрати на енергозабезпечення.

Розвиток енергетичних спільнот та ринків електричної енергії з нульовим вуглецевим слідом допоможе сприяти конкуренції та стимулювати розвиток відновлювальних джерел енергії. Нові форми ринків, включаючи локальні ринки енергії, дозволяють збільшити доступ до чистої енергії для споживачів та знижують бар'єри для участі у енергетичній системі. Таким чином, ці напрями вдосконалення є важливими кроками до забезпечення сталого енергетичного майбутнього Європи та досягнення цілей щодо зниження викидів та підвищення ефективності використання енергії.

Європейський досвід сталого розвитку паливно-енергетичного комплексу демонструє успіхи у відновлюваній енергетиці, енергоефективності, декарбонізації та сталому транспорті, що може бути корисним для інших країн, зокрема України, у прагненні створити більш стійку та екологічно чисту енергетичну систему (Додаток В). Європейські країни активно впроваджують сонячну, вітрову та біоенергетику, що дозволяє значно збільшити частку відновлювальних джерел у загальному енергетичному балансі. Це допомагає знижувати залежність від традиційних енергоресурсів, таких як вугілля та нафта, а також зменшує викиди CO₂. Для України це може стати можливістю для диверсифікації енергетичного портфеля та зниження залежності від імпортованих енергоносіїв, що важливо для забезпечення енергетичної безпеки та скорочення негативного впливу на навколишнє середовище.

Європейські країни успішно застосовують технології захоплення та зберігання вуглецю (CCS) для зниження викидів CO₂, особливо в енергетичному секторі. Ці технології дозволяють зменшити викиди парникових газів від теплових електростанцій, що є важливим кроком у боротьбі зі зміною клімату. Для України це також є перспективним напрямком, оскільки зважаючи на значну частку теплових електростанцій у енергетичному балансі, впровадження CCS може суттєво знизити викиди CO₂ і покращити екологічну ситуацію [30, с. 78].

Європейські країни активно інвестують у розвиток інфраструктури для зберігання енергії, зокрема в гідроакумуючі станції та інші інноваційні технології. Це дозволяє забезпечити стабільність енергетичних постачань, особливо з урахуванням зростаючої частки відновлювальних джерел, які є залежними від погодних умов. Для України розвиток сучасних систем зберігання енергії є необхідним для покращення інтеграції відновлювальних джерел та забезпечення стабільних постачань енергії в країні.

Впровадження «розумних» енергетичних мереж в Європі дозволяє значно підвищити ефективність управління енергетичними потоками та знижувати витрати на енергозабезпечення [9, с. 15]. Ці технології автоматизують процеси управління енергетичними мережами, що дозволяє оптимізувати розподіл енергії та покращити якість обслуговування споживачів. Для України запровадження таких технологій дасть змогу значно покращити ефективність використання енергетичних ресурсів, знизити витрати та підвищити рівень енергетичної безпеки.

Європейські країни активно впроваджують енергоефективні технології в промисловості, будівництві та енергетичному секторі, що дозволяє значно зменшити споживання енергії. Це сприяє не лише економії коштів, а й зменшенню викидів парникових газів. Для України це означає можливість зменшити енергетичні витрати та підвищити економічну ефективність виробничих процесів, що є важливим кроком у процесі економічної модернізації. В Європі активно розвиваються енергетичні маршрути та інтерконектори, що дозволяють зменшити залежність від окремих постачальників енергії. Це є важливим кроком для забезпечення енергетичної безпеки, оскільки дозволяє знизити ризики, пов'язані з політичними або економічними потрясіннями в країнах-експортерах енергоносіїв. Для України диверсифікація джерел енергопостачання через створення нових інтерконекторів та енергетичних маршрутів може забезпечити більш стабільне і незалежне постачання енергії [18, с. 81].

Європейські країни активно стимулюють розвиток місцевих енергетичних ринків та енергетичних спільнот, що дозволяє залучати споживачів до виробництва та постачання енергії. Ці ініціативи створюють можливості для розвитку відновлювальних джерел енергії на локальному рівні та сприяють більш ефективному використанню місцевих ресурсів. Для України розвиток місцевих ринків енергії може сприяти підвищенню доступу до відновлювальної енергії, а також стимулювати економічний розвиток регіонів.

Таким чином, адаптація європейського досвіду сталого розвитку паливно-енергетичного комплексу в Україні може допомогти країні значно покращити енергетичну ефективність, зменшити екологічний вплив енергетичного сектору та забезпечити енергетичну безпеку. Європейські країни активно підтримують відновлювані джерела енергії, такі як вітрова, сонячна, гідро- та біоенергетика. Стимулювання розвитку відновлюваної енергетики, включаючи знижені тарифи та інвестиційні заходи, дозволило швидко розвивати відповідні потужності. Європейська стратегія сталого розвитку також включає заходи для підвищення енергоефективності в будівлях, транспорті, промисловості та побутових приладах. Запровадження стандартів енергоефективності, енергетичного маркування та фінансових стимулів сприяє зниженню споживання енергії.

Отже, перспективи розвитку паливно-енергетичних балансів у Європі спрямовані на досягнення стійкої енергетичної незалежності та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище через активне впровадження відновлювальних джерел енергії, інноваційних технологій зберігання енергії та вдосконалення енергоефективності. Переходячи до більш чистих джерел енергії, Європа ставить за мету знизити викиди парникових газів та зменшити залежність від імпортованих енергоносіїв, забезпечуючи таким чином стабільність енергетичних постачань. Ці тенденції створюють нові можливості для економічного зростання, сприяють розвитку високих технологій і забезпечують досягнення кліматичних цілей, що є важливим прикладом для інших країн, зокрема України.

Висновки до розділу 2

Перехід до нових енергетичних реалій у країнах Європи є ключовим елементом забезпечення сталого розвитку та зміцнення енергетичної безпеки. Проте, цей процес адаптації виявляється досить складним і неоднорідним серед різних країн. Держави з розвинутою енергетичною інфраструктурою демонструють значні успіхи в інтеграції відновлювальних джерел енергії до своїх енергетичних систем. Водночас, країни Східної Європи, включаючи Польщу та Україну, стикаються з необхідністю проведення більш глибоких реформ та потребують значної державної підтримки для успішного просування до більш екологічно стійкого енергетичного майбутнього. Загалом, перехід до більш сталих енергетичних систем на європейському континенті є багатограним і складним завданням, що вимагає значних фінансових вкладень у новітні технології, модернізацію існуючої інфраструктури та забезпечення енергетичної незалежності кожної країни. Успішність цього процесу значною мірою визначається ефективністю національних та європейських енергетичних стратегій, а також здатністю країн адаптувати свої енергетичні системи до нових глобальних викликів, серед яких особливе місце займають зміни клімату та нестабільна геополітична ситуація у світі.

Державне регулювання відіграє вирішальну роль в ефективному управлінні процесом трансформації паливно-енергетичного балансу в європейських країнах. Завдяки впровадженню таких економічних інструментів, як вуглецеві податки та системи торгівлі вуглецевими квотами, країни Європейського Союзу досягли значного скорочення викидів парникових газів та стимулювали перехід до більш сталих енергетичних систем. Україні, яка лише розпочинає впровадження подібних ініціатив, важливо враховувати європейський досвід, активно розвиваючи механізми фінансування для декарбонізації та підтримуючи інвестиції у відновлювальні джерела енергії. Однак, для успішної адаптації вітчизняного енергетичного сектору необхідно

брати до уваги не лише економічні стимули, але й технічні складнощі, що неминуче виникають під час модернізації існуючих енергетичних об'єктів.

Перспективи розвитку паливно-енергетичних балансів у Європі визначаються зростаючою актуальністю переходу до сталої енергетики та необхідністю скорочення викидів парникових газів. В умовах глобальних кліматичних змін та прагнення до зменшення залежності від викопних видів палива, європейські країни активно спрямовують інвестиції у розвиток відновлювальних джерел енергії, електрифікацію транспортної галузі та вдосконалення технологій зберігання енергії. Проте, досягнення поставлених цілей вимагає застосування комплексного підходу, який враховує економічні, соціальні та політичні фактори, а також передбачає адаптацію існуючої інфраструктури та забезпечення підтримки споживачів на всіх етапах енергетичного переходу.

ВИСНОВКИ

Згідно з результатами проведеного дослідження, ключовим аспектом для забезпечення енергетичної безпеки та сталого розвитку держави є трансформація паливно-енергетичного балансу. Цей процес передбачає поступовий перехід до екологічно чистих та ефективних енергетичних рішень, що сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля та зміцненню економічної незалежності країни. Адаптація енергетичних систем до сучасних викликів є запорукою стабільності енергопостачання та підтримки соціально-економічного зростання національної економіки.

Передумови та фактори, що зумовлюють трансформацію паливно-енергетичного балансу у світовому масштабі, відображають загальносвітову тенденцію до сталого енергетичного розвитку. Зростання споживання енергії, збільшення вартості традиційних енергоносіїв та нагальна потреба у зниженні екологічного навантаження об'єктивно вимагають впровадження енергоефективних технологій, диверсифікації джерел енергії та активного розвитку відновлюваної енергетики. Комплексна взаємодія ресурсних, кліматичних, технологічних, ринкових і соціальних факторів визначає основні напрями еволюції енергетичної системи. Врахування цих визначальних чинників при формуванні енергетичної політики сприятиме створенню більш стійкої, ефективної та екологічно відповідальної глобальної економіки.

У дослідженні також охарактеризовано методи аналізу та оцінки ефективності трансформації паливно-енергетичних балансів. Ці методи є важливим інструментарієм для розробки стратегій, спрямованих на оптимізацію використання енергетичних ресурсів, зменшення залежності від імпорту енергоносіїв та підвищення загальної енергоефективності в країні. Зважаючи на швидкі зміни в технологічному розвитку та на глобальних енергетичних ринках, застосовувані методи повинні бути гнучкими та постійно адаптуватися для забезпечення гармонійного поєднання економічної вигоди, екологічної стійкості та енергетичної безпеки.

Законодавчо-правова база Європейського Союзу у сфері енергетики являє собою комплексну систему, яка регулює як внутрішні аспекти функціонування ринку, так і зовнішню політику в контексті енергетичної безпеки та співробітництва. Її інтеграційний потенціал сприяє формуванню узгоджених підходів до декарбонізації, модернізації енергетичної інфраструктури та впровадження інноваційних технологій у рамках енергетичного переходу. Еволюційний характер європейського правового поля, його здатність реагувати на науково-технічний прогрес та геополітичні зміни, робить його важливим інструментом для досягнення довгострокового сталого енергетичного розвитку. Цей досвід є особливо цінним для країн, що прагнуть європейської інтеграції, включаючи Україну, яка працює над гармонізацією свого законодавства з нормами ЄС для зміцнення власної енергетичної безпеки та забезпечення сталого розвитку.

Трансформація паливно-енергетичних балансів у європейських країнах є ключовим елементом у забезпеченні сталого розвитку та енергетичної безпеки континенту. У багатьох країнах Європи активно відбувається поступовий перехід до відновлюваних джерел енергії, таких як вітрова, сонячна та гідроенергетика. Проте темпи та результати цього процесу значно варіюються залежно від рівня економічного розвитку, природно-кліматичних умов та політичних пріоритетів кожної країни. Найбільших успіхів у цій сфері досягли країни Північної та Західної Європи, зокрема Німеччина та Швеція, де значна частка енергії вже виробляється з відновлюваних джерел. Водночас країни Східної Європи, включаючи Польщу та Україну, стикаються зі значними труднощами, зумовленими високою залежністю від викопних видів палива та застарілою енергетичною інфраструктурою, що уповільнює процеси декарбонізації. Вартість електроенергії, яка значною мірою залежить від енергетичної політики, наявності відновлюваних джерел та рівня енергетичної залежності, має значні відмінності між європейськими країнами, що підтверджується аналізом середньої вартості електроенергії у 2023-2025 роках. Країни з розвинутою інфраструктурою відновлюваної енергетики

демонструють більш стабільні ціни, тоді як країни, що залишаються залежними від викопних палив, відчують більші цінові коливання. Зокрема, Норвегія та Швеція, завдяки доступу до значних гідро- та вітрових ресурсів, змогли стабілізувати ціни на електроенергію, тоді як Італія та Німеччина стикаються з більшими ціновими коливаннями через зміни в енергетичній політиці та зростання залежності від імпорту енергоносіїв.

Роль державного регулювання в процесі трансформації паливно-енергетичного балансу в європейських країнах є надзвичайно важливою для досягнення цілей декарбонізації та переходу до стійких енергетичних моделей. Впровадження вуглецевих податків та стимулювання розвитку відновлюваних джерел енергії сприяють зменшенню викидів парникових газів та підвищенню енергетичної ефективності. Для України, враховуючи її обмежений досвід у цій сфері, важливим є впровадження відповідних ініціатив, таких як Державний фонд декарбонізації, а також удосконалення законодавчої бази для підтримки розвитку відновлюваних джерел енергії. Процес трансформації паливно-енергетичних балансів у європейських країнах є однією з найбільш актуальних та стратегічно важливих проблем у контексті сталого розвитку та забезпечення енергетичної безпеки. Під впливом глобальних викликів, таких як зміна клімату, енергетична залежність та обмеженість традиційних енергетичних ресурсів, європейські країни активно працюють над оновленням своїх енергетичних стратегій. У цьому процесі ключову роль відіграє державне регулювання, яке є основою для визначення напрямків розвитку енергетичних ринків, підтримки інвестицій у відновлювальні джерела енергії та забезпечення соціальної та економічної стабільності. Попри значні досягнення в галузі державного регулювання, існує низка викликів, які можуть вплинути на ефективність реалізації енергетичних стратегій. Зокрема, проблеми, пов'язані з вартістю енергетичних технологій, нестабільністю світових цін на енергоресурси, а також зменшенням ролі традиційних енергетичних джерел у національних балансах, можуть призвести до затримок у реалізації національних планів з енергетичної трансформації. Державне регулювання

відіграє вирішальну роль у процесі трансформації паливно-енергетичних балансів у європейських країнах, сприяючи розвитку відновлюваних джерел енергії, підвищенню енергоефективності та забезпеченню енергетичної безпеки. Водночас, для подолання існуючих викликів необхідно посилювати міжнародне співробітництво, стимулювати інновації та розробляти нові стратегії для адаптації енергетичних ринків до мінливих умов глобальної економіки. Успішна трансформація паливно-енергетичних балансів стане міцною основою для стійкого розвитку європейських країн у майбутньому.

Розвиток паливно-енергетичних балансів у Європі має значний потенціал, особливо з огляду на інтеграцію зелених технологій, підвищення енергоефективності та диверсифікацію енергетичних постачань. Європейські країни активно спрямовують зусилля на розвиток внутрішнього виробництва відновлюваних джерел енергії, зокрема вітрових та сонячних електростанцій, що дозволяє зменшити енергетичну залежність від зовнішніх постачальників. Водночас існуючі виклики, такі як нестабільність цін на енергоресурси та необхідність модернізації інфраструктури, вимагають комплексного підходу до управління енергетичними балансами та розвитку інноваційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Базюк Т. М. Особливості оцінки енергетичного потенціалу та зміни енергетичного балансу регіону. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2013. С. 27-31. DOI: <https://core.ac.uk/download/pdf/47230743.pdf> (дата звернення: 06.03.2025)
2. Бондаренко С., Коротченко О. Формалізація та законодавче закріплення механізмів забезпечення стійкості енергетичної безпеки України. *Journal of Scientific Papers «Social Development and Security»*. 2024. Vol. 14, № 2. С. 82-106. DOI: https://www.researchgate.net/publication/380581346_Formalizacia_ta_zakonodavce_zakriplenna_mehanizmv_zabezpecenna_stijkosti_energeticnoi_bezpeki_Ukraini (дата звернення: 06.03.2025)
3. Вартість електроенергії у Франції. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/electricity/france/2025-04/> (дата звернення: 13.05.2025)
4. Вартість електроенергії в Італії. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/electricity/italy/> (дата звернення: 13.05.2025)
5. Вартість електроенергії в Німеччині. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/electricity/germany/> (дата звернення: 13.05.2025)
6. Визначення рівня енергетичної безпеки України: аналіт. доп. / [Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М., Бобро Д. Г., Рябцев Г. Л., Завгородня С. П.] ; за заг. ред. О. М. Суходолі. Київ : НІСД, 2021. 71 с. DOI: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-06/analytrep_02_2022.pdf (дата звернення: 09.04.2025)
7. Гламаздін В. П., Мельник О. В., Тонкоголосюк В. М. Аналіз роботи паливно-енергетичного комплексу України в умовах військової агресії та визначення перспективних напрямів розвитку. *Наука, технології, інновації*.

2023. № 2. С. 11-19. DOI: https://nti.ukrintei.ua/wp-content/uploads/2024/06/%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D0%B7%D0%B4%D0%B8%D0%BD_2-2023.pdf (дата звернення: 11.03.2025)

8. Директива Європейського Парламенту і Ради (ЄС) 2018/2001 від 11 грудня 2018 року про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел (нова редакція). Документ 984_039-18, чинний, поточна редакція Редакція від 07.06.2022. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_039-18#Text (дата звернення: 22.05.2025)

9. Досвід розбудови розумних енергетичних мереж на міжнародному рівні : монографія / І. А. Вакуленко, С. І. Колосок, О. В. Кубатко та ін. ; за ред. С. І. Колосок. Суми : Сумський державний університет, 2019. 109 с. DOI: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/81682/1/Kolosok_monograf.pdf (дата звернення: 10.04.2025)

10. Європейський зелений курс. URL: <https://eu4ukraine.eu/greengeal-ua> (дата звернення: 18.03.2025)

11. Затонацька Т. Г., Іваницький М. В. Енергетичний сектор України: сучасний стан та подальші перспективи. *Ефективна економіка*. 2024. № 4. URL: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.4.26> (дата звернення: 11.03.2025)

12. Інвестиційні можливості сектору енергетики. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/wp-content/uploads/2024/08/energetychnyj-sektor-ukrayiny-1.pdf> (дата звернення: 11.03.2025)

13. Копанчук В. О., Омельчук Л. В. Сучасні компаративні аспекти державного регулювання паливно-енергетичного сектору в умовах інноваційного розвитку та безпеки. *Інвестиції: практика та досвід*. 2024. № 17. С. 131-134. DOI: <https://www.nayka.com.ua/index.php/investplan/article/view/4553> (дата звернення: 16.03.2025)

14. Клят Ю., Соломицький О., Семененко О., Водчиць О., Войцеховський Р., Поливода М. Визначення та класифікація загроз енергетичній безпеці України в сучасних умовах військових викликів. *Journal of Scientific Papers*

«*Social Development and Security*». 2024. Vol. 14. № 2. С. 272-285. DOI: <https://pdfs.semanticscholar.org/f93e/9b84cb6063badff9698acd9c8944e05ed1fd.pdf>

(дата звернення: 13.04.2025)

15. Купчак В.Р., Павлова О.М., Павлов К.В., Лагодієнко В.В. Формування та регулювання регіональних енергетичних систем: теорія, методологія та практика : Монографія / В. Р. Купчак, О.М. Павлова, К.В. Павлов, В.В. Лагодієнко. Луцьк: СПД Гадяк Жанна Володимирівна, друкарня «Волиньполіграф», 2019. 346 с. DOI: <http://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/16582> (дата звернення: 13.04.2025)

16. Лісовий А. В. Енергетична безпека України: другий рік війни. *Scientific journal «Modeling the development of the economic systems»*. 2024. № 1. С. 124-129. DOI: <https://mdes.khmnu.edu.ua/index.php/mdes/article/view/299> (дата звернення: 22.05.2025)

17. Левченко Н. М., Антонова Л. В. Державне регулювання процесу трансформації енергетики від застарілої моделі її функціонування до новітньої «Низьковуглецевої» моделі. *Publ. upr. reg. rozvit.* 2020. № 10. С. 1247-1263. DOI: https://www.researchgate.net/publication/349922277_DERZAVNE_REGULUVANNA_PROCESU_TRANSFORMACII_ENERGETIKI_VID_ZASTARILOI_MODELI_I_II_FUNKCIONUVANNA_DO_NOVITNOI_NIZKOVUGLECEVOI_MODELI (дата звернення: 13.04.2025)

18. Липов В. В. Гетерогенізація СЕС і концепція структурно-функціональної інституціональної комплементарності. *Економічний вісник Національного технічного університету України Київський політехнічний інститут.* 2014. № 11. С. 79-84. DOI: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/f65008c7-4ed2-4c13-b6aa-2a52141399c7/content> (дата звернення: 20.04.2025)

19. Мелконова І. В., Мелконов Г. Л. Викиди парникових газів від системи генерування енергії на викопаному паливі. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.* 2025. № 1 (287). DOI: <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-287-1-39-45> (дата звернення: 22.05.2025)

20. Мирошниченко Г. Ефективність енергетичних послуг промислового підприємства з урахуванням екологічного фактору. *Проблеми екології*. 2021. № 1. С. 64–72. DOI: <https://ojs.donntu.edu.ua/ecology/article/view/40> (дата звернення: 16.03.2025)

21. Нестерова К. С., Бринзило А. В. Управління впровадженням інноваційних технологій резервного живлення у діяльність торговельно-розважального центру. *Економічний вісник НТУУ «Київський політехнічний інститут»*. 2024. № 31. С. 64-71. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.31.2024.319022> (дата звернення: 16.03.2025)

22. Огляд політики у рамках стратегії European Green Deal Пакет законодавчих ініціатив «Fit for 55». Січень 2022 року. URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ua/pdf/2022/02/Green-Deal-Policy.pdf> (дата звернення: 18.05.2025)

23. Походенко Б. О. Огляд та порівняльний аналіз концепцій енергетичної безпеки Європейського Союзу й України. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. 2023. Випуск 17. С. 56-79. DOI: <https://doi.org/10.26565/2310-9513-2023-17-06> (дата звернення: 18.05.2025)

24. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року: Розпорядження Кабінету міністрів України від 21 квітня 2023 р. № 373-р. Київ. Документ 373-2023-р, чинний, поточна редакція – Прийняття від 21.04.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (дата звернення: 17.03.2025)

25. Рябець Н., Тимків І. Глобальна енергетична безпека: концепт, фактори та шляхи забезпечення. *Економіка та суспільство*. 2024. № 61. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-120> (дата звернення: 11.03.2025)

26. Савченко О. Чого прагне Україна в енергетичній сфері. *Проблеми та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в 2024 році*. 2024. URL: https://biz.ligazakon.net/analytics/227024_problemi-ta-perspektivi-rozvitku-vidnovlyuvano-energetiki-v-2024-rots (дата звернення: 11.03.2025)

27. Синиця І. С., Ільченко О. О. Методичний підхід до управління ризиками на підприємствах енергетичної галузі. *Науковий журнал «Інтернет-технології в науці та освіті»*. 2018. № 1(10), С. 36-41. DOI: <https://surl.li/gwelqj> (дата звернення: 16.03.2025)

28. Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М., Бобро Д. Г. Методологічні засади ідентифікації та стратегування рівня енергетичної безпеки України. *Економіка України*. 2020. № 6 (703). С. 20-42. DOI: <https://surl.lu/dewfkl> (дата звернення: 02.04.2025)

29. Харазішвілі Ю. М. Ідентифікація рівня енергетичної безпеки України з позицій сталого розвитку. *Економіка промисловості*. 2019. № 4 (88). С. 5–27. DOI: <https://surl.li/foazuq> (дата звернення: 18.03.2025)

30. Чала В. С., Орловська Ю. В., Глущенко А. В. Європейські практики інвестування зеленого будівництва: Підручник Д.: ПДАБА. 2023. 148 с. DOI: <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2023/05/pidruchnyk-YEPIZB.pdf> (дата звернення: 09.04.2025)

31. Що таке Європейський зелений курс. URL: <https://surl.li/kcdzut> (дата звернення: 09.04.2025)

32. Щуров І. Нові глобальні виклики та проблеми енергетичної безпеки в Україні. *Економічний простір*. 2022. № 180. С. 76-81. DOI: <https://prostir.pdaba.dp.ua/index.php/journal/article/view/1116> (дата звернення: 20.03.2025)

33. Щуров І. В. Формування раціонального паливно-енергетичного балансу держави: науково-емпіричний підхід. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. № 5. Том 2. С. 266-273. DOI: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2022/11/2021-en-52-45.pdf> (дата звернення: 20.03.2025)

34. Яковюк І. В. Енергетична безпека Європейського Союзу та її значення для України. Київ: Видавництво Національного університету «Києво-Могилянська академія», 2021. 200 с. DOI:

https://dspace.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/19707/1/Yakoviuk_170-191.pdf (дата звернення: 25.04.2025)

35. Bondarenko, S., & Korotchenko, O. (2023). Resilience as the newest concept of energy security. *Social Development and Security*, 13(6), 215-240. DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.6.18> (дата звернення: 21.03.2025)

36. Directive 2001/80/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from large combustion plants. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32001L0080> (дата звернення: 22.05.2025)

37. Energy productivity. 2024. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_30/default/table?lang=en (дата звернення: 09.04.2025)

38. Electricity prices – Finland. 2025. URL: <https://euenergy.live/country.php?a2=FI> (дата звернення: 22.05.2025)

39. Electricity prices in Europe fell significantly in March. URL: <https://gmk.center/en/posts/electricity-prices-in-europe-fell-significantly-in-march/> (дата звернення: 22.05.2025)

40. EU lawmakers approve a deal to raise renewable energy target to 42.5% of total consumption by 2030. URL: <https://apnews.com/article/eu-climate-renewable-energy-6d1a3183a8e84c111146e9db703a13f7> (дата звернення: 22.05.2025)

41. EU could save €9bn annually from 2030 by using excess wind and solar through clean flexibility solutions. 26 Sep 2024. URL: <https://ember-energy.org/latest-updates/eu-could-save-e9bn-annually-from-2030-by-using-excess-wind-and-solar-through-clean-flexibility-solutions/> (дата звернення: 22.05.2025)

42. European Electricity Review 2025: 47% of electricity in the EU was renewable in 2024. URL: https://ember-energy.org/app/uploads/2025/01/EER_2025_22012025.pdf (дата звернення: 20.04.2025)

43. Electricity prices – Italy. URL: <https://kwhprice.eu/en/italy-it1> (дата звернення: 13.05.2025)

44. Electricity prices – Germany. URL: <https://kwhprice.eu/en/germany> (дата звернення: 13.05.2025)

45. Electricity prices – France. URL: <https://kwhprice.eu/en/france> (дата звернення: 13.05.2025)

46. Electricity prices – Norway. URL: <https://kwhprice.eu/en/norway-no1> (дата звернення: 13.05.2025)

47. Electricity prices – Sweden. URL: <https://euenergy.live/country.php?a2=SE1> (дата звернення: 13.05.2025)

48. Electricity prices – Finland. URL: <https://kwhprice.eu/en/finland> (дата звернення: 13.05.2025)

49. Government expects decrease in electricity use by 2030 despite e-mobility. URL: <https://www.cleanenergywire.org/news/government-expects-decrease-electricity-use-2030-despite-e-mobility#> (дата звернення: 22.05.2025)

50. Explainer: How Germany's hydrogen economy could transform energy use. URL: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/how-germanys-hydrogen-economy-could-transform-energy-use-2024-07-25/> (дата звернення: 22.05.2025)

51. Denmark plans offshore wind tender with up to \$8.3 billion subsidy. By Reuters. May 19, 2025. URL: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/denmark-plans-offshore-wind-tender-with-up-83-bln-subsidy-2025-05-19/> (дата звернення: 20.05.2025)

52. Finalists of the 2025 European Sustainable Energy Awards announced. URL: https://energy.ec.europa.eu/news/finalists-2025-european-sustainable-energy-awards-announced-2025-04-29_en (дата звернення: 11.03.2025)

53. Forecast: Renewable Energy Consumption in Germany. Percent of Final Energy Consumption 2024 to 2028. URL: <https://www.reportlinker.com/dataset/95d36d1807581ac95e4c8c23a77dac79b267d9a4> (дата звернення: 20.05.2025)

54. Forecast: Total Renewable Energy Share in the Total Final Energy Consumption in France. Percent 2024 to 2028. URL:

<https://www.reportlinker.com/dataset/a3ce38156667b46dfe6b36f8337b06e17153ac9f>
(дата звернення: 20.05.2025)

55. Forecast: Total Renewable Energy Share in the Total Final Energy Consumption in Italy. Percent 2024 to 2028. URL: <https://www.reportlinker.com/dataset/339f6c20a3a90fecf72b8462760c414818fce1dc>
(дата звернення: 22.05.2025)

56. Germany to miss coal phase-out target by eight years. URL: <https://www.worldcoal.com/coal/23012024/germany-to-miss-coal-phase-out-target-by-eight-years/> (дата звернення: 20.05.2025)

57. Implementing the EU 2040 Climate Target: Building blocks and measures. Report. 12 January 2025. URL: <https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2025/60028-Implementing-EU-2040-Climate-Target-measures.pdf> (дата звернення: 19.05.2025)

58. Italy accelerates renewable energy installations, but still faces structural challenges. URL: <https://strategicenergy.eu/italy-renewable-engy/> (дата звернення: 19.05.2025)

59. Italy to present hydrogen corridor plan in autumn, may involve Switzerland By Angelo Amante and Marta Di Donfrancesco. July 24, 2024. URL: <https://www.reuters.com/business/energy/italy-present-hydrogen-corridor-plan-autumn-may-involve-switzerland-2024-07-24/> (дата звернення: 19.05.2025)

60. Lin T., Chiu Y., Lin Y., Chang T., Lin P. Greenhouse gas emission indicators, energy consumption efficiency, and optimal carbon emission allowance allocation of the EU countries in 2030. Gas Science and Engineering. 2023. Vol. 110. 204902. URL: <https://surl.li/ngwdsy> (дата звернення: 09.04.2025)

61. Mahoney K., et al. The role of cyber security in ensuring energy security: challenges and measures. Energy policy and cyber security. 2023. № 8(2), pp. 45-61. DOI: <https://www.researchgate.net/publication/376635392> The role of cyber security in advancing sustainable digitalization Opportunities and challenges (дата звернення: 22.05.2025)

62. Hasheminasab H., Streimikiene D., Pishahang M. A novel energy poverty evaluation: Study of the European Union countries. *Energy*. 2023. Vol. 264. 126157. URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126157> (дата звернення: 09.04.2025)

63. Herz D., Miller J., Petrov V. Energy Security and Geopolitical Relations: The Link between Energy Resources, Energy Security, and Geopolitical Influence. *Journal of Global Security Studies*. 2023. № 8(1), pp. 148-167. DOI: <https://www.intechopen.com/chapters/71552> (дата звернення: 09.04.2025)

64. How is EU electricity produced and sold? URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/how-is-eu-electricity-produced-and-sold/> (дата звернення: 09.04.2025)

65. Nakhimbekova S., Baibosynova G., Batyrova N., Kulbayeva A. (2020). Analysis of the Relationship between Energy Price Changes and Stock Market Indices in Developed Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(6), 169-174. DOI: <https://econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/10048> (дата звернення: 09.04.2025)

66. North Europe Renewable Energy Market Analysis- Industry Size, Share, Research Report, Insights, Covid-19 Impact, Statistics, Trends, Growth and Forecast 2025-2034. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/north-europe-renewable-energy-market> (дата звернення: 22.05.2025)

67. Wind power in Denmark. URL: <https://renewablesnow.com/news/wind-and-solar-power-in-denmark-reach-67-percent-share-in-h1-828070/> (дата звернення: 22.05.2025)

68. Operating environment in Q1 2025. European power markets. URL: <https://surl.li/qwjzpe> (дата звернення: 22.05.2025)

69. Record-high production, strong results. 08 May, 2025. URL: https://consent.yahoo.com/v2/collectConsent?sessionId=3_cc-session_f85ac504-2383-4525-91d3-e36678d03fac (дата звернення: 20.05.2025)

70. Renewable energy targets. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en (дата звернення: 22.05.2025)
71. REPowerEU. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/REPowerEU> (дата звернення: 05.05.2025)
72. Rising star: EU made more electricity from solar than coal in 2024. URL: <https://tanjent-energy.com/2025/04/07/rising-star-eu-made-more-electricity-from-solar-than-coal-in-2024/> (дата звернення: 05.05.2025)
73. Share of renewable fuels in gross final consumption of energy from renewables. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_rfcer/default/table?lang=en (дата звернення: 09.04.2025)
74. Solar shines as Germany's top electricity source in April. By Gavin Maguire. May 22, 2025. URL: <https://www.reuters.com/markets/commodities/solar-shines-germanys-top-electricity-source-april-maguire-2025-05-22/> (дата звернення: 05.05.2025)
75. Share of energy consumption from renewable sources in Europe. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/share-of-energy-consumption-from> (дата звернення: 22.05.2025)
76. Strong results despite lower power prices. 05 mars 2025. URL: <https://surl.li/vvloxx> (дата звернення: 22.05.2025)
77. Sweden passes law to fund new generation of nuclear reactors. By Reuters. May 21, 2025. URL: <https://surl.li/spirpl> (дата звернення: 22.05.2025)
78. The clean transition is progressing rapidly. URL: <https://surli.cc/vmxbzu> (дата звернення: 24.05.2025)
79. Wind energy in Europe: 2024 Statistics and the outlook for 2025-2030. URL: <https://surl.lu/huonhz> (дата звернення: 24.05.2025)

ДОДАТОК А.**Вартість електроенергії в Італії, Німеччині, Франції (EUR / MWh)**

Країна	Рік	01.12.2023	02.12.2024	24.04.2025	25.04.2025	31.12.2024
Італія	2023	114,74	–	–	–	–
	2024	–	137,60	–	–	137,76
	2025	–	–	–	75,44	–
Німеччина	2023	116,41	–	–	–	–
	2024	–	105,03	–	–	–
	2025	–	–	79,66	–	–
Франція	2023	106,55	–	–	–	–
	2024	–	77,00	–	–	–
	2025	–	–	–	60,60	–

Джерело: складено автором за матеріалами [3; 4; 5]

ДОДАТОК Б.

Основні напрями вдосконалення розвитку паливно-енергетичних балансів у Європі

№	Напрями вдосконалення	Характеристика	Очікувані результати
1	Перехід до відновлювальних джерел енергії	Збільшення частки відновлювальних джерел енергії (сонячна, вітрова, гідро) в енергетичному балансі.	Зниження залежності від традиційних джерел енергії, зменшення викидів CO ₂ .
2	Покращення енергоефективності	Впровадження технологій для підвищення енергоефективності в промисловості, будівництві та транспортуванні енергії.	Зниження споживання енергії, економія витрат на енергетичні ресурси.
3	Розвиток інфраструктури для зберігання енергії	Створення нових та модернізація існуючих об'єктів для зберігання енергії (наприклад, батареї, гідроакумулюючі станції).	Забезпечення стабільності енергетичних постачань, покращення інтеграції відновлювальних джерел енергії.
4	Зниження викидів парникових газів	Впровадження технологій Carbon Capture and Storage (CCS), зменшення викидів CO ₂ в енергетичному секторі.	Зниження негативного впливу на навколишнє середовище, досягнення цілей щодо скорочення викидів.
5	Диверсифікація джерел постачання енергії	Розширення джерел постачання енергії з різних країн, зокрема через створення нових енергетичних маршрутів і інтерконекторів.	Зменшення енергетичної залежності від окремих країн чи регіонів, забезпечення енергетичної безпеки.
6	Цифровізація енергетичного сектору	Впровадження «інтелектуальної енергетичної мережі», автоматизація управління енергетичними мережами.	Підвищення ефективності управління енергетичними потоками, зниження витрат на енергозабезпечення.
7	Впровадження нових форм енергетичних ринків	Розвиток енергетичних спільнот, розвиток ринків електричної енергії з нульовим вуглецевим слідом.	Сприяння конкуренції, покращення умов для розвитку відновлювальних джерел.

Джерело: складено автором за матеріалами [65, с. 172].

ДОДАТОК В.

**Європейський досвід сталого розвитку паливно-енергетичного комплексу
для України**

№	Європейський досвід	Характеристика	Можливості для України
1	Перехід до відновлювальних джерел енергії	Активне впровадження сонячної, вітрової та біоенергетики, досягнення значної частки відновлювальних джерел у енергетичному балансі.	Збільшення частки відновлювальних джерел енергії в Україні, зменшення залежності від імпорتنих енергоносіїв.
2	Використання технологій Carbon Capture and Storage (CCS)	Європейські країни активно розвивають та застосовують технології для захоплення і зберігання вуглецю з метою зниження викидів CO ₂ .	Впровадження CCS для зменшення викидів від теплових електростанцій в Україні.
3	Розвиток інфраструктури для зберігання енергії	Використання гідроакumuлюючих станцій і інших інноваційних систем зберігання енергії для забезпечення стабільного енергопостачання.	Розвиток сучасних об'єктів для зберігання енергії, що забезпечить стабільність енергетичних постачань в Україні.
4	Цифровізація енергетичних систем	Впровадження розумних енергетичних мереж (smart grid), автоматизація процесів управління енергетичними потоками для підвищення ефективності.	Впровадження смарт-мереж в Україні для покращення управління енергетичними ресурсами та зниження витрат.
5	Збільшення енергоефективності	Європейські країни активно застосовують технології для зниження енергоспоживання в промисловості, будівництві та транспортуванні енергії.	Впровадження енергоефективних технологій в Україні для зниження споживання енергії та економії ресурсів.
6	Диверсифікація джерел постачання енергії	Розширення енергетичних постачань через різні маршрути і інтерконектори для зменшення залежності від одних джерел постачання.	Диверсифікація джерел енергетичних постачань через створення нових енергетичних інтерконекторів і маршрутизацію.
7	Стимулювання розвитку місцевих енергетичних ринків	Створення локальних енергетичних спільнот та ринків електричної енергії для збільшення доступу до відновлювальної енергії.	Розвиток місцевих ринків енергії в Україні, що дозволить споживачам брати участь у виробництві та постачанні енергії.

Джерело: складено автором за матеріалами [32, с. 78].