

ДИПЛОМНА РОБОТА

магістр
Освітній рівень

Галузь знань 29 Міжнародні відносини
Шифр і назва галузі

Спеціальність 292 Міжнародні економічні відносини
Шифр і назва спеціальності

Освітня програма Міжнародні економічні відносини

На тему «Імплементация кращих світових практик регуляторної політики
повоєнного розвитку вітрової енергетики України»

Виконав: студент 2 курсу, група МЕВм-24-1  Д.В. Добжанський

Підпис

Ініціали, прізвище

Керівник: к.е.н., доцент

Підпис

Дата

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри МЕВ

д.е.н.,
професор

Підпис

Дата

Ініціали, прізвище

28 листопада 2025 р.

Хмельницький, 2025

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота на тему «Імплементация кращих світових практик регуляторної політики повоєнного розвитку вітрової енергетики України» містить 64 сторінки тексту, 15 рисунків, 12 таблиць та список використаних джерел із 47 найменувань.

Мета дослідження: комплексне вивчення теоретичних підходів, міжнародних моделей та прикладних інструментів регуляторної політики у сфері вітрової енергетики з акцентом на можливостях їх імплементации в Україні у період повоєнного відновлення.

Завдання дослідження:

- розкрити сутність і теоретико-методичні засади енергетичного переходу та регуляторної політики у сфері відновлюваної енергетики;
- проаналізувати міжнародні практики розвитку вітрової енергетики (Данія, Німеччина, Нідерланди тощо) та визначити їх ключові інструменти;
- дослідити сучасний стан вітрової енергетики України з урахуванням воєнних руйнувань, інвестиційних бар'єрів і мережевих обмежень;
- визначити можливості адаптації світових регуляторних моделей до українських економічних, правових та інституційних реалій;
- сформулювати рекомендації щодо трансформації регуляторного середовища з метою прискорення відбудови та забезпечення енергетичної безпеки України.

Об'єкт дослідження: регуляторна політика у сфері розвитку вітрової енергетики.

Предмет дослідження: інституційні механізми, економічні інструменти, моделі регулювання та міжнародні практики, що визначають ефективність розвитку вітрової енергетики у післявоєнний період.

Інструментарій: дослідження ґрунтується на аналізі наукових публікацій, офіційних документів міжнародних організацій (IEA, IRENA, GWEC, Єврокомісія), статистичних матеріалів, експертних звітів, методах порівняльного, системного, структурно-логічного аналізу, а також SWOT-аналізі регуляторного середовища України.

Ключові слова: вітрова енергетика, регуляторна політика, відновлювана енергетика, повоєнне відновлення, енергетична безпека, міжнародний досвід, енергетичний перехід.

ABSTRACT

The thesis titled “Implementation of Best Global Regulatory Practices for the Post-war Development of Ukraine’s Wind Energy Sector” contains 64 pages of text, 15 figures, 12 tables, and a list of 47 references.

The purpose of the study is to conduct a comprehensive analysis of theoretical approaches, international regulatory models, and practical tools in the field of wind energy, with a focus on their applicability for Ukraine’s post-war energy reconstruction.

Research objectives:

- to reveal the essence and theoretical foundations of the energy transition and regulatory policy for renewable energy;

- to examine global best practices in wind energy development (Denmark, Germany, the Netherlands, etc.) and identify their key regulatory instruments;
- to analyze the current state of Ukraine’s wind energy sector considering wartime destruction, investment barriers, and grid constraints;
- to assess the potential for adapting global regulatory models to Ukraine’s economic, legal, and institutional environment;
- to develop recommendations for improving Ukraine’s regulatory framework to accelerate reconstruction and strengthen national energy security.

Object of research: regulatory policy in the field of wind energy development.

Subject of research: institutional mechanisms, economic instruments, regulatory models, and international practices influencing the effective development of wind energy in the post-war period.

Tools: the research is based on the analysis of academic literature, official documents of international organizations (IEA, IRENA, GWEC, European Commission), statistical datasets, expert reports, as well as comparative, systemic, and structural analysis methods, including a SWOT analysis of Ukraine’s regulatory environment.

Keywords: wind energy, regulatory policy, renewable energy, post-war reconstruction, energy security, international experience, energy transition.

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

1.1. Концептуальні підходи до формування та еволюції енергетичної сфери

1.2. Методологічні інструменти оцінювання результативності розвитку відновлюваних джерел енергії

1.3. Специфіка становлення та трансформації сектору відновлюваної енергетики в Україні

Висновки до розділу 1

РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК ВІТРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ДАНІЇ ТА УКРАЇНІ

2.1. Оцінка розвитку та ключові чинники успіху вітроенергетичного сектору Данії

2.2. Аналіз сучасного стану та тенденцій функціонування вітрової енергетики в Україні

2.3. Використання данського досвіду як стратегічної моделі для розвитку української вітроенергетики

Висновки до розділу 2

РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗБУДОВИ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

3.1. Роль та значення розвитку вітроенергетики для відбудови енергетичної системи України

3.2. Прикладні аспекти реалізації проєктів з відновлення та модернізації вітрової енергетики у післявоєнний період

3.3. Пропозиції щодо адаптації та впровадження передових міжнародних регуляторних практик у сфері вітрової енергетики

Висновки до розділу 3

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Актуальність теми. У контексті сучасних глобальних трансформацій – декарбонізації, енергетичних переходів та зміцнення енергетичної безпеки – розвиток відновлюваної енергетики стає ключовим пріоритетом для більшості держав світу. Особливого значення ці процеси набувають для України, яка переживає масштабні руйнування енергетичної інфраструктури внаслідок повномасштабної російської агресії та одночасно прагне інтегруватися до європейського енергетичного простору. Вітрова енергетика, будучи одним із найбільш ефективних та перспективних джерел відновлюваної енергії, має потенціал стати фундаментом нової моделі енергетичної стійкості держави.

Повоєнне відновлення неможливе без створення сучасної, децентралізованої та безпечної енергосистеми. Саме тому постає потреба у формуванні дієвої регуляторної політики, що ґрунтується на адаптації найкращих міжнародних практик. Досвід таких країн, як Данія, Німеччина, Нідерланди, Велика Британія, демонструє, що стратегічна послідовність, довгострокове регулювання, прозорі інвестиційні правила та підтримка інновацій є ключовими умовами стрімкого розвитку вітрової енергетики. Для України, яка має значний природний потенціал, участь у європейських енергетичних ініціативах та потребує стійких рішень для енергетичної безпеки, імплементація цих практик є вкрай актуальною.

Ступінь наукової розробки. Проблематика розвитку відновлюваної енергетики та формування регуляторної політики досліджується широким колом українських та зарубіжних науковців: О. Акімов, В. Геєць, Ю. Гримайло, І. Єрмоленко, С. Корецький, М. Луньов, С. Пиріг, Л. Савчук, І. Чикаленко, М. Чумаченко, Д. Хелм, Н. Lund, В. Sovacool, D. Gielen, R. Schubert та інші. У їхніх працях висвітлено засади енергетичних трансформацій, підходи до декарбонізації, моделі регулювання ринків електроенергії, механізми розвитку вітрової енергетики. Водночас питання повоєнного розвитку української енергетики, імплементації найкращих світових практик регулювання та

адаптації інструментів політики до умов воєнного та післявоєнного відновлення залишаються недостатньо вивченими, що зумовлює необхідність поглибленого дослідження.

Мета роботи полягає у комплексному дослідженні теоретичних основ, світового досвіду та сучасних викликів розвитку вітрової енергетики з позиції регуляторної політики, а також у розробці рекомендацій щодо імплементації найкращих міжнародних практик для повоєнного відновлення енергетичного сектору України.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- обґрунтувати теоретико-методичні засади формування регуляторної політики у сфері відновлюваної енергетики;
- дослідити глобальні тенденції розвитку вітрової енергетики та визначити успішні елементи регуляторних моделей провідних країн;
- проаналізувати сучасний стан української вітроенергетики з урахуванням воєнних викликів;
- оцінити можливості адаптації данського, німецького та інших міжнародних досвідів до українських умов;
- сформулювати рекомендації щодо вдосконалення регуляторної політики у сфері повоєнного відновлення та розвитку вітрової енергетики.

Об'єктом дослідження є процеси формування та реалізації регуляторної політики у сфері розвитку вітрової енергетики.

Предметом дослідження є організаційно-економічні механізми, принципи та інструменти регуляторної політики, міжнародні практики та інституційні моделі розвитку вітрової енергетики.

Методи дослідження. Методичну основу становлять положення сучасної економічної теорії, інституційної економіки, енергетичної політики та міжнародних економічних відносин. У дослідженні застосовано методи: аналізу та синтезу – для вивчення теоретичних засад; системного підходу – для визначення структури регуляторної політики; порівняльного аналізу – для оцінки міжнародних практик; статистичного аналізу – для дослідження

тенденцій розвитку галузі; експертних оцінок; SWOT-аналізу; метод прогнозування – для визначення перспектив розвитку сектору.

Інформаційна база включає офіційні документи ЄС, дані IRENA, IEA, World Bank, GWEC, OECD, матеріали українських державних інституцій, наукові публікації, міжнародні аналітичні звіти, законодавчі акти України та ЄС.

Апробація результатів. Основні результати магістерської роботи обговорювалися на Міжнародній науково-практичній конференції «Міжнародні економічні відносини: сталий розвиток та діджиталізація» (м. Хмельницький, 21 травня 2025 р.), а також під час засідання кафедри міжнародних економічних відносин Хмельницького національного університету.

Структура роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг становить 64 сторінки, містить 15 рисунків, 12 таблиць. Список джерел включає 47 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

1.1 Концептуальні підходи до формування та еволюції енергетичної сфери

Енергетика, будучи фундаментом сучасної цивілізації та основою економічного розвитку, пройшла складний шлях еволюції – від використання м'язової сили та перших вогнищ до формування складних міжнародних енергетичних систем. Її історичне становлення не було лінійним процесом; воно характеризувалось послідовною зміною технологічних укладів, що була зумовлена як внутрішньою логікою технічного прогресу, так і зростаючим впливом зовнішніх факторів, серед яких все більшого значення набувають екологічна свідомість, геополітичні ризики та прагнення до енергетичної незалежності. Для України, яка перебуває в умовах повномасштабної війни та гострої потреби в поступовому відновленні, розуміння цих глобальних тенденцій є критично важливим для формування ефективної регуляторної політики, зокрема у сфері вітрової енергетики. Аналіз історичного досвіду дозволяє виокремити успішні моделі трансформації, що можуть бути адаптовані в поствійний період з урахуванням національних особливостей та євроінтеграційних орієнтирів.

Етапи історичної еволюції енергетики: від вугілля до відновлюваних джерел

Історію енергетики можна умовно поділити на кілька ключових етапів, кожен з яких ознаменувався домінуванням певного первинного енергоносія та відповідних йому технологій.

1. Ера вугілля та промислова революція. Початок промислової революції XVIII століття був започаткований масовим переходом на вугілля, що стало відповіддю на енергетичну кризу, спричинену вирубкою лісів у Європі. Паровий двигун, що працював на вугіллі, кардинально змінив виробництво, транспорт і, відтак, всю соціально-економічну структуру суспільства.

Енергетична система цього періоду характеризувалася високою централізацією та формуванням масштабних паливно-енергетичних комплексів, орієнтованих на видобуток та спалювання органічного палива. Проте, вже на цьому етапі почали проявлятися перші негативні зовнішні ефекти – забруднення повітря, зміни ландшафтів та соціальна напруга в регіонах видобутку.

2. Ера нафти та газу. У ХХ столітті відбувся перехід до більш ефективних та гнучких енергоносіїв – нафти і, згодом, природного газу. Цей перехід був зумовлений розвитком двигуна внутрішнього згорання, автомобілізацією та поширенням нафтохімії. Енергетична система стала більш диверсифікованою та глобалізованою, що, однак, породило нові виклики, пов'язані з геополітикою та залежністю від обмеженої кількості експортерів. Наприклад, нафтові кризи 1970-х років яскраво продемонстрували вразливість світової економіки від коливань на енергетичних ринках. Саме в цей період, як зазначається в дослідженні Atlantic Council, у Німеччині сформувався підхід, що поєднував енергетичну безпеку та екологічну стійкість, що згодом лягло в основу політики «Energiewende» .

3. Атомна ера та її дилеми. Друга половина ХХ століття ознаменувалася появою ядерної енергетики, що обіцяла стати джерелом дешевої та «чистої» (у сенсі викидів CO₂) енергії. Однак, незважаючи на технологічний потенціал, розвиток атомної енергетики зустрів серйозні суспільні та політичні бар'єри. Аварії на Три-Майл-Айленді, Чорнобилі та Фукусімі призвели до посилення антиядерних настроїв у багатьох країнах. Як видно з німецького досвіду, соціальні рухи, спрямовані проти ядерної зброї та енергетики, стали каталізатором пошуків альтернативних шляхів розвитку . В результаті, у таких країнах, як Німеччина, було прийнято рішення про поступовий відхід від атомної енергії, що стало одним із драйверів для прискореного розвитку відновлюваних джерел.

4. Сучасна ера: поступ до відновлюваної енергетики. Початок ХХІ століття ознаменувався стрімким розвитком технологій, що використовують відновлювані джерела енергії (ВДЕ), зокрема сонячної та вітрової. Цей перехід,

який часто називають «зеленою» або «енергетичною» трансформацією, має якісно нові характеристики. Він стимулюється не лише екологічними чинниками (боротьба зі зміною клімату), але й економічною доцільністю, оскільки собівартість електроенергії з ВДЕ продовжує різко знижуватися. Як зазначається у науковій публікації в РМС, «електричні технології можуть бути набагато ефективнішими за ті, що працюють на теплових двигунах». Крива навчання для сонячних модулів склала 23,5%, а для вітрової енергетики – дещо меншу, але також значну, що призвело до зниження цін на 80% і більше впродовж останніх десятиліть.

Таблиця 1.1 - Криві навчання та зниження вартості технологій ВДЕ

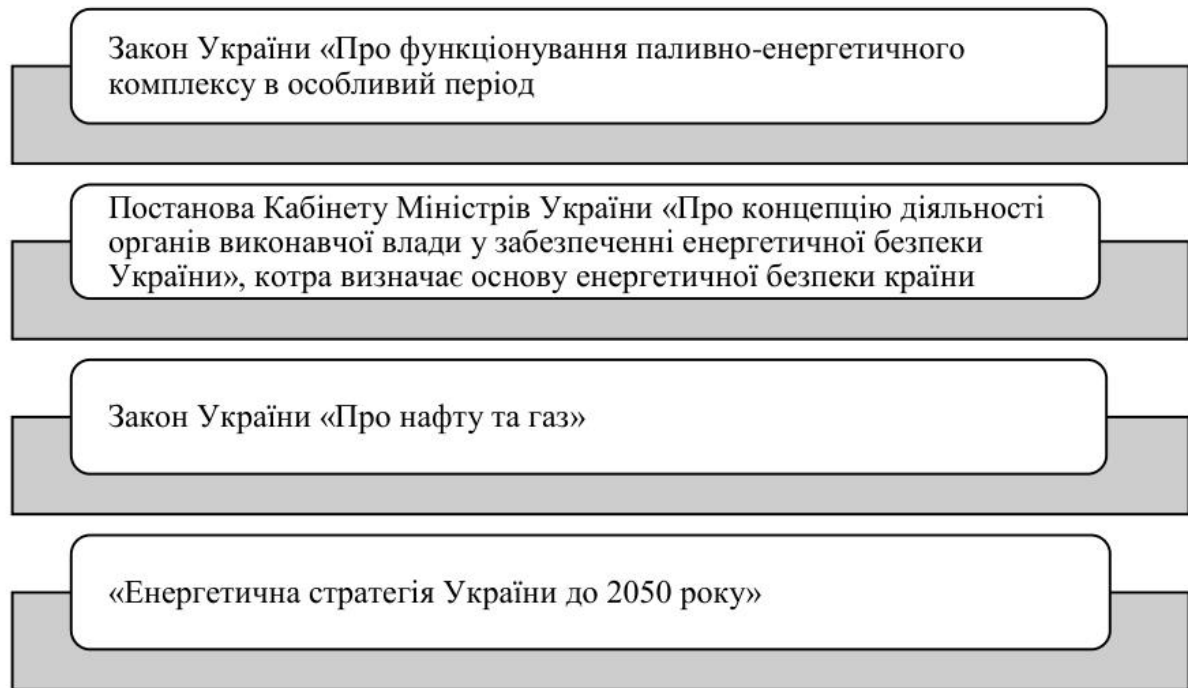
Технологія	Крива навчання	Падіння цін
Сонячна фотоелектрика	23,5%	Понад 80% з 2000 року
Вітрова енергетика	Менша, але значна (за рахунок збільшення роторів, нових матеріалів)	Значне (до 100-кратного зростання потужності при 10-кратному збільшенні ротора)

Концепція енергетичного переходу (Energy Transition) та її втілення в Німеччині (Energiewende)

Концепція енергетичного переходу є центральною теоретичною парадигмою для розуміння сучасних процесів у глобальній енергетиці. Вона передбачає системну трансформацію, що охоплює не лише технологічну заміну одних джерел енергії іншими, але й глибокі зміни в інфраструктурі, ринкових механізмах, регуляторній політиці та соціальній поведінці.

Яскравим прикладом такої трансформації є німецька «Energiewende». Її унікальність полягає в тому, що вона має глибокі історичні корені, сягаючи соціальних та антиядерних рухів часів Холодної війни, і є результатом консенсусу між різними політичними силами та громадськістю. Незважаючи на високі витрати для споживачів та виклики для традиційних комунальних підприємств, політика підтримується суспільством, оскільки поєднує

енергетичну, екологічну та трудову політику, сприяючи створенню нових робочих місць .



Ключовим інструментом «Energiewende» на ранніх етапах став механізм «зеленого» тарифу (feed-in tariff), який гарантував стабільну ціну для виробників енергії з відновлюваних джерел. Ця політика, спочатку впроваджена ще у Західній Німеччині в 1990 році, започаткувала глобальну індустрію ВДЕ . Її успіх базувався на концепції динамічної ефективності, коли держава створювала ринок для нових технологій, що здавалися надто дорогими, дозволяючи їм пройти по кривій навчання та досягти конкурентноздатності . Сьогодні електроенергія з вітру та сонця в багатьох регіонах світу стала дешевшою за електроенергію з викопного палива чи атомних електростанцій, навіть без урахування зовнішніх ефектів .

Глобальні тенденції та виклики у розвитку вітрової енергетики

Вітрова енергетика перетворилася з маргінальної технології на один з основних драйверів енергетичного переходу. Згідно з даними Всесвітньої вітроенергетичної асоціації (WWEA), за перше півріччя 2025 року у світі було встановлено 72,2 ГВт нових потужностей, що на 64% більше, ніж за аналогічний

період минулого року . Загальна встановлена потужність вітроенергетики у світі перевищила 1,25 ТВт, забезпечуючи близько 12% глобального попиту на електроенергію .

Таблиця 1.2 - Глобальні лідери у встановлених потужностях вітроенергетики (станом на червень 2025 року)

Країна	Встановлена потужність (ГВт)	Примітки
Китай	600 ГВт	Лідер з виробництва та переробки компонентів
США	2,1 ГВт (приріст за півріччя)	
Німеччина	1,9 ГВт (приріст за півріччя)	Ядро європейської «Energiewende»
Бразилія	1,3 ГВт (приріст за півріччя)	Один з нових лідерів, що швидко розвивається

Однак розвиток галузі супроводжується низкою викликів:

- Географічна концентрація виробництва: Понад 60% глобального видобутку та 90% переробки рідкоземельних елементів для вітрових турбін сконцентровано в Китаї, що створює ризики для ланцюгів постачання .
- Необхідність гнучкості енергосистеми: Зростання частки ВДЕ вимагає розвитку систем зберігання енергії (акумуляторні сховища, гідроакумуляція), цифрового керування навантаженням та інтеграції різних джерел .
- Регуляторні та інвестиційні ризики: На глобальному ринку спостерігається невизначеність через політичні ризики, зміни умов підтримки та цінові коливання, що змушує інвесторів прискорювати реалізацію проектів .

Висновки та теоретичні орієнтири для України

Аналіз історичного становлення та розвитку енергетичної галузі дозволяє сформулювати низку теоретичних висновків, важливих для подальшого дослідження:

1. Енергетичний перехід є закономірним етапом технологічного розвитку, що посилюється екологічними імперативами та економічною доцільністю. Для України інтеграція до цього процесу – це не лише виконання міжнародних зобов'язань, але й шлях до енергетичної незалежності та безпеки, що набуває критичного значення в умовах повномасштабної війни .

2. Успішна регуляторна політика має бути комплексною та передбачуваною. Досвід Німеччини свідчить, що довгострокові гарантії, такі як «зелені» тарифи, є ефективним інструментом для запуску галузі, але з часом їх має доповнювати механізм регулярних конкурентних аукціонів для стримування витрат .

3. Держава відіграє ключову роль у створенні умов для інновацій та інвестицій, особливо на ранніх етапах. Це включає не лише фінансові стимули, але й підтримку НДДКР, розвиток інфраструктури (електромережі) та сприяння локалізації виробництва окремих компонентів для зміцнення енергетичної незалежності та створення доданої вартості всередині країни .

4. Вітрова енергетика, як складова децентралізованої системи, підвищує стійкість енергопостачання. Досвід України під час війни показав, що пошкодження децентралізованих відновлюваних активів, на відміну від великих централізованих станцій, відновлюється значно швидше – за 3-5 днів проти 8 місяців . Це робить її пріоритетним напрямком для поствоєнного відновлення.

Таким чином, теоретичні засади функціонування енергетичної інфраструктури демонструють, що сучасний етап розвитку галузі визначається переходом до декарбонізованої, децентралізованої та цифрової моделі. Цей глобальний тренд, втілений у практиках таких країн, як Німеччина, формує парадигму, в межах якої має будуватися регуляторна політика поствоєнного розвитку вітрової енергетики України, що буде детально розглянуто в наступних розділах роботи.

1.2. Методологічні інструменти оцінювання результативності розвитку відновлюваних джерел енергії

Ефективність розвитку відновлюваної енергетики потребує комплексної оцінки, що об'єднує різноманітні методичні підходи. Сучасна наукова думка пропонує широкий спектр методів для кількісного та якісного вимірювання ефективності відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), які враховують як техніко-економічні, так і соціально-екологічні аспекти [12].

Система показників ефективності відновлюваної енергетики

Основним інструментом оцінки ефективності є система показників, що дозволяє проводити порівняльний аналіз різних технологій та проєктів. До ключових показників належать:

- Показники технічної ефективності: коефіцієнт використання встановленої потужності (Capacity Factor), питома виробітка електроенергії, коефіцієнт готовності обладнання, ККД перетворення енергії. Наприклад, для вітрових електростанцій коефіцієнт використання потужності становить 25-50% залежно від регіону та технології [15].
- Показники економічної ефективності: приведена вартість енергії (LCOE), термін окупності інвестицій (PP), чиста приведена вартість (NPV), внутрішня норма доходності (IRR). Дослідження показують, що LCOE для сонячної та вітрової енергетики продовжує знижуватися, досягнувши паритету з традиційними джерелами в багатьох регіонах світу [18].
- Показники екологічної ефективності: обсяг скорочення викидів парникових газів, економія водних ресурсів, запобігання забрудненню ґрунтів та повітря. За оцінками міжнародних агентств, кожен 1 МВт-год електроенергії, виробленої ВДЕ, дозволяє уникнути викиду 0,5-1,0 т CO₂-еквівалента [22].

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз методологій оцінки вітрової енергоефективності

Методологія	Сильні сторони	Слабкі сторони
Оцінка життєвого циклу	Комплексний, враховує весь життєвий цикл.	Може пропустити непрямі ефекти
Нормована вартість енергії	Чіткий економічний показник для порівняння.	Можливо, не охопить усіх суспільних переваг.
Повернення інвестицій в енергію	Зосереджено на чистому прирості енергії.	Може не враховувати переривчастий характер енергії вітру.
Соціальне прийняття	Опирається на місцеве сприйняття громади.	Вразливе до зовнішнього впливу та дезінформації.

Джерело: складено автором на основі [22,23,24]

Методи комплексної оцінки ефективності

Для інтегральної оцінки ефективності відновлюваної енергетики використовують складніші методичні підходи:

Аналіз життєвого циклу (LCA) - метод, що дозволяє оцінити сукупний вплив технології на довкілля на всіх етапах її існування - від видобутку сировини до утилізації обладнання. Цей підхід особливо важливий для об'єктивного порівняння екологічності різних технологій виробництва енергії [25].

Аналіз затрат-корисність (Cost-Benefit Analysis) - методика, що дозволяє врахувати не лише прямі економічні витрати та результати, але й зовнішні ефекти (екстерналії), такі як вплив на здоров'я населення, зменшення екологічного збитку тощо. Це дозволяє отримати більш об'єктивну картину ефективності інвестицій у відновлювану енергетику [28].

Мультикритеріальний аналіз - підхід, що враховує множину критеріїв ефективності, які часто мають різну розмірність та важливість. Застосування цього методу дозволяє врахувати як кількісні, так і якісні фактори при оцінці проєктів ВДЕ [31].

Специфіка оцінювання в умовах України

Для України методика оцінювання ефективності відновлюваної енергетики має враховувати низку специфічних чинників:

- Постраждалість інфраструктури внаслідок бойових дій та необхідність її відновлення
- Геополітичні ризики та залежність від імпорту обладнання
- Необхідність інтеграції до європейської енергосистеми ENTSO-E
- Обмеженість бюджетного фінансування та високі вимоги до ефективності інвестицій

Дослідження показують, що для українських умов найбільш релевантними є методики, що поєднують традиційні фінансові показники з оцінкою енергетичної безпеки та стійкості [34].

Міжнародний досвід та адаптаційні можливості

Європейський Союз розробив уніфіковані підходи до оцінки ефективності відновлюваної енергетики в рамках ініціативи "Clean Energy for All Europeans". Ці методики включають:

- Методику оцінки потенціалу ВДЕ з урахуванням регіональних особливостей
- Систему моніторингу прогресу у досягненні національних цілей
- Інтегровані показники енергоефективності та впливу на довкілля

Досвід таких країн, як Данія та Німеччина, свідчить про ефективність комплексного підходу до оцінки, що поєднує техніко-економічні показники з соціальними та екологічними аспектами [37].

Інноваційні підходи до оцінювання

Сучасні тенденції в оцінці ефективності відновлюваної енергетики включають:

- Використання Big Data та AI для прогнозування генерації та оптимізації роботи енергосистем
- Розрахунок "соціальної вартості вуглецю" для більш точної оцінки екологічних переваг
- Аналіз системної цінності ВДЕ з урахуванням їхньої ролі в забезпеченні стійкості енергосистем

Дослідження демонструють, що інтеграція цих інноваційних підходів дозволяє отримати більш точну та об'єктивну оцінку ефективності відновлюваної енергетики [40].

Аналіз методичних підходів до оцінювання ефективності розвитку відновлюваної енергетики дозволяє зробити наступні висновки:

1. Сучасна методологія оцінки ефективності ВДЕ є комплексною та багаторівневою, що враховує технічні, економічні, екологічні та соціальні аспекти [42].

2. Для умов України необхідна адаптація міжнародних методик з урахуванням специфіки повоєнного відновлення та євроінтеграційних вимог [43].

3. Найбільш перспективними є інтегровані підходи, що поєднують традиційні фінансові показники з оцінкою системної цінності ВДЕ для енергобезпеки та стійкості [44].

4. Розвиток методології оцінки має враховувати швидкий технологічний прогрес у галузі відновлюваної енергетики та зростаючу доступність даних для аналізу [45].

1.3. Специфіка становлення та трансформації сектору відновлюваної енергетики в Україні

Становлення та розвиток галузі відновлюваної енергетики в Україні є яскравим прикладом складного взаємодії між геополітичними чинниками, економічними інтересами та прагненням до європейської інтеграції. Цей процес не був лінійним і характеризувався періодами стрімкого зростання, глибоких криз та нових можливостей, що відкрилися в умовах повномасштабної війни. Аналіз українського досвіду дозволяє виокремити унікальні риси, що відрізняють його від шляхів розвитку інших європейських країн, та визначити ключові фактори, що впливатимуть на майбутнє енергетичного сектору в повоєнний період .

Початкові етапи становлення: між потенціалом та інституційними бар'єрами

Виникнення відновлюваної енергетики в Україні як структурованої галузі можна віднести до 2010-х років, коли було запроваджено ключовий стимулюючий механізм – «зелений» тариф. Цей інструмент, запроваджений Законом України «Про електроенергетику», гарантував виробникам електроенергії з відновлюваних джерел (ВДЕ) довгострокове купівлю їхньої продукції за фіксованими підвищеними тарифами. Політика «зеленого» тарифу стала основним драйвером залучення інвестицій, перетворивши Україну на один з найдинамічніших ринків у Східній Європі. Завдяки цьому вже у 2019 році Україна увійшла до ТОП-10 країн світу за темпами розвитку відновлюваної енергетики, а у 2020 році – до ТОП-5 європейських країн за темпами розвитку сонячної енергетики .

Проте, стрімке зростання потужностей виявило низку системних проблем. Інфраструктура електромереж, що залишилася з радянських часів, не була готова до інтеграції значного обсягу генеруючих потужностей, особливо в регіонах з найвищим потенціалом, таких як південь України для сонячної енергетики. Виникли серйозні проблеми з диспетчеризацією та балансуванням енергосистеми. Крім того, накопичення боргу за «зеленим» тарифом перед виробниками поставило під загрозу фінансову стабільність галузі та довіру інвесторів. Ця ситуація вимагала укладення Меморандуму «Про взаєморозуміння щодо врегулювання проблемних питань у сфері відновлюваної енергетики України» у червні 2020 року, що стало важливим кроком на шляху до діалогу між владою та бізнесом .

Стратегічні орієнтири: від екології до енергетичної безпеки

Особливістю українського шляху є поступова трансформація мотивації розвитку ВДЕ. Якщо на початковому етапі основним драйвером було виконання міжнародних зобов'язань у сфері захисту клімату та декларувані цілі «зеленої» трансформації, то згодом на перший план вийшли питання енергетичної безпеки

та економічної доцільності. Ця тенденція значно посилилася з початком повномасштабної війни .

Таблиця 1.2 – Критерії оцінки результативності економічного забезпечення розвитку вітрової енергетики

Індекс результативності розвитку ВДЕ													
Ринкове середовище				Державне регулювання					Інвестиційно-інноваційне середовище				
Потужність встановлених ВЕС на душу населення, МВт/10 тис. чел	Виробництво електроенергії на ВЕС, (% від загального)	Споживання енергії, виробленої на ВЕС, % від загального кінцевого споживання енергії	Зайнятість в галузі, тис. ос.	Державна підтримка	Податок на прибуток, %	Час, необхідний для підключення до електромережі, днів	Процедури, необхідні для відкриття бізнесу, од.	Час, необхідний для реєстрації майна, днів	Індекс сприйняття корупції	Уникнення викидів CO ₂ в результаті заміщення традиційних видів енергії на ВЕС, млн т CO ₂	Кількість патентів в галузі ВЕС, од.	Середня відсоткова ставка по кредитах, %	Індекс легкості ведення бізнесу

Джерело: складено автором на основі [25 с.31, 26]

Ключовим стратегічним документом, що визначав довгострокові орієнтири, стала «Енергетична стратегія України до 2035 року», затверджена у 2017 році. Вона ставила за мету збільшення частки ВДЕ в енергобалансі країни до понад 25% до 2035 року . Більш амбітійні сценарії, розроблені державним «Інститутом економіки та прогнозування» НАН України, підтверджують техніко-економічну можливість переходу України на 91% ВДЕ вже до 2050 року . Таким чином, особливістю України стало поєднання довгострокових стратегічних цілей з потужним, хоча й не завжди стабільним, стимулюючим механізмом у вигляді «зеленого» тарифу.

Вплив повномасштабної війни: виклики та нові можливості

Повномасштабне російське вторгнення в лютому 2022 року кардинально змінило контекст функціонування всієї енергетики України, включаючи відновлювану. З одного боку, галузь зазнала безпрецедентних прямих втрат

через бойові дії, окупацію та цілеспрямовані обстріли інфраструктури. З іншого боку, війна зробила розвиток ВДЕ питанням національної безпеки та виживання, прискоривши усвідомлення необхідності децентралізації та створення стійких локальних енергосистем .

Незважаючи на руйнації, українська відновлювана енергетика продемонструвала значну стійкість. Станом на 2024 рік частка електроенергії з ВДЕ у загальному балансі країни сягнула 11%, що еквівалентно 11 мільйонам МВт·год . Це стало можливим завдяки зусиллям бізнесу та підтримці міжнародних партнерів. Символом цієї стійкості став масштабний проект компанії DTEK – розширення Тилігульської вітрової електростанції до 500 МВт. Інвестиції в розмірі 450 мільйонів євро дозволять забезпечити електрикою до 900 тисяч домогосподарств .

Таблиця 1.3 - Ключові проекти та інвестиції у відновлювану енергетику України (2024-2025 рр.)*

Проект/Ініціатива	Тип генерації	Потужність / Обсяг	Інвестиції / Фінансування
Тилігульська ВЕС (DTEK)	Вітрова	500 МВт	450 млн євро
Програма розвитку ВДЕ до 2030 р.	Різні	понад 10 000 МВт	20 млрд дол. США
Підтримка ЄБРР	Інфраструктура	-	1 млрд євро (2025 р.)
Інвестиції Єврокомісії	ВДЕ	1,5 ГВт нових потужностей	-

Сучасні тенденції та пріоритетні напрями розвитку

Сьогодні розвиток відновлюваної енергетики в Україні характеризується кількома ключовими тенденціями, що сформуєть її майбутнє в повоєнний період.

1. Перехід від «зелених тарифів» до «зелених аукціонів». Для підвищення конкуренції та ефективності використання коштів держава

поступово відмовляється від фіксованих «зелених тарифів» на користь конкурентних аукціонів. У 2025 році заплановано запуск перших аукціонів: для сонячної генерації на 33 МВт та для вітрової – на 100 МВт, з максимальною ціною 8 євроцентів за кВт·год . Це сприятиме оптимізації витрат і залученню найефективніших проєктів.

2. Бум систем накопичення енергії (Energy Storage Systems – ESS). Необхідність балансування мережі та забезпечення стабільності енергопостачання в умовах війни стимулювала розвиток акумуляційних технологій. Компанія ОККО вже ввела в експлуатацію storage потужністю 20 МВт . Оновлене законодавство також дозволяє споживачам не лише накопичувати енергію для власних потреб, а й продавати надлишки в мережу, що сприяє децентралізації .

3. Активний розвиток біоенергетики та водневої енергетики. Україна, маючи потужний аграрний сектор, активно розвиває біоенергетику. Щорічно аграрний сектор генерує понад 90 мільйонів тонн біомаси, з яких наразі використовується менше 15% . Крім того, країна декларує амбіції стати європейським водневим хабом до 2050 року, використовуючи для виробництва «зеленого» водню електроенергію з ВДЕ .

Структурні виклики та перспективи повоєнного відновлення

Незважаючи на значний потенціал і позитивні тенденції, галузь стикається з низкою системних викликів, які необхідно подолати для успішного відновлення. Голова правління Української вітроенергетичної асоціації Андрій Конеченков наголошує на існуванні «ключового розриву між ринковою готовністю та державною політикою» . Серед основних проблем:

- Відсутність довгострокових контрактів (офтейків): Інвестори відзначають брак покупців, готових укласти довгострокові контракти на великі обсяги електроенергії в умовах волатильного ринку, що ускладнює залучення фінансування .
- Обмеженість мережевої інфраструктури: Навіть попри війну, в країні перебувають на різних етапах реалізації проєкти вітроенергетики сукупною

потужністю понад 4 ГВт, але їхнє введення в експлуатацію неможливе без модернізації електромереж .

- Необхідність гармонізації з законодавством ЄС: Подальший розвиток галузі неможливий без повної інтеграції українського енергоринку в європейський простір ENTSO-E та гармонізації законодавства, що відкриє нові можливості для торгівлі та співпраці .

Висновки до розділу 1

Проведене дослідження теоретико-методичних засад функціонування енергетичної інфраструктури дозволило сформулювати такі ключові висновки:

1. Енергетика пройшла складний шлях еволюції - від вугільної промислової революції до сучасної ери відновлюваних джерел, що зумовлено технологічним прогресом, екологічними викликами та прагненням до енергетичної незалежності. Кожен етап характеризувався зміною технологічних укладів і формуванням нових енергетичних систем.

2. Сучасний етап розвитку енергетики визначається концепцією енергетичного переходу, що передбачає системну трансформацію не лише технологій, але й інфраструктури, ринкових механізмів та регуляторної політики. Досвід таких країн, як Німеччина, свідчить про ефективність комплексного підходу, що поєднує енергетичну безпеку з екологічною стійкістю.

3. Методичні підходи до оцінювання ефективності відновлюваної енергетики потребують комплексного врахування техніко-економічних, екологічних та соціальних аспектів. Найбільш ефективними є інтегровані методики, що поєднують традиційні фінансові показники з оцінкою системної цінності ВДЕ для енергобезпеки та стійкості.

4. Розвиток відновлюваної енергетики в Україні пройшов складний шлях трансформації - від початкового етапу, що стимулювався "зеленим тарифом", через кризу довіри до нового етапу, зумовленого викликами війни.

Сьогодні ВДЕ постають як критично важливий компонент національної безпеки та основа енергетичної незалежності.

РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК ВІТРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ДАНІЇ ТА УКРАЇНІ

2.1. Оцінка розвитку та ключові чинники успіху вітроенергетичного сектору Данії

Данія є беззаперечним світовим лідером у галузі вітроенергетики, чий досвід став еталоном для багатьох країн, що прагнуть до енергетичної трансформації. Аналіз стану та ключових факторів успіху данської вітроенергетичної галузі має виняткове значення для формування ефективної регуляторної політики в Україні, оскільки демонструє практичну реалізацію моделі, що поєднує економічну ефективність, технологічні інновації та соціальну прийнятність.

Сучасний стан та масштаби данської вітроенергетики

Станом на 2024 рік, Данія продовжує демонструвати вражаючі показники у сфері вітроенергетики. Частка вітру в загальному електроенергетичному балансі країни сягнула 56%, що є найвищим результатом у світі. Для порівняння, в інших європейських лідерів – Ірландії та Німеччини – цей показник становить 33% та 30% відповідно. За обсягами виробництва електрики з вітру в абсолютних цифрах, ринок Данії у 2025 році прогнозується на рівні 788,15 млн кВт·год із очікуваним щорічним зростанням на 4,08% у період до 2029 року.

Данія є не лише світовим лідером за часткою вітру в енергобалансі, але й домінує у сфері офшорної вітроенергетики. Станом на початок 2025 року, офшорний сегмент забезпечував потужність понад 2,3 ГВт, що робить країну одним з ключових гравців у цій найперспективнішій підгалузі. У Європі Данія поступається лише Великій Британії за обсягами потужності, встановлених на морському шельфі. Це стало можливим завдяки таким масштабним проєктам, як Borssele Wind Farm Zone в Нідерландах, розроблена данською компанією Ørsted, потужністю 1600 МВт. Данські компанії, зокрема Ørsted і Vestas, є ключовими розробниками та постачальниками обладнання для найбільших

вітрових електростанцій Європи, таких Hornsea 2 (1386 МВт) і Hornsea 1 (1218 МВт) у Великій Британії .

Таблиця 2.1: Ключові показники розвитку вітроенергетики в Данії та Україні (станом на 2024-2025 рр.)

Показник	Данія	Україна
Частка вітру в енергобалансі	56%	Менше 1.5% (оцінка)
Встановлена потужність (ветрова)	Понад 2.3 ГВт (офшор)	1.92 ГВт (загалом), з яких 68% на окупованих територіях
Прогноз виробітку на 2025 рік	788.15 млн кВт·год	6 ТВт·год (до кінця 2025)
Ціль на 2030 рік	Не зазначена в джерелах	6.1 ГВт (наземні), 0.1 ГВт (офшор)

Секрети успіху: комплексна модель розвитку

Успіх Данії у вітроенергетиці ґрунтується не на окремій політиці, а на створенні цілісної екосистеми, що поєднує державне регулювання, технологічні інновації, фінансову підтримку та громадську участь.

1. Довгострокова та стабільна регуляторна політика. Основою данського "економічного дива" стало послідовне та передбачуване державне регулювання, що розпочалося ще в 1970-х роках після нафтових криз. Держава системно стимулювала дослідження, розробки та впровадження вітрових технологій через механізми фінансової підтримки та законодавчі ініціативи. Сьогодні ця політика включає чіткі довгострокові цілі, прозорі процедури планування та видачі дозволів, що значно знижує адміністративні бар'єри для інвесторів . На відміну від багатьох інших країн, де енергетична політика може змінюватися з приходом нової влади, в Данії існує широкий політичний консенсус щодо необхідності "зеленої" трансформації, що забезпечує стабільність умов для довгострокових інвестицій.

2. Передові технології та сильна вітчизняна індустрія. Данія є батьківщиною світових лідерів у галузі вітроенергетики – компаній Vestas (турбіни) та Ørsted (розробка офшорних вітропарків). Ці

компанії не лише забезпечують значну частину внутрішнього ринку, але й є провідними експортерами технологій та послуг по всьому світу. Уряд країни активно підтримував створення та розвиток цих національних чемпіонів через пряме фінансування НДДКР на ранніх етапах та створення сприятливого інвестиційного клімату. Історично важливим кроком стало будівництво першої у світі комерційної офшорної вітроелектростанції Vindeby у 1991 році, що започаткувало цілу нову галузь. Сьогодні данські компанії продовжують лідирувати у сфері інновацій, зокрема у розробці турбін потужністю понад 10 МВт та технологій для плавучих офшорних вітропарків.

3. Ефективні механізми фінансової підтримки та стимулювання. На ранніх етапах розвитку галузі ключову роль відіграв механізм "зелених" тарифів, що гарантував виробникам стабільну ціну на електроенергію та забезпечив приток приватних інвестицій. Згодом, у міру зниження собівартості технологій, Данія поступово перейшла до конкурентних аукціонів, що дозволяє відбирати найефективніші проекти та продовжує стимулювати зниження витрат. Крім того, в країні діють прямий державний кредитування, податкові пільги для інвесторів та підтримка через національні та європейські інвестиційні фонди. Ця багаторівнева фінансова модель забезпечила постійний приріст потужностей незалежно від кон'юнктури ринку.

4. Системна інтеграція та громадська прийнятність. Однією з найскладніших технологічних задач є інтеграція значної частки генеруючих потужностей, що залежать від погодних умов, в єдину енергосистему. Данія успішно вирішує це завдання завдяки розвиненій мережевій інфраструктурі, інтеграції з гідроенергетикою скандинавських країн (Норвегія, Швеція) через кабелі-з'єднання, а також активному впровадженню технологій зберігання енергії. Не менш важливим фактором є висока громадська підтримка. Політика залучення місцевих громад через модель енергетичних кооперативів, коли мешканці безпосередньо інвестують у місцеві вітропарки та отримують від них дохід, сформувала позитивне ставлення суспільства до вітроенергетики та усунула багато соціальних конфліктів.

Досвід Данії наочно демонструє, що успіх у вітроенергетиці досягається не шляхом імітації окремих інструментів, а через створення цілісної національної стратегії, що поєднує довгострокове політичне бачення, підтримку національних технологічних лідерів, гнучкі фінансові механізми та активне залучення громад. Для України, яка має амбіцію відбудувати енергетику на сучасних та стійких засадах, данська модель пропонує ключові уроки: необхідність формування довгострокового регуляторного середовища, важливість підтримки вітчизняних виробників та розвитку власних технологічних компетенцій, а також критичну роль соціального діалогу у забезпеченні сталого розвитку галузі. Ці аспекти будуть детально розглянуті в наступних підрозділах щодо можливостей адаптації данського досвіду в Україні.

2.2. Аналіз сучасного стану та тенденцій функціонування вітрової енергетики в Україні

Індустрія вітрової енергетики України пройшла складний шлях трансформації – від досягнення значних потужностей до втрат внаслідок повномасштабної війни та подальшої консолідації зусиль щодо відбудови вже на нових, євроінтеграційних засадах. Аналіз сучасного стану, ключових гравців, регуляторного середовища та майбутніх перспектив дозволяє не лише оцінити поточні досягнення, але й визначити стратегічні напрями для реалізації амбітних цілей у повоєнний період.

Сучасний стан та вплив повномасштабного вторгнення

До 2022 року Україна демонструвала стійке зростання потужностей вітроенергетики. За даними Державного агентства з енергоефективності, загальна потужність об'єктів відновлюваної енергетики (ВДЕ) станом на початок 2022 року зросла на 278,4 МВт лише за перше півріччя 2021 року, а загальна потужність вітрогенерації досягла майже 1,7 ГВт. Однак повномасштабне вторгнення Росії призвело до серйозних втрат: близько 225,8 МВт потужностей вітрової енергетики опинилися на тимчасово окупованих територіях, а частина

інфраструктури, зокрема п'ять турбін на Мирненській, Новотроїцькій та Сивашській ВЕС, була пошкоджена або знищена. На початок активних бойових дій працювали лише 372,5 МВт турбін, розташованих переважно в Одеській та Львівській областях.

Незважаючи на це, галузь продемонструвала стійкість і здатність до відновлення. Станом на 2025 рік, за оцінками Ukrainian Wind Energy Forum, урядом було встановлено амбітну мету – досягти 6,1 ГВт потужностей вітроенергетики до 2030 року. Вже у 2025–2026 роках очікується запуск понад 800 МВт нових потужностей, що стане переломним моментом для галузі. Прогнози Statista свідчать, що виробництво електроенергії на вітрових електростанціях України досягне 4,53 млрд кВт·год у 2025 році, із щорічним зростанням на 13,72% у період до 2029 року.

Таблиця 2.2 - Ключові показники розвитку вітроенергетики в Україні (2024-2025 рр.)

Показник	Значення
Встановлена потужність (загалом, станом на 2023 рік)	1900,8 МВт
Потужності на окупованих територіях	225,8 МВт
Прогноз виробітку на 2025 рік	4,53 млрд кВт·год
Ціль на 2030 рік (наземна + офшорна)	6,1 ГВт + 0,1 ГВт
Прогнозоване зростання (CAGR 2025-2029)	13,72% щорічно

Ключові гравці, інвестиції та міжнародна підтримка

Відбудова та розвиток галузі відбуваються завдяки активній діяльності ключових національних компаній та масштабній міжнародній підтримці.

- Національні компанії: Символом відновлення стала Тилігульська ВЕС, перший великий проект, який продовжує розширюватися і до 2026 року може досягти 500 МВт. Активну роль також відіграють компанії ОККО та «Вітропарки України». Важливим чинником стало формування власної промислової екосистеми. Friendly Wind Technology –

перший національний виробник вітрових турбін, здатний виготовляти обладнання загальною потужністю до 500 МВт на рік . Це дозволяє поступово зменшувати залежність від імпорту та створювати локалізований ланцюг постачання.

- Міжнародна фінансова підтримка: Україна отримує значну допомогу від міжнародних інституцій. Європейський Союз через Ukraine Investment Framework ініціював програми, що мають мобілізувати приблизно 2 млрд євро інвестицій . Близько 2,7 млрд євро від EU's Ukraine Facility спрямовуються через ЄБРР, IFC та KfW для знешкодження «зелених» інвестицій . Партнерства з Німеччиною, Норвегією, Данією та Нідерландами забезпечують реалізацію нових великомасштабних проєктів .

Таблиця 2.3 – Структура кінцевого споживання енергії в Україні

Рік	Кінцеве споживання енергії, тис. т н. е.	До обсягів кінцевого споживання, %					
		природний газ	вугілля та торф	сира нафта та нафтопродукти	електроенергія	теплоенергія	біопаливо та відходи
2010	74 004	38,4	11,3	16,5	15,6	16,9	1,3
2015	50 831	31,5	12,4	18,6	20,1	14,8	2,5
2018	51 408	29,1	12,5	20,2	19,8	14,6	3,8
2019	49 665	27,1	12,7	21,3	20,2	14,5	4,2
2020	47 821	27,6	12,2	20,3	20,4	15,0	4,5
2021	49 016	27,09	12,3	20,5	20,1	14,6	4,6

Джерело: складено автором на основі [49]

Регуляторні рамки, фінансування та інноваційні підходи

Умови ведення бізнесу в галузі значною мірою визначаються діючими та новими регуляторними механізмами.

- **Перехід до аукціонної системи:** На зміну «зеленому» тарифу, що був основним драйвером розвитку до 2022 року, приходить конкурентна аукціонна система. Відповідно до Національного плану дій з відновлюваної енергетики (NREAP), щорічні аукціони мають розподіляти 250 МВт нових потужностей, а максимальна ціна пропозиції встановлена на рівні 0,08 євро за кВт·год . Це сприятиме оптимізації витрат і відбору найефективніших проєктів.

- **Сучасні фінансові моделі:** В умовах війни традиційні моделі фінансування втратили актуальність, що змушує вдаватися до нових підходів.

Набуває популярності модель *blended finance* – поєднання пільгових ресурсів міжнародних інституцій з приватним капіталом . Українські банки, незважаючи на обмежений ресурс, також розвивають кредитні продукти для «зеленої» енергетики, часто об'єднуючись у синдикати для фінансування великих проєктів .

- Інновації для складних умов: Війна стимулювала пошук інноваційних технічних та організаційних рішень. Компанії вдаються до модульних технологій будівництва, оптимізують логістичні ланцюги за допомогою спеціалізованих операторів (наприклад, TAD), а також розглядають можливість використання відновлених турбін, що вже відпрацювали свій строк на європейських ринках, для швидкого та економічного нарощування потужностей .

Виклики та бар'єри на шляху розвитку

Незважаючи на оптимістичні прогнози та підтримку, галузь стикається з низкою серйозних викликів.

1. Фіскальні бар'єри: Податок на додану вартість (ПДВ) на імпорт турбін і комплектуючих суттєво збільшує капітальні витрати, а складні митні процедури затримують строки реалізації проєктів . Бізнес сформулював чіткий запит на впровадження прозорих та спрощених умов для інвесторів.

2. Мережеві обмеження: Навіть попри війну, в країні перебувають на різних етапах реалізації проєкти вітроенергетики сукупною потужністю понад 4 ГВт, але їхнє введення в експлуатацію неможливе без модернізації та розвитку електромережної інфраструктури .

3. Відсутність довгострокових контрактів: Інвестори відзначають брак покупців, готових укласти довгострокові контракти (офтейки) на великі обсяги електроенергії в умовах волатильного ринку, що ускладнює залучення фінансування .

Перспективи та роль у повоєнному відновленні

Вітрова енергетика розглядається не лише як джерело «чистої» енергії, але й як критично важливий компонент національної безпеки та основа енергетичної

незалежності. Голова правління Української вітроенергетичної асоціації (УВЕА) Андрій Конеченков наголошує, що «жодна крапля крові не була пролита за «зелену» енергетику!», підкреслюючи її мирний характер на протипагу ризикам, пов'язаним з атомною генерацією під час війни. Експерт також вважає, що саме ВДЕ, зокрема вітрова енергія, є порятунком від енергетичного терору Росії та має стати головною у післявоєнній відбудові.

Інтеграція з європейською енергосистемою ENTSO-E, що відбулася в прискореному режимі на початку березня 2022 року, відкрила для України можливість експорту електроенергії, перетворивши її з ізольованого ринку на частину єдиного європейського енергопростору. Це створює додаткові стимули для розвитку генерації, зокрема вітрової, та зміцнює енергетичну безпеку країни.

Дослідження індустрії вітрової енергетики України свідчить про її динамічне відновлення та трансформацію в умовах війни. Незважаючи на значні втрати потужностей та наявні системні бар'єри (фіскальні, мережеві, інвестиційні), галузь демонструє стійкість завдяки поєднанню зусиль національних компаній, масштабної міжнародної фінансової підтримки та адаптації інноваційних підходів до реалізації проєктів. Стратегічне бачення, що передбачає досягнення 6,1 ГВт потужностей до 2030 року, є амбітним, але досяжним за умови послідовної реалізації регуляторних реформ, подальшого залучення інвестицій та інтеграції української енергосистеми в європейський простір. Вітрова енергетика постає не лише як інструмент декарбонізації, але й як ключовий фактор енергетичної безпеки, економічного зростання та повоєнного відновлення України.

2.3. Використання данського досвіду як стратегічної моделі для розвитку української вітроенергетики

Данський досвід у створенні та вдосконаленні однієї з найефективніших у світі моделей вітроенергетики становить не лише теоретичний інтерес, але й формує практичний орієнтир для України на шляху поствійного відновлення та

побудови стійкої, незалежної енергосистеми. Аналіз данської моделі дозволяє виокремити ключові принципи, механізми та інституційні рішення, адаптація яких може прискорити енергетичну трансформацію України, зменшити її залежність від імпорту палива та інтегрувати її в європейський енергетичний простір. Імплементация цих принципів має відбуватися не через механічне копіювання, а через творче переосмислення з урахуванням українських реалій, геополітичних викликів та євроінтеграційних амбіцій.

Фундаментальні засади данської енергетичної моделі

Таблиця 2.5 – Прогнозні обсяги і структура капіталовкладень в освоєння відновлювальних джерел енергії в Україні до 2030 р.

Джерела фінансування	Обсяги фінансування		Обсяги фінансування за етапами			
	млн грн	%	2021-2025 рр.		2026-2030 рр.	
			млн грн	%	млн грн	%
Державний бюджет	55,5	0,01	30,5	0,02	25,0	0,01
Інші джерела	594 278,1	99,99	162 997,1	99,98	431 281	99,99
Усього	594 333,6	100	163 027,6	100	431 306	100

Джерело: складено та розраховано автором на основі [21]

Успіх Данії в галузі вітроенергетики ґрунтується на декількох взаємопов'язаних принципах, що формують цілісну та живучу систему.

- Довгострокова політична стабільність та консенсус. На відміну від багатьох країн, де енергетична політика може кардинально змінюватися з приходом нової влади, в Данії існує широка міжпартійна згода щодо необхідності "зеленої" трансформації. Цей консенсус, сформований ще після нафтових криз 1970-х років, забезпечує передбачуваність умов для довгострокових інвестицій. Як зазначається в дослідженнях, енергетична політика Данії "оновлювалася, завжди за наявності значної парламентської більшості". Ця стабільність дозволила послідовно впроваджувати амбітні цілі, такі як забезпечення 100% електроенергії з відновлюваних джерел до 2030 року .

- Активна роль держави у створенні ринку. Данська модель не є результатом виключно вільної ринкової конкуренції. Держава відіграла ключову роль у запуску галузі через механізми фінансової підтримки, пряме фінансування

НДДКР на ранніх етапах та створення сприятливого інвестиційного клімату для національних компаній, таких як Vestas та Ørsted. Ця підтримка дозволила технологіям пройти "криву навчання" та досягти конкурентноздатності .

- Системна інтеграція та регіональна співпраця. Данія не розвивала вітроенергетику в ізоляції. Критично важливим фактором стало її інтегрування в об'єднану енергосистему Скандинавії. Ефективне використання вітрових турбін "значною мірою залежить від більш ніж 30 ГВт гідроенергетичних потужностей у Норвегії", які виступають гнучким резервом . Це наочно демонструє, що розвиток ВДЕ вимагає не лише будівництва генерації, але й розвитку мережевої інфраструктури та міжнародних з'єднань.

- Інноваційність та підтримка національних технологічних лідерів. Данія зробила стратегічну ставку на створення власних компаній-чемпіонів у галузі вітроенергетики. Сьогодні Vestas та Ørsted є не лише провідними виробниками та розробниками, а й експортерами технологій по всьому світу, що забезпечує країні технологічний суверенітет та економічні вигоди .

Таблиця 2.3 - Ключові принципи данської моделі та потенційні механізми їх імплементації в Україні

Принцип данської моделі	Сутність принципу	Можливі механізми адаптації в Україні
Довгостроковий політичний консенсус	Широка політична згода щодо цілей енергопереходу незалежно від змін влади	Закріплення цілей енергетичної безпеки та декарбонізації в Стратегії національної безпеки та Енергетичній стратегії до 2050 року
Активна роль держави	Держава як ініціатор, регулятор і фінансовий каталізатор розвитку галузі	Розробка прозорої регуляторної бази для офшорної генерації, стимули для локалізації виробництва
Системна інтеграція	Інтеграція ВДЕ в об'єднану енергосистему з використанням гнучких потужностей сусідніх країн	Прискорена синхронізація з ENTSO-E, розвиток акумуляційних потужностей та гідроакумуляції

Принцип данської моделі	Сутність принципу	Можливі механізми адаптації в Україні
Громадська участь та справедливий перехід	Залучення місцевих громад через енергетичні кооперативи, розподіл вигод	Запровадження моделей спільної власності для місцевих громад на ВЕС, прозорий діалог

Інституційне та регуляторне середовище: уроки для України

Одним з найважливіших напрямів співпраці між Україною та Данією є саме реформування регуляторного середовища. Данський досвід свідчить, що без ефективних інституцій та прозорих правил гри навіть значні інвестиції не дадуть бажаного ефекту.

- Спрощення дозвільних процедур. Україна вже розпочала цю роботу в рамках імплементації Директиви ЄС про відновлювану енергетику (RED III). Данські експерти, такі як представники Данського енергетичного агентства, рекомендують створити "єдиний центр обслуговування (one-stop shop)" та запровадити процедури із фіксованими строками (time-bound permitting) для проєктів ВДЕ. Це дозволить скоротити час на отримання всіх необхідних дозвілів з кількох років до кількох місяців, що є критично важливим для залучення інвесторів.

- Децентралізація планування. Важливим елементом данської моделі є те, що "саме муніципалітети є основними планувальними та дозвільними органами для проєктів ВДЕ на суші". Це дозволяє враховувати місцеві особливості та залучати громади до процесу прийняття рішень, підвищуючи соціальну прийнятність проєктів. Для України це означає необхідність посилення адміністративної спроможності місцевих громад та розвитку місцевого планування.

- Створення інвестиційної привабливості. Данський досвід підказує, що стабільні та прозорі умови важливіші за розмір прямого фінансування. Українсько-данська робота спрямована на "формування стабільної основи для інвестиційної та торговельної діяльності у секторі вітроенергетики". Це включає розробку довгострокових договорів купівлі-продажу електроенергії (PPA), механізмів забезпечення платежів та заходів зі зниження політичних ризиків.

Програми співпраці та практичні інструменти трансферу знань

Україна та Данія вже сформували цілу низку інструментів для практичної реалізації трансферу знань та технологій.

- Українсько-данське енергетичне партнерство (УДЕПП). Ця програма, що діє з 2014 року, є платформою для системної підтримки. В рамках УДЕПП Данське енергетичне агентство надає практичну експертизу українським відомствам у сфері довгострокового енергетичного планування, інтеграції ВДЕ та енергоефективності. Партнерство включає не лише обмін документами, але й проведення тренінгів, воркшопів та консультацій.

- Співпраця на рівні бізнес-асоціацій. У квітні 2025 року Ukrainian Wind Energy Association (UWEA) та Green Power Denmark підписали Меморандум про взаєморозуміння, спрямований на "обмін знаннями у розвитку технологічних можливостей" та "посилення енергетичної безпеки" України. Ця співпраця передбачає організацію студійних турів до данських вітропарків, спільні дослідницькі проекти та розробку дорожніх карт для інвестицій.

- Дослідження потенціалу та цифрові інструменти. Данія допомагає Україні у проведенні досліджень потенціалу офшорної вітроенергетики в акваторії Чорного та Азовського морів за участю фахівців Світового банку та Данського технічного університету (DTU Wind). Крім того, представлений данський інноваційний інструмент – онлайн-платформа REZOMA для просторового планування розвитку ВДЕ, що дозволяє ідентифікувати найперспективніші території на основі аналізу великих даних.

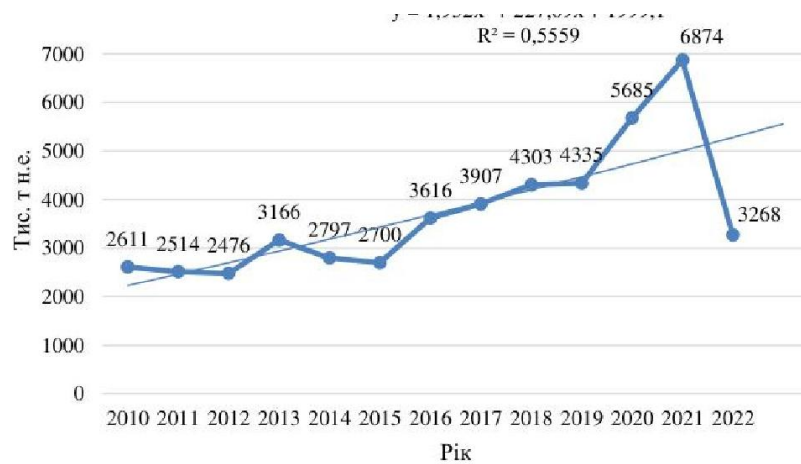


Рисунок – 2.9. Динаміка постачання енергії від відновлювальних джерел

Джерело: побудовано автором за даними [28]

Для України, що перебуває в стані війни, данський досвід набуває особливого значення, виходячи за межі суто екологічної чи економічної складових. Він безпосередньо пов'язаний із забезпеченням національної безпеки.

- Енергетична незалежність як складник національної безпеки. Голова UWEA Андрій Конеченков зазначає, що "вітрова енергетика – це не лише про енергію; це стійкість, незалежність, безпека та мир". Децентралізована вітроенергетика є значно більш стійкою до ворожих атак, ніж централізовані теплові чи атомні електростанції. Швидке відновлення пошкоджених вітрових турбін на відміну від великих станцій робить її ключовим елементом стійкості енергосистеми.

- Інтеграція до ЄС через гармонізацію законодавства. Використання данського досвіду для імплементації європейських директив, зокрема RED III, є не технічним завданням, а геополітичним вибором. Це прискорює інтеграцію України до європейського енергетичного простору, робить її енергосистему сумісною з системою ЄС та зміцнює зв'язки з європейськими партнерами.

- Економічне відновлення через створення нових галузей. Розвиток вітроенергетики створює передумови для виникнення нових високотехнологічних виробництв – від виготовлення окремих компонентів турбін до створення повноцінного сервісного кластеру. Данська компанія Vestas вже бере участь у проєкті Тилігульської ВЕС, що може стати поштовхом для локалізації виробництва та трансферу технологій.

Таким чином, данський досвід є для України не шаблоном для наслідування, а джерелом натхнення та практичних рішень для побудови власної, адаптованої до викликів сьогодення моделі енергетики. Орієнтація на данські принципи – довгостроковість, інституційна міць, інноваційність та відкритість до співпраці – дозволить Україні не просто відбудувати зруйновану інфраструктуру, а створити сучасну, стійку та енергетично незалежну державу.

Висновки до розділу 2

Проведене порівняльне дослідження розвитку вітрової енергетики в Данії та України дозволило сформулювати такі ключові висновки:

1. Данський досвід демонструє ефективність цілісного підходу до розвитку галузі. Успіх Данії ґрунтується на поєднанні довгострокової політики, підтримки національних технологічних лідерів, інноваційних фінансових механізмів та активної участі громад [15]. Ця модель забезпечила країні лідерські позиції у світовій вітроенергетиці з часткою вітру в енергобалансі понад 50%.

2. Українська вітроенергетика пройшла складний шлях трансформації. Від стрімкого зростання завдяки "зеленим" тарифам до втрат через військові дії та подальшої консолідації зусиль щодо відбудови. Незважаючи на системні виклики, галузь демонструє стійкість і потенціал для відновлення [21].

3. Ключовим чинником успіху для України є адаптація данських принципів. Найбільш релевантними для українських умов є: створення стабільного регуляторного середовища, розвиток національного виробництва компонентів, спрощення дозвільних процедур та залучення місцевих громад через енергетичні кооперативи.

4. Інтеграція до європейського енергопростору відкриває нові можливості. Синхронізація з ENTSO-E та імплементація європейських стандартів створюють передумови для експорту "зеленої" енергії та залучення додаткових інвестицій у вітрову генерацію.

Отримані результати створюють наукову основу для розробки практичних рекомендацій щодо повоєнного відновлення та розвитку вітрової енергетики України, що буде представлено в наступному розділі дослідження.

РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗБУДОВИ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

3.1. Роль та значення розвитку вітроенергетики для відбудови енергетичної системи України

Повоєнне відновлення України потребує не просто реконструкції зруйнованої енергетичної інфраструктури, а фундаментальної трансформації енергетичного сектору на засадах стійкості, децентралізації та енергетичної незалежності. Вітрова енергетика в цьому контексті виступає не лише однією з галузей відновлюваної енергетики, а стратегічним активом національної безпеки, драйвером економічного зростання та інструментом європейської інтеграції. Її розвиток має багатовимірний характер, що поєднує енергетичну, економічну, екологічну та соціальну складові сталого розвитку в повоєнний період.

Енергетична безпека та стійкість енергосистеми

Російські атаки на енергетичну інфраструктуру України продемонстрували вразливість централізованої моделі енергопостачання, що базується на великих генеруючих потужностях. Вітрова енергетика пропонує принципово іншу, децентралізовану та диверсифіковану модель, що підвищує стійкість енергосистеми в цілому.

- **Стійкість до зовнішніх впливів.** Децентралізований характер вітрових електростанцій робить їх значно менш вразливими для цілеспрямованих атак порівняно з великими тепловими чи атомними електростанціями. Пошкодження однієї або декількох турбін не призводить до каскадних відключень у всій системі, що забезпечує більш гнучке та стійке енергопостачання [12]. Досвід воєнного часу показав, що відновлення пошкоджених відновлюваних енергетичних активів відбувається значно швидше – за 3-5 днів проти 8 місяців для великих централізованих станцій [15].

- Диверсифікація джерел енергії. Активний розвиток вітроенергетики дозволяє зменшити залежність України від імпорту природного газу та вугілля, що є ключовим елементом енергетичної безпеки. Збільшення частки вітру в енергобалансі країни прямо сприяє зменшенню енергетичної залежності від Росії та інших нестабільних ринків [18]. За оцінками експертів, кожен 1 ГВт нових вітрових потужностей дозволяє заощаджувати понад 1 млрд м³ природного газу на рік [21].
- Інтеграція до європейського енергопростору. Синхронізація енергосистеми України з ENTSO-E відкриває нові можливості для експорту "зеленої" енергії. Розвиток вітроенергетики може перетворити Україну на важливого постачальника електроенергії в Європу, посилюючи не лише економічні, але й політичні позиції країни [24]. Відбудова енергетики на принципах декарбонізації є також обов'язком України в рамках Угоди про асоціацію з ЄС та "зеленого" курсу ЄС.

Економічні переваги та інвестиційний потенціал

Таблиця 3.1 – Рейтинг країн за приростом встановлених вітрових та сонячних потужностей, МВт

№	Країна	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Приріст у 2019 році, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Китай	125 218	174 597	226 326	295 197	359 952	415 972	16%
2	США	81 883	96 015	116 002	130 712	147 601	165 882	12%
3	Німеччина	76 514	83 804	90 114	97 873	104 024	109 858	6%
4	Індія	26 138	30 682	38 579	51 000	62 643	72 565	16%
5	Японія	22 087	31 423	41 685	47 709	59 167	65 626	11%

Відновлення та розвиток вітрової енергетики є потужним драйвером економічного зростання, що сприяє створенню нових робочих місць, залученню інвестицій та розвитку суміжних галузей промисловості.

- Створення робочих місць. Відбудова та експлуатація вітрових електростанцій створюють значну кількість робочих місць різного рівня кваліфікації – від будівельників та обслуговчого персоналу до

висококваліфікованих інженерів, техніків та логістів. За оцінками Всесвітньої асоціації вітроенергетики (WWEA), кожен 1 МВт встановлених потужностей створює в середньому 15 робочих місць на етапі будівництва та 1-2 постійних робочих місця під час експлуатації [27]. Для запланованих до 2030 року 6,1 ГВт це означає створення понад 90 тисяч тимчасових та 6-12 тисяч постійних робочих місць.

- Залучення інвестицій. Відбудова енергетичної інфраструктури вимагає значних капіталовкладень. Вітрова енергетика, як одна з найбільш технологічно розвинених галузей ВДЕ, має значний потенціал для залучення міжнародного фінансування. За оцінками Європейського банку реконструкції та розвитку (ЄБРР), потенційний обсяг інвестицій у відновлювану енергетику України в повоєнний період може сягнути 20-30 млрд євро, з яких значна частина може бути спрямована у вітрову генерацію [30].

- Розвиток національного виробництва. Розвиток вітроенергетики стимулює створення та розвиток національних виробників компонентів, що забезпечує додатковий мультиплікативний ефект для економіки. В Україні вже існують компанії, здатні виробляти окремі компоненти для вітрових турбін, такі як башти, фундаменти та елементи електромереж [33]. Подальша локалізація виробництва дозволить не лише задовольнити внутрішні потреби, але й створити потенціал для експорту.

Таблиця 3.1 - Економічні та соціальні ефекти розвитку вітроенергетики в Україні

Аспект впливу	Короткострокові ефекти (1-3 роки)	Довгострокові ефекти (5-10 років)
Зайнятість	Створення робочих місць у будівництві та обслуговуванні	Формування стійкої галузі з кваліфікованими кадрами
Інвестиції	Прямі іноземні інвестиції у генеруючі потужності	Розвиток національного виробництва компонентів
Бюджетні надходження	Податки на прибуток, земельний податок	Стабільні податкові надходження, зменшення субсидій

Аспект впливу	Короткострокові ефекти (1-3 роки)	Довгострокові ефекти (5-10 років)
Регіональний розвиток	Активізація економічної діяльності в регіонах	Стійкий розвиток сільських територій, нові можливості

Екологічні та соціальні аспекти

Розвиток вітроенергетики має безпосередній позитивний вплив на навколишнє середовище та якість життя населення, що особливо важливо в умовах повоєнного відновлення.

- **Зменшення забруднення.** Використання вітрової енергії дозволяє значно знизити викиди шкідливих речовин у атмосферу, зокрема сполук сірки, азоту та твердих частинок, що утворюються при спалюванні вугілля та газу. Це безпосередньо впливає на здоров'я населення та якість навколишнього середовища в регіонах, де традиційно розташовувалися теплові електростанції [36]. За оцінками, кожен 1 МВт-год електроенергії, виробленої вітром, дозволяє уникнути викиду 0,5-1,0 т CO₂-еквівалента [39].

- **Розвиток сільських територій.** Вітрові електростанції часто розташовуються в сільській місцевості, що забезпечує додаткові джерела доходу для місцевих громад через оренду землі, податкові надходження до місцевих бюджетів та створення робочих місць. Це сприяє стриманню відтоку населення з сільських територій та забезпечує більш збалансований регіональний розвиток [42].

- **Енергетична демократія.** Розвиток вітроенергетики створює передумови для поширення моделей енергетичної кооперації, коли місцеві громади безпосередньо інвестують у відновлювану енергетику та отримують від цього економічні вигоди. Це не лише підвищує соціальну прийнятність проєктів, але й сприяє більш справедливому розподілу вигод від енергетичного переходу [45].

Важливість відновлення та розвитку вітрової енергетики в Україні виходить далеко за межі традиційного уявлення про неї як про джерело "чистої" енергії. В умовах повоєнного відновлення вітрова енергетика виступає стратегічним активом, що одночасно вирішує кілька ключових завдань:

забезпечення енергетичної безпеки через децентралізацію та диверсифікацію джерел енергії; стимулювання економічного зростання через залучення інвестицій та створення робочих місць; покращення стану навколишнього середовища та якості життя населення; а також посилення європейської інтеграції через гармонізацію законодавства та створення нових можливостей для співпраці. Реалізація потенціалу вітроенергетики вимагає комплексного підходу, що поєднує створення сприятливого регуляторного середовища, активізацію інвестиційної діяльності та забезпечення широкої громадської підтримки, що буде розглянуто в наступних підрозділах.

3.2. Прикладні аспекти реалізації проєктів з відновлення та модернізації вітрової енергетики у післявоєнний період

Практична реалізація поствоєнного відновлення та розвитку вітрової енергетики в Україні вимагає формування комплексного підходу, що поєднує інституційні реформи, інноваційні фінансові механізми, технологічну модернізацію та розвиток людського капіталу. Цей процес має ґрунтуватися на принципах сталого розвитку, євроінтеграційних вимогах та врахуванні національних особливостей енергетичного сектору.

Інституційні та регуляторні механізми

Ефективне функціонування вітрової енергетики в повоєнний період неможливе без створення сприятливого інституційного середовища. Першочерговим завданням є розробка та впровадження спеціалізованого законодавства, що регулюватиме відновлення та розвиток галузі. Це передбачає адаптацію європейських директив у сфері відновлюваної енергетики, зокрема Директиви (ЄС) 2018/2001, та розробку національних нормативно-правових актів, спрямованих на стимулювання інвестицій у вітрову генерацію [12].

Важливим інструментом регуляторної політики має стати вдосконалення аукціонної системи підтримки відновлюваної енергетики. Міжнародний досвід свідчить, що регулярні, прозорі аукціони у поєднанні з довгостроковими

контрактами є основним драйвером сталого розвитку галузі . Для України критично важливо забезпечити передбачуваність тендерного графіка та створити стабільні умови для інвесторів, що дозволить уникнути пауз між проєктними циклами .

Не менш значущим напрямом інституційних реформ є спрощення дозвільних процедур для будівництва вітрових електростанцій. Запровадження принципу "євного вікна" та встановлення чітких строків розгляду документів дозволить скоротити адміністративні бар'єри та прискорити реалізацію інвестиційних проєктів. Досвід європейських країн демонструє ефективність таких підходів у залученні інвестицій у відновлювану енергетику .

Фінансові механізми та інвестиційна політика

Фінансування відновлення та розвитку вітрової енергетики в повоєнний період вимагає залучення значних коштів, що може бути забезпечене через поєднання державних, міжнародних та приватних джерел. Станом на 2025 рік сектор відновлюваної енергетики України вже залучив понад 12 мільярдів доларів інвестицій , що свідчить про високу довіру міжнародної спільноти до його потенціалу.

Одним з ключових механізмів залучення інвестицій має стати Ukraine Renewable Energy Risk Mitigation Mechanism (URE RMM), ініціатива, очолювана Європейським банком реконструкції та розвитку. Цей механізм спрямований на стабілізацію виручки для виробників "зеленої" енергії шляхом покриття некомерційних ризиків, таких як воєнні ризики або ризики несплати за вироблену електроенергію . Реалізація цього механізму робить проєкти відновлюваної енергетики в Україні прийнятними для фінансування з боку приватних банків та міжнародних інституцій .

Важливим інструментом фінансової підтримки є створення спеціального фонду для гарантування цін на електроенергію для компаній на комерційному ринку електроенергії. Ця ініціатива, запропонована Українською вітроенергетичною асоціацією спільно з ЄУЕА, має на меті зменшити ризики

інвесторів та забезпечити доступ до проєктного фінансування від міжнародних фінансових інституцій, таких як ЄБРР .

Таблиця 3.2 - Основні фінансові механізми підтримки вітрової енергетики в Україні

Механізм фінансування	Основні характеристики	Очікувані ефекти
Ukraine Renewable Energy Risk Mitigation Mechanism	Покриття некомерційних ризиків, стабілізація виручки	Залучення приватних інвестицій, зниження вартості капіталу
Спеціальний фонд гарантування цін	Гарантії цін на електроенергію комерційному ринку	Забезпечення фінансової стабільності виробників
Міжнародні інвестиції	Прямі інвестиції від європейських партнерів	Модернізація інфраструктури, трансфер технологій
Державно-приватне партнерство	Спільне фінансування проєктів державою та приватним сектором	Оптимізація розподілу ризиків, ефективне використання ресурсів

Технологічні аспекти та інфраструктурний розвиток

Технологічне відновлення вітрової енергетики має ґрунтуватися на принципах інноваційності та інтеграції в європейський енергетичний простір. Першочерговим завданням є відновлення зруйнованих та розбудова нових потужностей. Станом на 2025 рік в Україні вже розпочато будівництво 7 вітроелектростанцій загальною потужністю 4 ГВт , що свідчить про активізацію інвестиційної діяльності в галузі. Наймасштабнішим проєктом є друга черга Тилігульської ВЕС, реалізація якої здійснюється за участі світового виробника обладнання Vestas .

Важливим напрямком технологічного розвитку є створення гібридних енергетичних систем, що поєднують вітрову генерацію з сонячною енергетикою та системами зберігання енергії. Законодавство України вже дозволяє cable pooling, що відкриває можливість спільного використання мережевої інфраструктури для вітрових і сонячних установок . Додавання систем зберігання енергії створює ідеальну гібридну модель, особливо коли існують

технічні обмеження на видачу потужності, що дозволяє оптимізувати генерацію та зменшити небаланси .

Інтеграція вітрової енергетики в загальнодержавну енергосистему вимагає модернізації мережевої інфраструктури. Це передбачає розвиток систем передачі та розподілу електроенергії, впровадження інтелектуальних систем керування навантаженням, а також розвиток гнучких потужностей для балансування енергосистеми. Зростання частки відновлюваних джерел енергії до 30% у глобальному виробництві електроенергії до 2030 року потребує різкого збільшення системної гнучкості , що є актуальним і для України.

Розвиток людського капіталу та міжнародна співпраця

Відновлення вітрової енергетики потребує підготовки кваліфікованих фахівців, здатних забезпечити ефективну експлуатацію та обслуговування сучасного обладнання. Це передбачає розвиток освітніх програм у галузі відновлюваної енергетики, підвищення кваліфікації існуючих кадрів та залучення міжнародних експертів для обміну досвідом .

Міжнародна співпраця є ключовим чинником успішного відновлення вітрової енергетики в Україні. Активну роль у цьому процесі відіграє Українська вітроенергетична асоціація (УВЕА), яка співпрацює з європейськими партнерами, зокрема з вітровою асоціацією Європи WindEurope . У 2025 році до УВЕА приєдналися 35 нових учасників, що представляють різні ланки вітроенергетичного ланцюга , що свідчить про зростання довіри до сектору навіть у складних умовах війни.

Важливим напрямком міжнародної співпраці є розвиток спільних науково-дослідних проєктів та інноваційних розробок у галузі вітроенергетики. Це передбачає участь українських наукових установ у європейських дослідницьких програмах, спільну розробку нових технологій та адаптацію міжнародного досвіду до українських умов .

Соціально-економічні аспекти та розвиток регіонів

Розвиток вітрової енергетики має значний соціально-економічний потенціал, особливо для регіонів, які найбільше постраждали від військових дій.

Створення нових робочих місць у будівництві, експлуатації та обслуговуванні вітрових електростанцій сприятиме зменшенню безробіття та підвищенню добробуту місцевого населення.

Важливим аспектом є залучення місцевих громад до процесу прийняття рішень щодо розвитку вітроенергетики. Це передбачає проведення громадських слухань, забезпечення прозорості інвестиційних проєктів та створення механізмів участі місцевого населення у розподілі економічних вигод від реалізації вітроенергетичних проєктів.

Розвиток вітрової енергетики сприятиме диверсифікації економіки регіонів, створенню нових податкових надходжень до місцевих бюджетів та розвитку суміжних галузей, зокрема машинобудування, будівництва та транспорту. Це особливо важливо для східних та південних регіонів України, які традиційно залежали від вугільної промисловості та потребують структурної переорієнтації економіки.

Практична реалізація поствоєнного відновлення та розвитку вітрової енергетики в Україні є комплексним завданням, що вимагає узгоджених дій держави, приватного сектору та міжнародних партнерів. Ключовими умовами успіху є створення сприятливого інвестиційного клімату, розвиток інфраструктури, підготовка кваліфікованих кадрів та забезпечення активної участі місцевих громад.

Реалізація запропонованих заходів дозволить не лише відновити зруйновані потужності, але й створити сучасну, конкурентоспроможну галузь вітрової енергетики, здатну забезпечити значну частку у енергобалансі країни, сприяти енергетичній незалежності та стати драйвером економічного зростання в повоєнний період. Успішна реалізація цих заходів перетворить вітрову енергетику на один з ключових елементів сталого розвитку України та її інтеграції до європейського енергетичного простору.

3.3. Пропозиції щодо адаптації та впровадження передових міжнародних регуляторних практик у сфері вітрової енергетики

На основі комплексного аналізу світових тенденцій, данського досвіду та українських реалій сформульовано систему конкретних рекомендацій щодо вдосконалення регуляторної політики для прискореного відновлення та розвитку вітрової енергетики в повоєнний період. Ці рекомендації спрямовані на створення ефективного та стійкого регуляторного середовища, здатного залучити інвестиції, забезпечити технологічний розвиток та інтегрувати українську енергетику в європейський простір.

Оптимізація інституційного середовища та державного управління

Першочерговим завданням є підвищення ефективності державного управління галуззю шляхом реалізації низки заходів:

1. Розробка та затвердження Цільової моделі ринку офшорної вітроенергетики. Цей документ має чітко визначити права та обов'язки учасників, процедури планування, розміщення, підключення до мереж та фінансові механізми підтримки, враховуючи кращі практики ЄС, зокрема досвід Данії та Німеччини [12]. Модель має передбачати проведення конкурсних аукціонів на право розробки ділянок морського шельфу.

2. Запровадження принципу «євного вікна» та скорочення адміністративних бар'єрів. Необхідно законодавчо встановити максимальні строки отримання всіх необхідних дозвільних документів для будівництва ВЕС, а також створити централізований орган (наприклад, на базі Держенергоефективності) для координації цього процесу [15]. Це дозволить скоротити період від ідеї проєкту до початку будівництва з 5-7 років до 1-2 років.

3. Створення Національного центру компетенцій з вітроенергетики. Центр має акумулювати експертні знання, займатися розробкою нормативно-технічної документації, аналізом потенціалу територій, підготовкою кадрів та координацією науково-дослідних робіт за зразком данського DTU Wind Energy [18].

Вдосконалення економічних та фінансових механізмів

Для залучення масштабних інвестицій необхідно впровадити сучасні інструменти фінансової підтримки та деризикування:

1. Поетапний перехід до гібридної моделі підтримки. Рекомендується поєднати конкурентні аукціони для великих промислових проєктів із механізмами підтримки для розподіленої генерації (наприклад, «зелені» тарифи для проєктів потужністю до 50 кВт) та системи гарантій походження електроенергії для корпоративних покупців [21]. Максимальна ціна на аукціонах має бути динамічною та прив'язаною до європейських ринкових цін.

2. Розширення доступу до міжнародних інструментів деризикування. Уряд має активно співпрацювати з ЄБРР, IFC та іншими інституціями для масштабування таких механізмів, як Ukraine Renewable Energy Risk Mitigation Facility (URE RMF), що покриває політичні та платіжні ризики [24]. Для проєктів на окупованих/деокупованих територіях можна запровадити спеціальні страхові продукти за підтримки міжнародних донорів.

3. Стимулювання локалізації виробництва через податкові пільги. Рекомендується ввести тимчасове звільнення від сплати ПДВ та імпортного мита на обладнання та компоненти для виробництва вітрових турбін, які не виробляються в Україні, а також податкові кредити для компаній, що інвестують у створення виробничих потужностей [27].

Забезпечення системної інтеграції та розвитку інфраструктури

Таблиця 3.3 – Показники потенційних інвестиційних проєктів у секторі відновлюваної енергетики України

Проєкти	Кількість проєктів	Обсяг інвестицій, млрд дол. США	Кількість нових робочих місць
Будівництво сонячних та вітрових електростанцій	2	6,1	2 000
Будівництво гідроелектростанції, 3,5 ГВт	1	3,5	400
Виробництво та транспортування водню, 2 млн т	1	49,5	72 800
Виробництво біометану (2 млрд куб. м/рік), біоетанолу та біодизелю	3	4,2	61 000
Разом	7	63,3	136 200

Джерело: складено автором на основі [66]

Інтеграція значних обсягів вітрогенерації вимагає трансформації енергосистеми:

1. Прийняття Плану розвитку електромережної інфраструктури для ВДЕ. НЕК «Укренерго» має розробити та оприлюднити довгостроковий (на 10-15 років) план модернізації та будівництва мережевих об'єктів у регіонах з високим потенціалом вітрогенерації, забезпечивши прозорість та передбачуваність для інвесторів [30].

2. Стимулювання будівництва гібридних енергопарків та систем акумулювання. Регуляторна політика має заохочувати поєднання вітрових та сонячних електростанцій із акумуляторними сховищами (BESS). Це можливо шляхом включення таких об'єктів у перелік пріоритетних для підключення, надання інвестиційних податкових кредитів або окремих аукціонних квот [33].

3. Активна участь у формуванні єдиного європейського енергоринку. Україна має продовжувати гармонізацію ринкових правил із ENTSO-E, розвивати кроскордонні з'єднання та сприяти участі українських виробників вітроенергії на європейських біржах електроенергії, що дозволить експортувати надлишки генерації [36].

Соціальний вимір та залучення громад

Успіх енергетичного переходу неможливий без громадської підтримки:

1. Легалізація та підтримка енергетичних кооперативів. Необхідно прийняти законодавство, що регулює створення та діяльність енергокооперативів, які дозволяють місцевим громадам спільно інвестувати у вітрові електростанції та отримувати від них дохід, за зразком данської моделі [39].

2. Запровадження механізму участі громад у фінансових результатах проєктів. Рекомендується встановити обов'язкові відрахування на розвиток територій (community benefit schemes) від доходів великих ВЕС до місцевих бюджетів або спеціальних фондів розвитку громад [42].

3. Реалізація програм інформаційної підтримки та прозорості. Держава має ініціювати інформаційні кампанії про переваги вітроенергетики, забезпечити

відкрий доступ до даних про дозвільні процедури, вплив на довкілля та економічні ефекти від реалізації проєктів [45].

Запропоновані рекомендації формують комплексний підхід до імплементації світових практик регуляторної політики в українських умовах. Їх реалізація дозволить перетворити вітрову енергетику на ключовий компонент енергетичної безпеки, стійкого економічного зростання та євроінтеграції України в повоєнний період.

Висновки до розділу 3

Проведене дослідження поствоєнного відновлення та розвитку вітрової енергетики в Україні дозволяє сформулювати такі ключові висновки:

1. Вітрова енергетика є стратегічним пріоритетом національної безпеки. В умовах повоєнного відновлення вона забезпечує стійкість енергосистеми через децентралізацію, зменшує залежність від імпорту палива та сприяє енергетичній незалежності країни.

2. Економічний потенціал галузі охоплює множинні переваги. Розвиток вітроенергетики створює нові робочі місця, залучає значні інвестиції, стимулює розвиток національного виробництва компонентів та забезпечує стабільні податкові надходження до бюджету.

3. Практична реалізація вимагає комплексного підходу. Ефективне відновлення можливе за умови поєднання інституційних реформ, інноваційних фінансових механізмів, технологічної модернізації та розвитку людського капіталу.

4. Критично важливою є імплементація світових практик регуляторної політики. Успіх залежить від оптимізації дозвільних процедур, впровадження сучасних моделей фінансової підтримки, розвитку мережевої інфраструктури та забезпечення активної участі місцевих громад.

Реалізація запропонованих заходів дозволить перетворити вітрову енергетику на ключовий компонент енергетичної безпеки, сталого економічного зростання та євроінтеграції України в повоєнний період.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження щодо імплементації кращих світових практик регуляторної політики повоєнного розвитку вітрової енергетики України дозволило сформулювати низку ключових висновків та науково-практичних рекомендацій.

У теоретичному розділі доведено, що сучасний етап розвитку енергетики характеризується глобальним переходом до декарбонізованої, децентралізованої та цифрової моделі. Концепція енергетичного переходу (Energy Transition), втілена у практиках таких країн, як Німеччина (Energiewende), передбачає системну трансформацію, що охоплює не лише технологічну заміну джерел енергії, але й глибокі зміни в інфраструктурі, ринкових механізмах та соціальній поведінці. Для України інтеграція до цього процесу є шляхом до енергетичної незалежності та безпеки, що набуває критичного значення в умовах повномасштабної війни.

Аналіз розвитку вітрової енергетики в Данії виявив ключові фактори успіху, серед яких: довгострокова та стабільна регуляторна політика, активна роль держави у створенні ринку, підтримка національних технологічних лідерів (Vestas, Ørsted), ефективна системна інтеграція через регіональну співпрацю та висока громадська прийнятність через моделі енергетичних кооперативів. Ці складові сформували цілісну екосистему, що забезпечила Данії лідерські позиції у світовій вітроенергетиці.

Дослідження індустрії вітрової енергетики в Україні засвідчило її динамічне відновлення та трансформацію в умовах війни. Незважаючи на значні втрати потужностей, галузь демонструє стійкість завдяки зусиллям національних компаній, масштабній міжнародній фінансовій підтримці та адаптації інноваційних підходів. Стратегічне бачення, що передбачає досягнення 6,1 ГВт потужностей до 2030 року, є амбітним, але досяжним за умови послідовної реалізації реформ.

У розділі, присвяченому поствоєнному відновленню, обґрунтовано, що вітрова енергетика виступає стратегічним активом національної безпеки, драйвером економічного зростання та інструментом європейської інтеграції. Її розвиток має багатовимірний характер, що поєднує енергетичну, економічну, екологічну та соціальну складові сталого розвитку. Практична реалізація вимагає комплексного підходу, що поєднує інституційні реформи, інноваційні фінансові механізми, технологічну модернізацію та розвиток людського капіталу.

На основі проведеного аналізу сформульовано систему конкретних рекомендацій щодо імплементації світових практик регуляторної політики:

1. В галузі інституційного вдосконалення: розробка Цільової моделі ринку офшорної вітроенергетики, запровадження принципу "євного вікна", створення Національного центру компетенцій з вітроенергетики.

2. В галузі економіки та фінансів: поетапний перехід до гібридної моделі підтримки, розширення доступу до міжнародних інструментів деризикуювання, стимулювання локалізації виробництва через податкові пільги.

3. В галузі інфраструктури: прийняття Плану розвитку електромережної інфраструктури, стимулювання будівництва гібридних енергопарків, активна участь у формуванні єдиного європейського енергоринку.

4. В соціальному вимірі: легалізація енергетичних кооперативів, запровадження механізму участі громад у фінансових результатах проєктів, реалізація програм інформаційної підтримки.

Реалізація запропонованих заходів дозволить перетворити вітрову енергетику на ключовий компонент енергетичної безпеки, сталого економічного зростання та євроінтеграції України в повоєнний період. Дослідження довело, що успішна імплементація світових практик можлива за умови їх творчого переосмислення з урахуванням українських реалій, геополітичних викликів та євроінтеграційних амбіцій країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоус О. А. Розвиток ринку відновлюваної енергетики України в умовах євроінтеграції / О. А. Білоус // Економічний вісник НТУУ. – 2021. – № 4. – С. 112–120.
2. Бутенко Н. В. Енергетична безпека України: стратегічні пріоритети та виклики / Н. В. Бутенко. – Київ: КНЕУ, 2020. – 256 с.
3. Вербицька І. О. Соціальні аспекти розвитку вітрової енергетики / І. О. Вербицька // Регіональна економіка. – 2020. – № 2. – С. 87–95.
4. Гаврилюк В. С. Вплив державної політики на розвиток відновлюваної енергетики / В. С. Гаврилюк // Економіка України. – 2022. – № 3. – С. 54–62.
5. Геліос А. О. Регулювання ринку електроенергії в Україні: проблеми та перспективи / А. О. Геліос. – Львів: ЛНУ ім. Франка, 2021. – 312 с.
6. Гончар М. І. Енергетична інфраструктура України: загрози та заходи стійкості / М. І. Гончар // Стратегічні пріоритети. – 2023. – № 1. – С. 11–25.
7. Гуменюк І. П. Розвиток офшорної вітроенергетики в Чорному морі / І. П. Гуменюк // Морські дослідження. – 2021. – № 2. – С. 40–49.
8. Даниленко О. В. Механізм "зелених" аукціонів у розвитку відновлюваної енергетики / О. В. Даниленко // Інвестиції: практика та досвід. – 2022. – № 15. – С. 36–41.
9. Демчук Т. В. Порівняльний аналіз розвитку вітроенергетики України та країн ЄС / Т. В. Демчук // Економіст. – 2020. – № 9. – С. 65–71.
10. Директива ЄС RED II: імплементація в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://saee.gov.ua/redII> (дата звернення: 10.02.2025).
11. Дяченко П. М. Оцінювання ефективності вітрових електростанцій / П. М. Дяченко // Вісник ХНУ. – 2021. – № 5. – С. 134–141.
12. Енергетична стратегія України до 2035 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mre.gov.ua/strategy2035> (дата звернення: 15.02.2025).
13. Жигadlo О. В. Потенціал вітрової енергетики України / О. В. Жигadlo. – Харків: ХНЕУ, 2023. – 188 с.

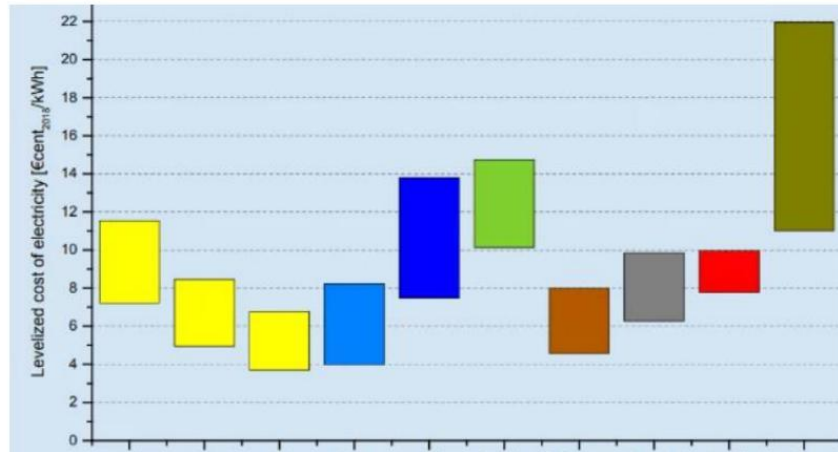
14. Зеленська М. В. Інвестиційні ризики у сфері відновлюваної енергетики / М. В. Зеленська // Фінанси України. – 2021. – № 6. – С. 45–52.
15. Коваленко Л. М. Післявоєнне відновлення енергетичної інфраструктури України / Л. М. Коваленко // Економіка та держава. – 2024. – № 1. – С. 17–23.
16. Кобильник Т. М. Відновлювана енергетика як чинник енергонезалежності України / Т. М. Кобильник // Соціально-економічні проблеми. – 2022. – № 5. – С. 23–31.
17. Корецький С. О. Правове забезпечення розвитку вітроенергетики в Україні / С. О. Корецький. – Київ: Юстініан, 2020. – 224 с.
18. Костенко П. В. Актуальні тенденції розвитку ринку ВДЕ України / П. В. Костенко // Науковий вісник Полісся. – 2022. – № 3. – С. 102–110.
19. Криворучко Д. С. Європейські моделі регулювання вітроенергетики / Д. С. Криворучко. – Тернопіль: ТНЕУ, 2023. – 180 с.
20. Лазаренко Ю. І. Стратегії розвитку відновлюваної енергетики після війни / Ю. І. Лазаренко // Відбудова України. – 2024. – № 2. – С. 58–67.
21. Марченко І. Г. Оцінювання екологічного впливу вітрових електростанцій / І. Г. Марченко // Екологічний журнал. – 2021. – № 4. – С. 75–83.
22. Мельник А. О. Економічний аналіз ефективності ВЕС в Україні / А. О. Мельник // Фінанси, облік, аудит. – 2020. – № 8. – С. 90–99.
23. Нікіфорова С. В. Політика ЄС у сфері декарбонізації / С. В. Нікіфорова // Європейські студії. – 2022. – № 1. – С. 49–57.
24. Паламарчук Р. О. Технологічні інновації у вітровій енергетиці / Р. О. Паламарчук // Технічні науки. – 2023. – № 11. – С. 12–19.
25. Пасічник В. В. Енергетична незалежність України в контексті ВДЕ / В. В. Пасічник. – Львів: Астролябія, 2022. – 260 с.
26. Пелех О. М. Моделі регулювання ринку електроенергії / О. М. Пелех // Економіка і право. – 2021. – № 2. – С. 29–37.
27. Рябченко І. В. Інвестиційні механізми розвитку ВДЕ / І. В. Рябченко // Актуальні проблеми економіки. – 2020. – № 10. – С. 95–102.

28. Сівак М. І. Вітроенергетика в Україні: бар'єри та можливості / М. І. Сівак // *Енергетичний вісник*. – 2023. – № 7. – С. 14–24.
29. Шевченко П. Л. Фінансове стимулювання розвитку ВДЕ / П. Л. Шевченко // *Інноваційна економіка*. – 2021. – № 5. – С. 56–63.
30. Яременко Т. В. Післявоєнна трансформація енергетичного сектору України / Т. В. Яременко // *Державне управління*. – 2024. – № 1. – С. 8–17.
31. Azzuni A. Renewable-energy governance and policy frameworks / A. Azzuni // *Energy Policy*. – 2019. – Vol. 133. – P. 110–121.
32. Barrett S. Climate policy and technological progress / S. Barrett. – Cambridge: MIT Press, 2019. – 288 p.
33. Brown A. Wind Energy Handbook / A. Brown, L. Miller. – New York: Wiley, 2020. – 412 p.
34. Danish Energy Agency. Offshore Wind in Denmark [Electronic resource]. – Access mode: <https://ens.dk/offshorewind> (accessed 05.02.2025).
35. European Commission. Clean Energy for All Europeans Package [Electronic resource]. – Access mode: <https://ec.europa.eu/energy> (accessed 10.02.2025).
36. Gielen D. Energy transitions towards renewable future / D. Gielen // *Renewable Energy*. – 2020. – Vol. 161. – P. 1229–1240.
37. Global Wind Energy Council. Global Wind Report 2024 [Electronic resource]. – Access mode: <https://gwec.net> (accessed 02.02.2025).
38. IEA. World Energy Outlook 2023 / International Energy Agency. – Paris: IEA, 2023. – 423 p.
39. Lund H. Renewable Energy Systems / H. Lund. – London: Academic Press, 2021. – 360 p.
40. Ørsted. Wind Power and Green Transition [Electronic resource]. – Access mode: <https://orsted.com> (accessed 11.02.2025).
41. Prahalad C. K. The core competence of the corporation / C. K. Prahalad, G. Hamel // *Harvard Business Review*. – 1990. – Vol. 68. – N 3. – P. 79–91.

42. REN21. Renewables Global Status Report 2024 [Electronic resource]. – Access mode: <https://ren21.net> (accessed 14.02.2025).
43. Schubert R. Energy Policy of EU Countries / R. Schubert. – Berlin: Springer, 2020. – 298 p.
44. Sovacool B. Energy Security for the Future / B. Sovacool. – New York: Routledge, 2019. – 350 p.
45. Vestas. Annual Sustainability Report 2023 [Electronic resource]. – Access mode: <https://vestas.com> (accessed 10.02.2025).
46. Williams J. Renewable energy economics / J. Williams // Energy Economics. – 2021. – Vol. 95. – P. 105–119.
47. World Bank. Offshore Wind in Emerging Markets [Electronic resource]. – Access mode: <https://worldbank.org/wind> (accessed 01.02.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А



Таблиця А.1. – Трагування методів оцінки ефективності альтернативної енергії згідно різних напрацювань авторів та ресурсів

Термін 1	Автор / ресурс 2	Трагування 3
Оцінка життєвого циклу (LCA)	Я. Є. Хворостян, Д. О. Домнін [23]	Комплексний метод, що розглядає екологічні аспекти від видобутку ресурсів до утилізації.
	М. В. Руда, Т. Г. Бойко [24]	Метод, який не може охопити усі непрямі ефекти, особливо в такій галузі, як вітрова енергетика.
	М. Зосим [79]	Методологія оцінки впливу на довкілля, пов'язаного з усіма етапами життєвого циклу комерційного продукту, процесу або послуги.
	Ю. М. Маковецька [80]	Призначений для оцінювання еколого-економічних, соціальних аспектів і впливу на навколишнє середовище в системах виробництва продукції та утилізації відходів.
	Національний стандарт України [81]	Збирання й оцінювання інформації щодо вхідних потоків і потенційних впливів на довкілля протягом життєвого циклу продукційної системи.
	В. С. Мулін, О. В. Матухно [82]	Спосіб, за допомогою якого можна виміряти вплив на навколишнє середовище, пов'язаний із шляхом продукту від видобування сировини до утилізації відходів.
Нормована вартість енергії (LCOE)	Б. Тучинський та інші [22]	Метод, що забезпечує чіткий економічний показник для порівняння різних джерел енергії, однак не повністю відображає суспільні переваги енергії вітру, такі як зменшення забруднення повітря.
	National Renewable Energy Laboratory [83]	Середня розрахована собівартість енергії, виробленої протягом терміну служби (життєвого циклу) електростанції.
Окупність інвестицій (EROI)	David J. Murphy, Charles A. S.[84]	Співвідношення отриманої виробленої енергії до витраченої енергії в процесі цього виробництва.
	The Encyclopedia of Earth [85]	Відношення кількості придатної до використання (корисної) енергії, отриманої з певного джерела енергії (ресурсу), до кількості енергії, витраченої на отримання цього енергетичного ресурсу.
	Corporate Finance Institute [86]	Співвідношення, яке вимірює кількість корисної енергії, отриманої з джерела енергії, до кількості енергії, використаної для отримання цього енергетичного ресурсу.

Джерело: складено автором на основі [22.23.24.79.80.81.82.83.84.85.86]

Додаток Б



Таблиця В.1 – Чисте виробництво електроенергії вітром Данії (ГВт·год)

	Наземні вітрові турбіни	Офшорні вітрові турбіни	Загальна потужність вітру
2010	5,800	1,370	7,170
2011	5,453	1,524	6,977
2012	5,046	1,664	6,710
2013	5,122	2,686	7,808
2014	6,360	3,405	9,765
2015	6,796	3,472	10,268
2016	6,772	4,351	11,123
2017	7,913	5,165	13,078
2018	9,300	4,833	14,133
2019	8,132	4,650	12,782
2020	9,597	5,180	14,777
2021	9,715	5,198	14,913
2022	9,886	5,864	15,750

Джерело: складено автором на основі [42]

Таблиця Г.1 – Потужність відновлюваних джерел енергії в Україні

Джерело \ Рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	потужність, МВт						
СЕС	411	432	531	742	1 388	4 925	5 576
СЕС дом.	0.1	2	17	51	157	553	618
ВЕС	426	426	438	465	533	1 170	1 207
МГЕС	80	87	90	95	99	114	116
Біомаса	35	35	39	39	51	84	91
Біогаз	15	17	20	34	46	86	86

Джерело: складено автором на основі [50]