

Хмельницький національний університет  
Факультет міжнародних відносин та права  
Кафедра міжнародних економічних відносин

**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

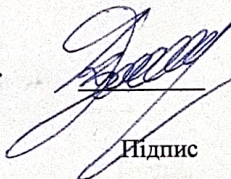
На тему «Стратегічні напрямки розвитку та інтеграції відновлюваної енергетики України у європейський енергетичний простір»

Виконав: студент 2 курсу, група МЕВМ-24-1  В.Ю. Матвійчук

Підпис

Ініціали, прізвище

Керівник: д.е.н., проф.

 26.11.25

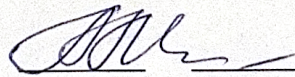
Підпис

Дата

Д. М.  
Васильківський  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри МЕВ

д.е.н.,  
професор



Підпис

Дата

А. О. Мельник  
Ініціали, прізвище

27 листопада 2025 р.

Хмельницький, 2025

## АНОТАЦІЯ

Дипломна робота на тему «Стратегічні напрямки розвитку та інтеграції відновлюваної енергетики України у європейський енергетичний простір» містить 84 сторінки тексту, 17 рисунків, 14 таблиць, список використаних джерел із 47 найменувань.

Мета дослідження: комплексне вивчення, аналіз та систематизація теоретичних, методичних і практичних засад розвитку відновлюваної енергетики в Україні та визначення стратегічних напрямів її інтеграції до європейського енергетичного простору.

Завдання дослідження:

- визначити економічну сутність, класифікацію та особливості функціонування відновлюваних джерел енергії;
- розкрити теоретичні основи забезпечення національної енергетичної безпеки;
- проаналізувати глобальні тенденції розвитку відновлювальної енергетики;
- оцінити стан і потенціал використання ВДЕ у розвинених країнах та в Україні;
- здійснити аналіз факторів, що впливають на розвиток відновлюваної енергетики;
- побудувати прогнозну модель впровадження ВДЕ в Україні та світі;
- сформулювати стратегію розвитку ВДЕ України в контексті євроінтеграції;
- розробити комплексний механізм розвитку відновлюваної енергетики в умовах повоєнної відбудови.

Об'єкт дослідження: галузь відновлюваної енергетики України та процеси її інтеграції до європейського енергетичного простору.

Предмет дослідження: теоретичні, методичні та організаційно-економічні засади розвитку відновлюваних джерел енергії та механізми їх інтеграції в європейський енергетичний ринок.

Інструментарій: дослідження ґрунтується на аналізі наукових праць, статистичних даних МЕА, IRENA, Eurostat та Держстату, офіційних документів

ЄС та України, методах економіко-статистичного моделювання, порівняльного та системного аналізу, прогнозуванні та експертному оцінюванні.

Ключові слова: відновлювана енергетика, енергетична безпека, європейський енергетичний простір, інтеграція, ВДЕ, енергетична стратегія, декарбонізація, ENTSO-E.

## ABSTRACT

The thesis “Strategic Directions for the Development and Integration of Renewable Energy of Ukraine into the European Energy Space” contains 84 pages of text, 17 figures, 14 tables, and a list of 47 references.

The purpose of the study is to comprehensively examine, analyze, and systematize the theoretical, methodological, and practical foundations of renewable energy development in Ukraine and to identify strategic directions for its integration into the European energy space.

Research objectives:

- to define the economic essence, classification, and features of renewable energy sources;
- to reveal the theoretical foundations of national energy security;
- to analyze global trends in renewable energy development;
- to assess the state and potential of renewable energy use in developed countries and in Ukraine;
- to identify factors influencing the development of renewable energy;
- to develop a forecasting model for renewable energy deployment in Ukraine and worldwide;
- to propose a strategy for the development of renewable energy in Ukraine in the context of European integration;
- to design a comprehensive mechanism for renewable energy development during post-war reconstruction.

Object of research: the renewable energy sector of Ukraine and the processes of its integration into the European energy space.

Subject of research: theoretical, methodological, and organizational-economic principles of renewable energy development and mechanisms for its integration into the European energy market.

Tools: the study is based on the analysis of academic literature, statistical datasets of IEA, IRENA, Eurostat, and the State Statistics Service of Ukraine, official EU and national documents, methods of economic and statistical modelling, comparative and system analysis, forecasting techniques, and expert evaluation.

Keywords: renewable energy, energy security, European energy space, integration, RES, energy strategy, decarbonization, ENTSO-E.

## ЗМІСТ

### ВСТУП

#### РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ СЕКТОРУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

1.1. Економічний зміст, класифікаційні підходи, ключові переваги та обмеження відновлюваних джерел енергії

1.2. Теоретичні принципи формування та підтримання енергетичної безпеки держави

1.3. Методичні підходи до оцінювання рівня розвитку відновлюваної енергетики в національній економіці та її впливу на економічну безпеку країни

Висновки до розділу 1

#### РОЗДІЛ 2. АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

2.1. Дослідження світових трендів розвитку сектору відновлюваної енергетики

2.2. Порівняльна оцінка стану використання ВДЕ в аспекті енергетичної безпеки в розвинених країнах та в Україні

2.3. Аналіз ключових чинників, що впливають на розвиток відновлюваної енергетики в провідних державах світу та в Україні

Висновки до розділу 2

#### РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСУ СТРАТЕГІЧНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ТА ДИНАМІЧНОГО РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

3.1. Побудова прогнозної моделі динаміки впровадження ВДЕ в Україні та глобальному енергетичному просторі

3.2. Розроблення стратегічних напрямів розвитку відновлюваної енергетики України в умовах поглиблення європейської інтеграції та зміцнення енергетичної безпеки

3.3. Створення комплексного механізму розвитку сектора ВДЕ в Україні в умовах післявоєнної трансформації економіки

Висновки до розділу 3

### ВИСНОВКИ

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

## ВСТУП

**Актуальність теми.** У сучасних умовах глобальної енергетичної трансформації, прискореного розвитку низьковуглецевих технологій та реалізації Європейського зеленого курсу питання інтеграції відновлюваної енергетики України до європейського енергетичного простору набуває особливої актуальності. Поглиблення співпраці з ЄС, повномасштабне вторгнення росії, руйнування енергетичної інфраструктури, необхідність підвищення енергетичної незалежності та безпеки, а також післявоєнна відбудова створюють стратегічний запит на формування якісно нової моделі енергопостачання. Саме розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) виступає ключовим чинником зменшення вуглецевої залежності, посилення стійкості енергосистеми та диверсифікації джерел постачання.

Перехід до інтегрованої європейської енергосистеми ENTSO-E, необхідність адаптації українського законодавства до acquis ЄС, структурна перебудова енергетичного сектору та реалізація довгострокових стратегій декарбонізації визначають потребу у комплексному дослідженні теоретичних засад, світових тенденцій і практичних напрямів розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Це обумовлює актуальність вивчення інструментів стимулювання ВДЕ, оцінювання їхнього потенціалу, а також визначення стратегічних механізмів інтеграції у європейський енергетичний ринок.

**Ступінь наукової розробки.** Проблематика розвитку відновлюваної енергетики та зміцнення енергетичної безпеки активно досліджується вітчизняними та зарубіжними науковцями. Значний внесок у розробку теоретичних і практичних аспектів зробили такі вчені, як:

В. Бараннік, Б. Буркинський, І. Галанта, С. Денисюк, М. Дяченко, О. Єрмаков, Р. Єршов, Т. Журко, І. Зварич, А. Качан, І. Коваленко, В. Кравченко, Т. Лисенко, Н. Літвін, А. Мельник, І. Мірошниченко, О. Нікітенко, Ю. Орел, І. Петрова, О. Романенко, Л. Савчук, Л. Тарасенко, О. Устименко та інші. У працях науковців розглянуто питання декарбонізації, розвитку ВДЕ, механізмів державного регулювання, інтеграції енергоринку до ЄС, оцінювання

енергетичної безпеки та формування низьковуглецевої стратегії. Водночас у сучасних умовах воєнних загроз, зміни структури енергоспоживання та потреби у швидкому відновленні енергетичної інфраструктури виникає необхідність у поглибленому дослідженні стратегічних напрямів розвитку ВДЕ та їхнього потенціалу інтеграції до європейського простору.

**Мета роботи** полягає у комплексному дослідженні теоретичних, методичних та практичних аспектів розвитку відновлюваної енергетики України та визначенні стратегічних напрямів її інтеграції до європейського енергетичного простору.

**Для досягнення мети поставлено такі завдання:**

- узагальнити теоретико-методичні засади функціонування ринку відновлюваних джерел енергії та його впливу на енергетичну безпеку;
- проаналізувати світові тенденції розвитку ВДЕ та їхній вплив на енергетичну політику провідних країн;
- оцінити стан і потенціал розвитку відновлюваної енергетики в Україні в умовах інтеграції до ЄС;
- визначити фактори, що стримують та стимулюють розвиток ВДЕ в Україні;
- розробити прогнозну модель впровадження ВДЕ на основі глобальних сценаріїв енергетичного переходу;
- сформулювати стратегічні напрями та комплексний механізм інтеграції ВДЕ України до європейського енергетичного ринку у повоєнний період.

**Об'єктом дослідження** є процес розвитку та функціонування галузі відновлюваної енергетики України.

**Предметом дослідження** є теоретичні, методичні та організаційно-економічні засади розвитку ВДЕ та механізми інтеграції України до європейського енергетичного простору.

**Методи дослідження.** Методологічну основу роботи становлять положення сучасної економічної теорії, концепції сталого розвитку, енергетичної безпеки та європейської інтеграції. Застосовано методи аналізу та синтезу – для узагальнення теоретичних основ; системного підходу – для

вивчення структури галузі ВДЕ; порівняльного аналізу – для зіставлення українського та європейського досвіду; економіко-статистичні методи – для оцінки динаміки розвитку ВДЕ; моделювання – для прогнозування сценаріїв розвитку; SWOT-аналіз – для визначення сильних і слабких сторін галузі.

**Інформаційну базу** дослідження становлять офіційні документи ЄС, Міжнародного енергетичного агентства, IRENA, Світового банку, законодавчі акти України, матеріали профільних міністерств, монографії, наукові статті, статистичні бази Eurostat, IEA, Держстату України.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення дослідження представлені на Міжнародній науково-практичній конференції «Міжнародні економічні відносини: сталий розвиток та діджиталізація» (м. Хмельницький, 2025 р.).

**Структура роботи.** Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 84 сторінки тексту, 17 рисунків та 14 таблиць. Список використаних джерел налічує 47 найменувань.

# РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ СЕКТОРУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

1.1 Економічний зміст, класифікаційні підходи, ключові переваги та обмеження відновлюваних джерел енергії

Відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) посідають ключове місце в сучасних енергетичних системах, забезпечуючи перехід до стійких моделей економічного розвитку та зменшення залежності економіки від традиційних викопних ресурсів. У глобальному контексті ВДЕ розглядаються як фундаментальний елемент енергетичної трансформації, що формує передумови досягнення кліматичних цілей, зниження викидів парникових газів та посилення енергетичної безпеки [3]. Економічна сутність відновлюваної енергетики базується на використанні природних потоків енергії, що постійно відновлюються у природних циклах і не вичерпуються при споживанні. Завдяки цьому такі ресурси розглядають як стратегічний актив довгострокового розвитку національної економіки [12].

Економічна сутність ВДЕ

До основних економічних характеристик відновлювальних джерел енергії належать:

1. відтворюваність ресурсу, що забезпечує безперервність енергопостачання без ризику виснаження;
2. низький рівень маржинальних витрат після встановлення виробничих потужностей, оскільки експлуатація більшості ВДЕ не потребує значних витрат на ресурс (вітер, сонце, вода) [9];
3. низька волатильність цін у довгостроковій перспективі через відсутність залежності від світових ринків викопних ресурсів;
4. висока залежність ефективності проєктів від технологічного розвитку, що зумовлює необхідність інновацій та інвестицій у модернізацію [17].

Крім економічних характеристик, ВДЕ виступають важливим чинником формування нових секторів економіки, розвиток яких стимулює інституційні зміни, створює додану вартість та забезпечує формування сучасних виробничих ланцюгів [5]. В умовах геополітичної нестабільності та енергетичної кризи ВДЕ є стратегічним інструментом зниження залежності від імпортованих енергоносіїв, що особливо важливо для України [14].

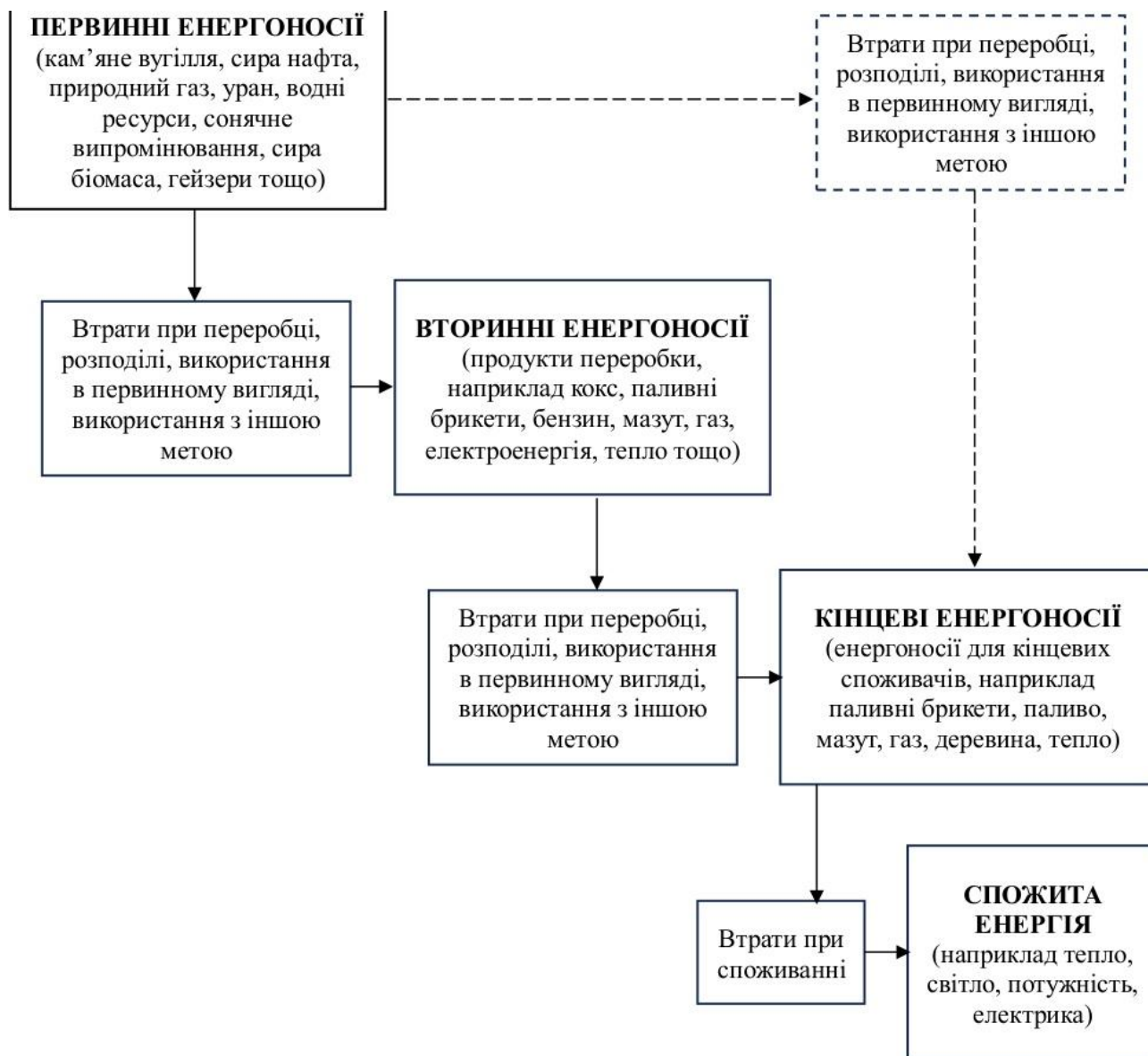


Рис. 1.1. Класифікація енергоносіїв за ступенем перетворення

ВДЕ поділяються за природою походження, технологіями використання та економічними характеристиками. Найпоширенішою є класифікація за видом природного ресурсу:

## 1. Сонячна енергія

Отримується шляхом перетворення сонячного випромінювання у теплову або електричну енергію за допомогою фотоелектричних панелей чи геліотермічних установок [16]. Сонячна енергетика є однією з найбільш динамічних галузей ВДЕ, що швидко розвивається завдяки здешевленню технологій.

## 2. Вітрова енергія

Ґрунтується на використанні енергії повітряних потоків для обертання турбін і виробництва електроенергії. Вітроенергетика демонструє високі темпи розвитку в країнах ЄС, США та Китаї завдяки низьким експлуатаційним витратам і значному потенціалу встановленої потужності [18].

## 3. Гідроенергія

Використовує кінетичну та потенціальну енергію річок або морських припливів. Гідроенергетика може бути великою, малою або мікро-, залежно від масштабу генеруючих станцій. В Україні потенціал малої гідроенергетики є значним, але реалізований недостатньо [28].

## 4. Біоенергія

Базується на використанні органічних матеріалів: деревини, агровідходів, біогазу, біоетанолу тощо. Біоенергетика відіграє помітну роль у країнах із розвиненим аграрним сектором, до яких належить і Україна [20].

## 5. Геотермальна енергія

Отримується з теплових потоків Землі. Є перспективною, але вимагає значних технологічних інвестицій.

## 6. Морська енергія

Включає хвильову, припливну, енергію морських течій. Застосовується переважно у країнах із значним морським узбережжям.

Класифікація ВДЕ є важливою для формування державної політики, оскільки різні типи відновлюваних ресурсів потребують відмінних технологічних, регуляторних та інвестиційних підходів [21].

## Переваги відновлювальних джерел енергії

### 1. Економічні переваги

Таблиця 1.1

Річні обсяги світового споживання первинної енергії на душу населення, кВт-  
год/ос

Рік	Споживання первинної енергії на душу населення	Рік	Споживання первинної енергії на душу населення
1965	12977,65	1994	17458,14
1966	13393,36	1995	17599,51
1967	13621,63	1996	17848,84
1968	14154,52	1997	17785,15
1969	14795,75	1998	17655,86
1970	15420,53	1999	17722,96
1971	15734,39	2000	17947,37
1972	16255,39	2001	17888,28
1973	16874,52	2002	18034,69
1974	16661,81	2003	18437,73
1975	16436,38	2004	19108,46
1976	17007,66	2005	19487,31
1977	17326,84	2006	19787,29
1978	17719,25	2007	20137,87
1979	18010,85	2008	20118,06
1980	17539,77	2009	19545,24
1981	17156,01	2010	20230,97
1982	16754,76	2011	20440,6
1983	16721,15	2012	20477,79
1984	17207,17	2013	20580,43
1985	17340,81	2014	20547,5
1986	17413,39	2015	20474,26
1987	17695,26	2016	20481,15
1988	18034,84	2017	20672,87
1989	18068,98	2018	21005,62
1990	17983,69	2019	21012,8
1991	17808,03	2020	20068,71
1992	17627,42	2021	20981,16
1993	17497,38	2022	21038,93

\*) Складено на основі [39]

ВДЕ дозволяють знизити рівень залежності економіки від імпортних енергоносіїв, що зменшує валютні ризики та підвищує макроекономічну стабільність [7]. Після завершення встановлення обладнання виробництво

електроенергії із сонячних та вітрових станцій має низькі експлуатаційні витрати, що робить такі проекти конкурентними у довгостроковій перспективі.

Крім того, розвиток ВДЕ стимулює зайнятість, створення високотехнологічних робочих місць та інноваційні інвестиції, що сприяє загальному економічному зростанню [24].

## 2. Екологічні переваги

ВДЕ сприяють зниженню викидів CO<sub>2</sub> та інших забруднювальних речовин, що позитивно впливає на довкілля і якість життя населення [11]. З огляду на глобальне потепління та міжнародні кліматичні цілі (Паризька угода), розвиток чистої енергетики є однією з найважливіших стратегічних задач держави.

## 3. Соціальні переваги

Розвиток відновлюваної енергетики сприяє підвищенню енергетичної незалежності регіонів, що забезпечує стабільність електропостачання та стимулює місцевий розвиток [19].

## 4. Геополітичні переваги

ВДЕ здатні зменшити енергетичну залежність держави від нестабільних зовнішніх поставок природного газу та нафти, що особливо актуально для України в умовах воєнного конфлікту та обмеженого доступу до традиційних енергоносіїв [6].

## Недоліки та обмеження відновлюваних джерел енергії

### 1. Нерівномірність і нестабільність генерації

Сонячна та вітрова енергетика залежать від погодних умов, що викликає коливання виробництва електроенергії. Це призводить до необхідності інвестицій у системи балансування, акумулювання та модернізацію мереж [27].

### 2. Значні капітальні витрати на старті

Хоча експлуатація ВДЕ є дешевою, встановлення генеруючих потужностей потребує значних фінансових вкладень. Це зумовлює залежність розвитку галузі від державної підтримки, пільгового кредитування та грантових програм [25].

### 3. Потреба у модернізації енергетичних мереж

Існуюча інфраструктура електромереж часто не пристосована до розподіленої генерації, що характерно для ВДЕ. Необхідність реконструкції мереж є суттєвим інвестиційним навантаженням [13].

#### 4. Вплив на навколишнє середовище

Хоча ВДЕ вважаються екологічно чистими, вони теж можуть мати негативні наслідки: зміна ландшафтів, шумове забруднення від вітрових турбін, вплив гідроелектростанцій на водні екосистеми [8].

#### 5. Низька щільність енергії

На відміну від викопних ресурсів, сонячні та вітрові станції потребують значних площ для встановлення, що може створювати конкуренцію за землю у густонаселених регіонах.

#### Стратегічне значення відновлюваної енергетики

Попри недоліки, відновлювана енергетика має вирішальне значення для майбутнього економічного розвитку. Її стратегічна роль зростає у зв'язку з глобальними кліматичними викликами, необхідністю зменшення залежності від імпорту енергоносіїв та розвитком технологічного сектору [4]. У країнах ЄС ВДЕ є центральним елементом Європейського зеленого курсу, який передбачає досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Україна, інтегруючись до європейського енергетичного простору, також бере на себе зобов'язання щодо підвищення частки ВДЕ у валовому кінцевому споживанні [10].

Розвиток національної системи відновлюваної енергетики створює довгострокові переваги, забезпечуючи зменшення економічних ризиків, формування високотехнологічних виробничих секторів та підвищення конкурентоспроможності країни в глобальній економіці [30].

## 1.2 Теоретичні принципи формування та підтримання енергетичної безпеки держави

Енергетична безпека є ключовою складовою економічної безпеки держави та визначальним чинником її стабільного розвитку. У сучасних умовах зростання глобальної конкуренції, технологічних змін, ризиків геополітичної турбулентності й енергетичних криз формування ефективної системи енергетичної безпеки розглядається як одна з пріоритетних задач державної політики [6]. Теоретичні основи забезпечення енергетичної безпеки охоплюють комплекс принципів, методів і підходів, що дозволяють державам формувати стійкі енергетичні системи, здатні протистояти внутрішнім і зовнішнім загрозам, забезпечуючи потреби суспільства та економіки у доступних та надійних енергоносіях [11].

### Економічна сутність енергетичної безпеки

Енергетична безпека – це здатність держави забезпечувати безперебійне постачання енергоресурсів, необхідних для функціонування економіки та життєдіяльності населення, за умов мінімізації ризиків та загроз, а також підтримання стабільності енергетичного ринку [17]. У широкому розумінні енергетична безпека включає політичні, економічні, технологічні та екологічні аспекти, що формують комплексний механізм функціонування енергетичної системи [19].

Основними характеристиками енергетичної безпеки є:

1. доступність енергоресурсів, що передбачає фізичну наявність енергії та (або) можливість її імпорту з надійних джерел;
2. економічна прийнятність, тобто доступність енергії за ціною для споживачів;
3. стійкість та надійність, що передбачає мінімізацію ризиків перебоїв у постачанні;
4. екологічна безпечність, що означає відповідність енергетичного розвитку принципам сталого природокористування [22].

Для України питання енергетичної безпеки мають стратегічне значення через історично високу залежність від імпортованих енергоносіїв, уразливість інфраструктури та зростання ризиків, пов'язаних з воєнними діями на її території [15].

Концептуальні підходи до забезпечення енергетичної безпеки

Таблиця 1.2

Річні обсяги енергоємності світового ВВП, кВт-год/дол

Рік	Енергоємність ВВП	Рік	Енергоємність ВВП
1965	21,71797	1994	3,542198
1966	21,08173	1995	3,255169
1967	20,56012	1996	3,275152
1968	20,20522	1997	3,321171
1969	19,54765	1998	3,350288
1970	19,01226	1999	3,283422
1971	17,91924	2000	3,260589
1972	16,37454	2001	3,314123
1973	14,20357	2002	3,259612
1974	12,40447	2003	3,010318
1975	11,18888	2004	2,803795
1976	10,84122	2005	2,674024
1977	9,938599	2006	2,537417
1978	8,746278	2007	2,320831
1979	7,820732	2008	2,136676
1980	6,87536	2009	2,216929
1981	6,618504	2010	2,121375
1982	6,649831	2011	1,956896
1983	6,625887	2012	1,941792
1984	6,674877	2013	1,922071
1985	6,536808	2014	1,890735
1986	5,651356	2015	2,021591
1987	5,134503	2016	2,011919
1988	4,772611	2017	1,929104
1989	4,657255	2018	1,86588
1990	4,18186	2019	1,859875
1991	4,039304	2020	1,846594
1992	3,799317	2021	1,712862
1993	3,767114	2022	1,6685

\*) Складено на основі [39, 27]

У науковій літературі виокремлюють кілька основних теоретичних підходів, які пояснюють механізми формування енергетичної безпеки:

1. Структурно-інституційний підхід

Згідно з цим підходом, рівень енергетичної безпеки визначається ефективністю інституцій, що формують енергетичну політику, забезпечують регулювання ринку та розвиток енергетичної інфраструктури [12]. Інституції створюють правила гри на ринку, впливають на якість управління, інвестиційне середовище та взаємодію із зовнішніми партнерами.

## 2. Ресурсно-економічний підхід

Цей підхід акцентує увагу на доступності та диверсифікації енергоресурсів, їхньому виробництві, видобутку та імпорті. Основна ідея полягає в тому, що країна може забезпечити високий рівень енергетичної безпеки лише за умов наявності різноманітних, доступних, економічно вигідних та екологічно безпечних джерел енергії [9].

## 3. Технологічний підхід

Він передбачає, що енергетична безпека залежить від технологічного рівня енергетичного сектору. Наявність сучасних технологій, які дозволяють оптимізувати виробництво, зменшити втрати, підвищити ефективність та забезпечити гнучкість енергосистеми, є критично важливою [25].

## 4. Геополітичний підхід

За цим підходом енергетична безпека формується внаслідок геополітичного становища країни, структури її енергетичних партнерств та залежності від зовнішніх постачальників. Особливу роль відіграють міжнародні конфлікти, транспортні маршрути та енергетичні союзи [18].

## 5. Підхід сталого розвитку

Він розглядає енергетичну безпеку через призму балансу між соціальними, економічними та екологічними цілями. Національна енергетична політика має відповідати принципам екологічної безпеки та інтегрувати відновлювальні джерела енергії в загальний енергетичний баланс [13].

## Ключові загрози національній енергетичній безпеці

Сучасний енергетичний сектор стикається з низкою зовнішніх і внутрішніх загроз, серед яких:

### 1. Залежність від імпортних енергоносіїв

Україна тривалий час залежала від імпорту природного газу, нафти та ядерного палива з обмеженого кола країн, що створювало ризики цінової нестабільності та політичного тиску [4].

## 2. Недостатній рівень диверсифікації енергетичного балансу

Незбалансована структура енергопостачання збільшує ризики, пов'язані з вичерпанням ресурсів і зовнішніми шоками [8].

## 3. Фізичні загрози енергетичній інфраструктурі

В умовах воєнних дій на території України об'єкти енергетичної інфраструктури виступають мішенями для атак, що унеможлиблює стабільне постачання електроенергії та тепла [1].

## 4. Недостатня інвестиційна привабливість

Стан енергетичного сектору багато в чому залежить від залучення приватних інвестицій, які можуть бути обмежені через регуляторні ризики, нестабільність ринку та низьку прогнозованість державної політики [23].

## 5. Високий рівень зношеності інфраструктури

Більшість генеруючих потужностей і мереж в Україні мають критичний рівень зношення, що знижує надійність і ефективність енергосистеми [10].

## 6. Екологічні ризики

Використання викопних ресурсів призводить до значних викидів парникових газів та інших забруднювачів, що посилює кліматичні виклики [21].

Роль відновлювальних джерел енергії у забезпеченні енергетичної безпеки

ВДЕ є одним із найважливіших елементів забезпечення енергетичної безпеки, що дозволяє державам мінімізувати ключові ризики, пов'язані з традиційною енергетикою.

### 1. Диверсифікація джерел постачання

Збільшення частки ВДЕ зменшує залежність від імпортованих енергоносіїв і забезпечує стабільність національного енергетичного ринку [16].

### 2. Зниження екологічного навантаження

ВДЕ сприяють скороченню шкідливих викидів і дозволяють економіці функціонувати відповідно до принципів сталого розвитку [7].

### 3. Формування нових виробничих ланцюгів

Розвиток сектору відновлюваної енергетики стимулює розвиток суміжних галузей – машинобудування, ІТ, електроніки, агросектору (у випадку біоенергетики) [24].

### 4. Підвищення стійкості енергосистеми

Розподілена генерація ВДЕ значно зменшує ризики, пов'язані з руйнуванням великих інфраструктурних об'єктів [5].

### Механізми забезпечення енергетичної безпеки

Теоретичні моделі управління енергетичною безпекою передбачають використання комплексу механізмів:

#### 1. Державне регулювання

Формування нормативно-правової бази, встановлення стандартів, тарифів, підтримка інвестицій у ВДЕ, створення механізмів стимулювання енергоефективності [14].

#### 2. Інституційна підтримка

Створення спеціалізованих органів державної влади та регуляторів, які координують діяльність на енергетичному ринку, забезпечують контроль і моніторинг [26].

#### 3. Стратегічне планування

Розробка та впровадження національних і регіональних стратегій розвитку енергетики, визначення пріоритетних напрямів інвестицій та інновацій [33].

#### 4. Технологічний розвиток та інновації

Застосування нових технологій у видобутку, переробці та транспортуванні енергії, впровадження цифрових інструментів, розбудова систем зберігання енергії [27].

#### 5. Енергоефективність

Оптимізація використання енергоресурсів є ключовим елементом енергетичної безпеки, що дозволяє зменшувати споживання і знижувати тиск на енергосистему [32].

#### 6. Міжнародне співробітництво

Участь у міжнародних енергетичних ініціативах, інтеграція до енергетичного ринку ЄС, диверсифікація імпорتنих напрямів [29].

#### Управління ризиками в системі енергетичної безпеки

Енергетичні ризики мають багатовимірний характер, тому системи управління ризиками передбачають комплексний підхід:

- ідентифікацію ризиків;
- кількісну та якісну оцінку;
- розробку заходів їх мінімізації;
- моніторинг реалізації заходів [30].

Моделі управління ризиками передбачають використання методів прогнозування, математичного моделювання, сценарного аналізу та оптимізації енергетичних систем [31].

#### Європейський підхід до енергетичної безпеки

У рамках ЄС енергетична безпека базується на трьох принципах:

1. сталість,
2. конкурентоспроможність,
3. безперебійність постачання [34].

ЄС впроваджує комплексну політику «Енергетичного союзу», яка передбачає розвиток інтегрованої інфраструктури, диверсифікацію джерел, розвиток ВДЕ та посилення енергоефективності. Для України інтеграція до європейського енергетичного ринку – стратегічний фактор зміцнення енергетичної безпеки [35].

#### Значення енергетичної безпеки для України

В умовах війни енергетична безпека України стала критичною складовою національної безпеки. Масштабні руйнування енергетичної інфраструктури підвищують актуальність розвитку стійких систем, що включають розподілену генерацію, мікромережі та ВДЕ [2]. Формування нової енергетичної моделі має забезпечити:

- стійкість до зовнішніх атак;
- автономність регіональних систем;
- інтеграцію з ЄС;
- модернізацію мереж;
- зростання частки ВДЕ [36].

### 1.3. Методичні підходи до оцінювання рівня розвитку відновлюваної енергетики в національній економіці та її впливу на економічну безпеку країни

Розвиток галузі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) в сучасних умовах є важливою складовою стратегії економічного зростання, структурної модернізації промисловості та зміцнення енергетичної безпеки держави. Вдосконалення механізмів оцінювання ефективності функціонування ВДЕ є ключовою передумовою розробки обґрунтованої енергетичної політики та прийняття управлінських рішень на державному та корпоративному рівнях [4]. Методичні підходи до аналізу розвитку відновлюваної енергетики охоплюють комплекс інструментів, які дозволяють вимірювати економічні, екологічні, технічні, інституційні та соціальні результати впровадження ВДЕ [14].

У світовій теорії і практиці застосовують різноманітні моделі й методи оцінювання: індикаторні системи, інтегральні індекси, економетричні моделі, системи сценарного прогнозування та методи аналізу життєвого циклу [8]. Кожен із цих підходів дає змогу проводити всебічний аналіз, проте їхнє використання залежить від інформаційної доступності, специфіки енергетичного сектору країни та цілей дослідження.

Концептуальні підходи до методики оцінювання розвитку ВДЕ

Методичні підходи до оцінювання розвитку renewable energy базуються на кількох теоретичних концепціях.

#### 1. Системно-аналітичний підхід

Передбачає оцінювання ВДЕ як частини єдиної енергетичної системи країни. Дослідження включають вивчення взаємодії між секторами енергетики, промисловості, транспортом, екологією та соціальною сферою [12]. Цей підхід

дозволяє враховувати мультиплікативний ефект від впровадження ВДЕ на інші галузі економіки.

## 2. Індикаторний підхід

Таблиця 1.3

Річні обсяги виробництва електроенергії, ТВт-год

Рік	Виробництво електроенергії	Рік	Виробництво електроенергії
1985	9886,063	2004	17093,14
1986	10180,79	2005	17763,94
1987	10670,62	2006	18471,24
1988	11140,63	2007	19357,62
1989	11657,95	2008	19660,04
1990	11960,96	2009	19561,35
1991	12222,06	2010	20938,06
1992	12335,95	2011	21654,23
1993	12599,48	2012	22169,89
1994	12923,58	2013	22808,29
1995	13381,88	2014	23422,83
1996	13797,19	2015	23660,36
1997	14128,65	2016	24294,39
1998	14511,02	2017	25026,4
1999	14925,88	2018	26022,01
2000	14971,79	2019	26365,58
2001	15196,35	2020	26276,91
2002	15733,18	2021	27834,92
2003	16292,11	2022	28527,76

\*) Складено на основі [39]

У його межах використовують групи кількісних показників, що дозволяють оцінити рівень розвитку галузі та її вплив на економіку [16].

Найпоширеніші індикатори:

- частка ВДЕ в енергетичному балансі;
- обсяг інвестицій у сектор;
- встановлена та вироблена потужність;
- рівень енергоефективності;
- показники викидів CO<sub>2</sub> [25].

Індикаторний підхід є універсальним та використовується міжнародними організаціями – Міжнародним енергетичним агентством (IEA), Європейською комісією, Світовим банком [33].

### 3. Інтегральне оцінювання

Інтегральні індекси дають змогу комплексно оцінити рівень розвитку галузі, об'єднуючи різні групи індикаторів: економічні, екологічні, технічні, інституційні тощо [7]. Серед найпоширеніших показників:

- Індекс розвитку ВДЕ (Renewable Energy Development Index);
- Індекс енергетичної безпеки;
- Індекс екологічної стійкості [30].

### 4. Економетричні моделі

Економетричний підхід дозволяє будувати прогностичні моделі, аналізувати залежності між економічними змінними, оцінювати вплив ВДЕ на економічне зростання, зайнятість, інвестиційний клімат, експортні можливості [21]. Регресійні моделі допомагають виявляти вплив окремих факторів на розвиток ВДЕ.

### 5. Сценарне моделювання

Сценарний аналіз передбачає розробку альтернативних траєкторій розвитку відновлюваної енергетики з урахуванням невизначеності, зовнішніх ризиків і технологічних змін [18]. Сценарії можуть бути:

- базові;
- оптимістичні;
- кризові;
- інноваційні;
- інституційно орієнтовані.

Цей метод застосовують для стратегічного планування і формування енергетичної політики держави [34].

### 6. Метод аналізу життєвого циклу (LCA)

Він охоплює всі етапи життєвого циклу енергетичної установки – від видобутку сировини та виробництва компонентів до експлуатації і утилізації [32]. Метод дозволяє визначити екологічний слід технології.

---

## Механізм оцінювання розвитку ВДЕ у контексті економічної безпеки держави

Для оцінювання впливу галузі ВДЕ на економічну безпеку пропонується виділяти такі групи показників:

### 1. Енергетичні показники

- частка ВДЕ у валовому кінцевому споживанні;
- енергетична незалежність;
- резервні та балансуєчі потужності;
- рівень втрат в енергосистемі [10].

### 2. Економічні показники

- обсяг інвестицій у сектор ВДЕ;
- інноваційна активність;
- створення доданої вартості;
- конкурентоспроможність галузі;
- зниження енергетичних витрат у промисловості [23].

### 3. Екологічні показники

- скорочення викидів парникових газів;
- зменшення забруднення повітря;
- рівень екологічної модернізації промисловості [26].

### 4. Соціальні показники

- зайнятість у галузі;
- якість енергопостачання;
- соціально-економічний розвиток регіонів [19].

### 5. Інституційні показники

- ефективність регуляторного середовища;
- доступність фінансування;
- прозорість тарифної політики;
- відповідність стандартам ЄС [27].

Міжнародні методики оцінювання розвитку ВДЕ

Методики Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА)

IEA застосовує комплекс індикаторів, серед яких:

- енергетична інтенсивність;
- частка ВДЕ в загальному енергобалансі;
- рівень інтеграції ВДЕ до мереж;
- ефективність політики стимулювання [28].

Європейська методика (EU Energy Union Framework)

У межах «Енергетичного союзу» ЄС застосовує такі групи оцінювання:

- екологічна стійкість;
- надійність постачання;
- інтеграція ринків;
- дослідження та інновації;
- енергоефективність [29].

Методики Світового банку та UNDP

Вони базуються на оцінюванні інвестиційної привабливості, доступності фінансування та впливу галузі на сталий розвиток [31].

Методи прогнозування розвитку ВДЕ

У прогнозуванні розвитку галузі використовують такі інструменти:

#### 1. Трендові моделі

Побудова прогнозів на основі історичних даних. Метод підходить для аналізу стабільних тенденцій [30].

#### 2. Економетричні моделі

дозволяють оцінювати вплив факторів (інвестиції, інновації, ціни на енергоносії, регуляторні зміни) на розвиток ВДЕ [20].

#### 3. Моделі оптимального планування (Linear Programming, Dynamic Programming)

Використовуються для оптимізації структури енергетичного балансу країни з урахуванням обмежень і цілей [15].

#### 4. Сценарне моделювання

Дозволяє формувати альтернативні варіанти енергетичного розвитку з урахуванням невизначеностей і ризиків [18].

#### 5. Стохастичне моделювання (Monte-Carlo, VAR-моделі)

Застосовується для врахування волатильності ринку та ризиків, пов'язаних зі змінами погодних умов і ціновою кон'юнктурою [22].

Таблиця 1.4

Річні значення частки відновлюваних джерел енергії у світовому споживанні первинної енергії, %

Рік	Частка відновлюваних джерел енергії	Рік	Частка відновлюваних джерел енергії
1965	6,453481	1994	7,638642
1966	6,531924	1995	7,8712
1967	6,433515	1996	7,756304
1968	6,395765	1997	7,845792
1969	6,345422	1998	7,885581
1970	6,260022	1999	7,845656
1971	6,287538	2000	7,817324
1972	6,251102	2001	7,552461
1973	5,997508	2002	7,573716
1974	6,539249	2003	7,337716
1975	6,587498	2004	7,524861
1976	6,247539	2005	7,577747
1977	6,237771	2006	7,718713
1978	6,488565	2007	7,756197
1979	6,594614	2008	8,253646
1980	6,808579	2009	8,572392
1981	6,989174	2010	8,809362
1982	7,193913	2011	8,991375
1983	7,410024	2012	9,420794
1984	7,343634	2013	9,854327
1985	7,311896	2014	10,22706
1986	7,285901	2015	10,50751
1987	7,152904	2016	10,96286
1988	7,115629	2017	11,36683
1989	6,992091	2018	11,7662
1990	7,178987	2019	12,24898
1991	7,304341	2020	13,43086
1992	7,291061	2021	13,45254
1993	7,659422	2022	14,2136

\*) Складено на основі [39]

Методика інтегрального оцінювання розвитку ВДЕ

Загальна формула інтегрального індексу розвитку галузі має вигляд:

$$I_{\text{ВДЕ}} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot N_i$$

де:

$w_i$  – вагові коефіцієнти,

$N_i$  – нормалізовані значення показників,

$n$  – кількість показників [14].

Модель дозволяє оцінити рівень розвитку галузі в межах окремої країни, порівняти його з іншими державами, визначити сильні та слабкі сторони енергетичної політики.

Методичні інструменти оцінювання ефективності державної політики у сфері ВДЕ

Оцінювання здійснюється за допомогою:

1. SWOT-аналізу

Визначає сильні та слабкі сторони галузі, можливості та загрози [13].

2. PEST-аналізу

Аналізує політичні, економічні, соціальні та технологічні фактори розвитку [11].

3. DEA-аналізу (Data Envelopment Analysis)

Дозволяє оцінити продуктивність і ефективність підприємств у секторі ВДЕ [24].

4. Cost–Benefit Analysis (CBA)

Застосовується для оцінювання економічної доцільності інвестиційних проектів у галузі renewable energy [7].

Значення методичного оцінювання для енергетичної політики України

Для України методичні підходи до оцінювання розвитку ВДЕ є ключовими через такі чинники:

- високий рівень енергетичних ризиків;
- необхідність інтеграції до європейського енергетичного ринку;
- масштабні руйнування інфраструктури;
- потреба у модернізації енергосистеми;
- нагальна потреба зменшення залежності від викопних ресурсів [1].

Комплексне оцінювання дозволяє оптимізувати державну політику у сфері енергетики, визначати пріоритетні напрями розвитку галузі, розробляти ефективні механізми фінансування та модернізації.

Методичні засади оцінювання розвитку галузі відновлюваних джерел енергії формують комплексний інструментарій, що включає індикаторні системи, інтегральні індекси, економетричні моделі та сценарні підходи. Застосування таких методів дозволяє визначати реальний стан і потенціал галузі, оцінювати її вплив на економічну безпеку держави та формувати науково обгрунтовану енергетичну політику. Для України комплексний підхід до оцінювання розвитку ВДЕ є критично важливим у контексті посилення енергетичної незалежності, підвищення стійкості економіки та інтеграції до європейського енергетичного простору.

## Висновки до розділу 1

Розділ 1 представив комплексне теоретико-методичне підґрунтя дослідження розвитку відновлювальних джерел енергії та їхнього впливу на енергетичну безпеку України. У підрозділі 1.1 було розкрито економічну сутність відновлюваних джерел енергії, їхню класифікацію, переваги й обмеження. Показано, що ВДЕ становлять стратегічну основу для модернізації енергетичного сектору, забезпечують довгострокову стабільність та сприяють зменшенню залежності держави від імпортованих енергоносіїв. Водночас розвиток галузі супроводжується низкою викликів, пов'язаних із нестабільністю генерації, значними початковими інвестиціями та необхідністю оновлення енергетичної інфраструктури.

Підрозділ 1.2 зосереджувався на теоретичних аспектах забезпечення національної енергетичної безпеки. Окреслено багатовимірний характер цього поняття, його ключові компоненти та загрози. Розкрито системно-інституційний, ресурсно-економічний, технологічний, геополітичний та екологічний підходи до формування енергетичної безпеки. Підкреслено, що розвиток ВДЕ є одним із

найефективніших інструментів зміцнення енергетичної безпеки в умовах сучасних геополітичних ризиків.

У підрозділі 1.3 визначено методичні засади оцінювання розвитку галузі ВДЕ. Проаналізовано індикаторні системи, інтегральні індекси, економетричні моделі та сценарні підходи, які дозволяють комплексно оцінювати вплив галузі на економіку та безпекові параметри.

Загалом теоретичний розділ формує фундаментальну основу для подальшого аналітичного дослідження потенціалу впровадження ВДЕ в Україні та обґрунтування стратегічних напрямів їх розвитку.

## РОЗДІЛ 2. АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

### 2.1. Дослідження світових трендів розвитку сектору відновлюваної енергетики

У ХХІ столітті розвиток відновлюваної енергетики став однією з ключових тенденцій трансформації світової енергетичної системи. Глобальна енергетична політика дедалі більше орієнтується на зменшення залежності від викопних ресурсів, зміцнення енергетичної стійкості та досягнення кліматичної нейтральності, що відображено у стратегічних документах провідних держав та міжнародних організацій [3]. Відновлювальна енергетика є одним із найдинамічніших секторів сучасної економіки, демонструючи стійке зростання показників інвестицій, встановлених потужностей та технологічного розвитку протягом останніх десятиліть.

Глобальні тенденції розвитку ВДЕ визначаються сукупністю економічних, технологічних, політичних, екологічних та соціальних чинників, що формують світовий попит на чисту енергію. У сучасних умовах світовий ринок ВДЕ став ключовою ареною інноваційної конкуренції, де провідні країни борються за технологічне лідерство у галузі сонячної, вітрової, біо-, геотермальної та водневої енергетики [14].

#### Глобальна динаміка встановлених потужностей ВДЕ

Упродовж останніх двадцяти років світ спостерігає стрімке зростання встановлених потужностей ВДЕ, особливо у сонячній та вітровій енергетиці. За даними IRENA, частка відновлюваної енергетики у глобальному виробництві електроенергії збільшувалася щороку, досягнувши понад 30 % у 2023 році [7]. Найбільший внесок у це зростання забезпечили:

- сонячна енергетика, темпи зростання якої перевищують 20–25 % щороку;
- вітрова енергетика, яка стабільно додає 8–12 % встановлених потужностей щорічно;

- гідроенергетика, що лишається найбільшим сегментом ВДЕ, але з менш динамічним зростанням;
- біоенергетика, що активно розвивається у країнах із великим аграрним потенціалом [19].

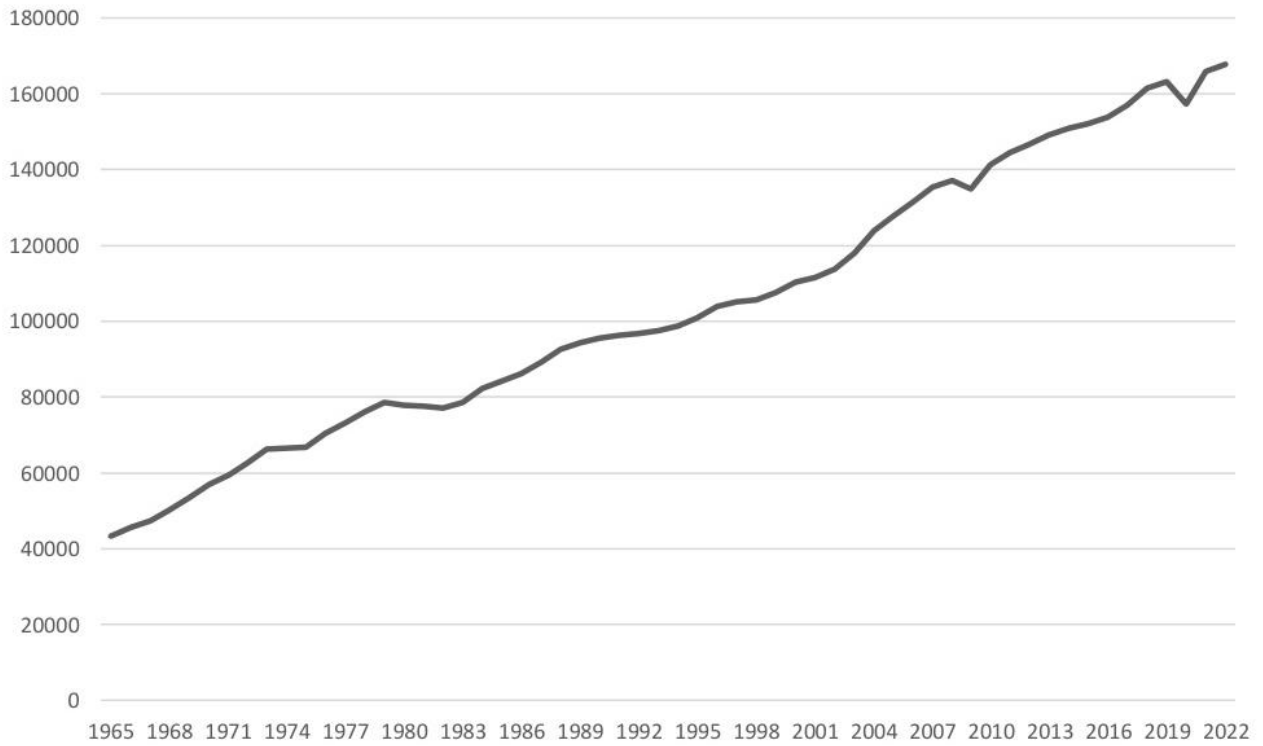


Рис. 2.1. Динаміка обсягів світового споживання первинної енергії, ТВт-год

Водночас у країнах з розвинуеною інфраструктурою (ЄС, США, Китай) зростає роль систем зберігання енергії – акумуляторів та мережевих накопичувачів, які забезпечують балансування нерівномірної генерації сонячних та вітрових установок [20].

### Регіональні тенденції розвитку ВДЕ

#### 1. Європейський Союз

ЄС є світовим лідером у розвитку ВДЕ, реалізуючи Європейський зелений курс, що передбачає досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року [8]. У країнах ЄС частка ВДЕ у кінцевому енергоспоживанні перевищила 22 % у 2023 році, а в деяких державах (Данія, Швеція, Фінляндія) – понад 40 % [12].

#### Основні тенденції в ЄС:

- активне розширення вітрових офшорних ферм;
- розвиток розподіленої сонячної генерації;

- акцент на інтеграції ВДЕ в енергоринок;
- впровадження водневих технологій;
- масштабні інвестиції у мережеву інфраструктуру [17].

## 2. Китай

Китай – найбільший у світі інвестор у ВДЕ та глобальний виробник обладнання для сонячної й вітрової енергетики [9]. Країна має найбільші у світі встановлені сонячні та вітрові потужності, а її державна стратегія спрямована на зменшення залежності від вугілля.

Головні тенденції:

- домінування в глобальному виробництві фотоелементів;
- активна розбудова гігантських наземних сонячних станцій;
- зростання експорту обладнання на ринки ЄС та США;
- посилення внутрішнього попиту на ВДЕ [23].

## 3. США

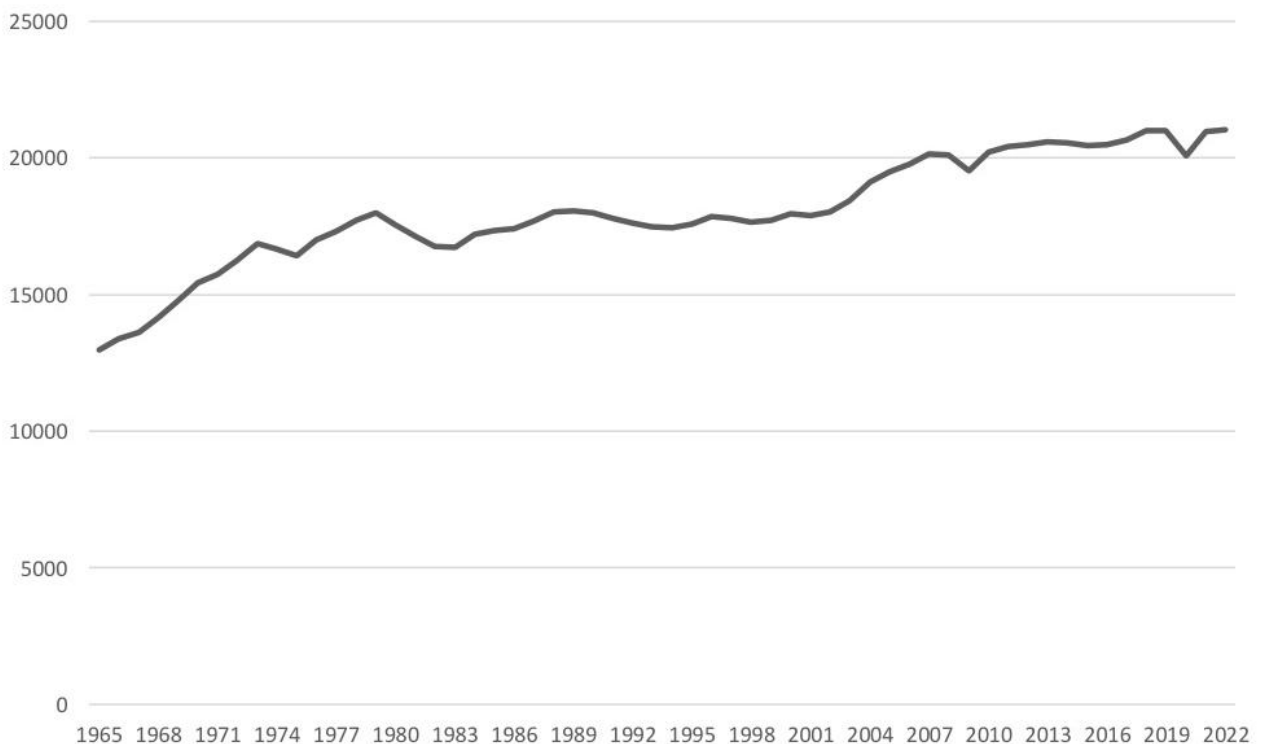


Рис. 2.2. Динаміка обсягів світового споживання первинної енергії на душу

США є одним із найбільших ринків ВДЕ, зокрема завдяки розвитку штучного інтелекту, смарт-мереж та комерційних інвестицій [10]. Закон

«Інфляційне скорочення» сприяв значному зростанню державних стимулів для інвесторів у сонячну та вітрову енергетику.

#### 4. Індія

Індія стрімко розширює ВДЕ через дефіцит викопних ресурсів і потребу задовольняти енергетичні потреби великої економіки. Країна збільшує розвиток сонячних та гібридних систем, а також впроваджує широкомасштабні програми електрифікації [28].

#### 5. Країни Близького Сходу

Навіть традиційні виробники нафти (Саудівська Аравія, ОАЕ, Катар) активно вкладають у сонячні мегапарки, готуючись до переходу у поствуглеводневу економіку [18].

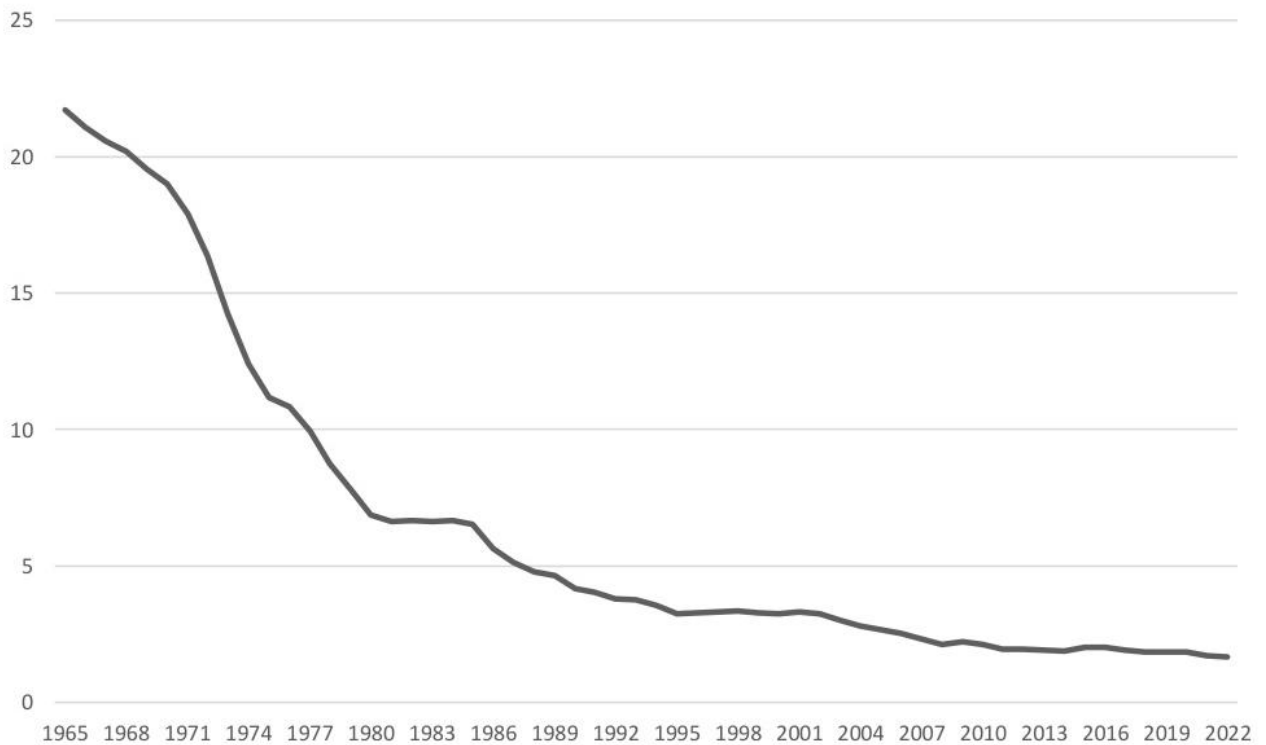


Рис. 2.3. Динаміка енергоємності світового ВВП (на основі споживання первинної

#### Інвестиційні тенденції у глобальному секторі ВДЕ

Галузь ВДЕ є одним із найбільш інвестиційно привабливих секторів економіки. За даними BloombergNEF, у 2022–2023 роках обсяг глобальних інвестицій у чисту енергетику вперше перевищив 1 трлн доларів США [6].

#### Структура інвестицій:

- 48 % – сонячна енергетика;

- 23 % – вітрова;
- 12 % – біоенергетика;
- 10 % – мережі та зберігання;
- 7 % – воднева енергетика [29].

Ключові інвестиційні тренди:

- зростання ролі приватного капіталу;
- розширення державно-приватних партнерств;
- активізація зелених облігацій;
- збільшення фінансування проектів у країнах, що розвиваються [22].

43

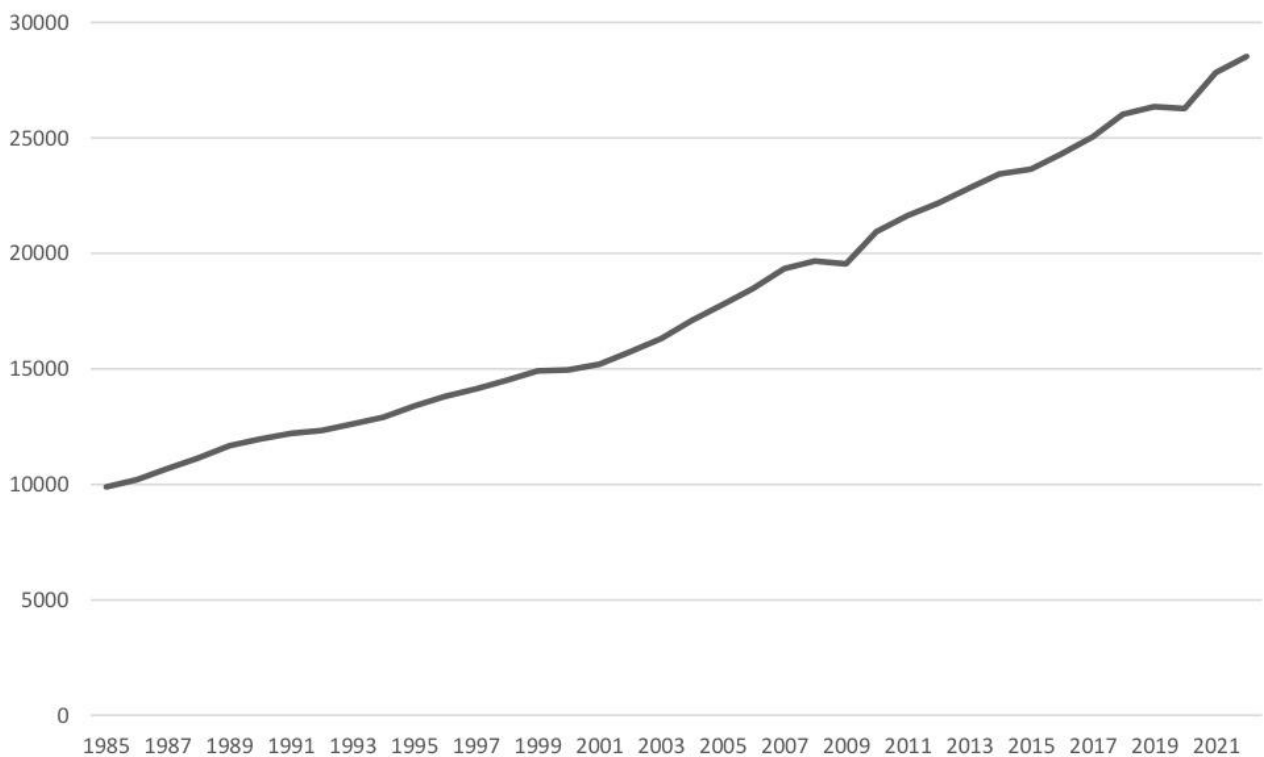


Рис. 2.4. Динаміка обсягів світового виробництва електроенергії, ТВт-год

Технологічні тренди світової відновлюваної енергетики

### 1. Здешевлення технологій

Ціни на сонячні панелі знизилися більш ніж у 10 разів за останні 15 років [31]. Вітрові турбіни стали потужнішими, ефективнішими і менш витратними у сервісі.

### 2. Розвиток енергетичних накопичувачів

Системи зберігання енергії (BESS) стали ключовим елементом інтеграції ВДЕ. Найбільше застосування отримали літій-іонні батареї, технології гнучких інверторів і гібридних установок [35].

### 3. Цифровізація енергосектору

Смарт-мережі, системи прогнозування погоди, блокчейн-платформи для P2P-енерготоргівлі, штучний інтелект у диспетчеризації – це технології, що суттєво розширюють можливості ВДЕ [33].

### 4. Воднева енергетика

44

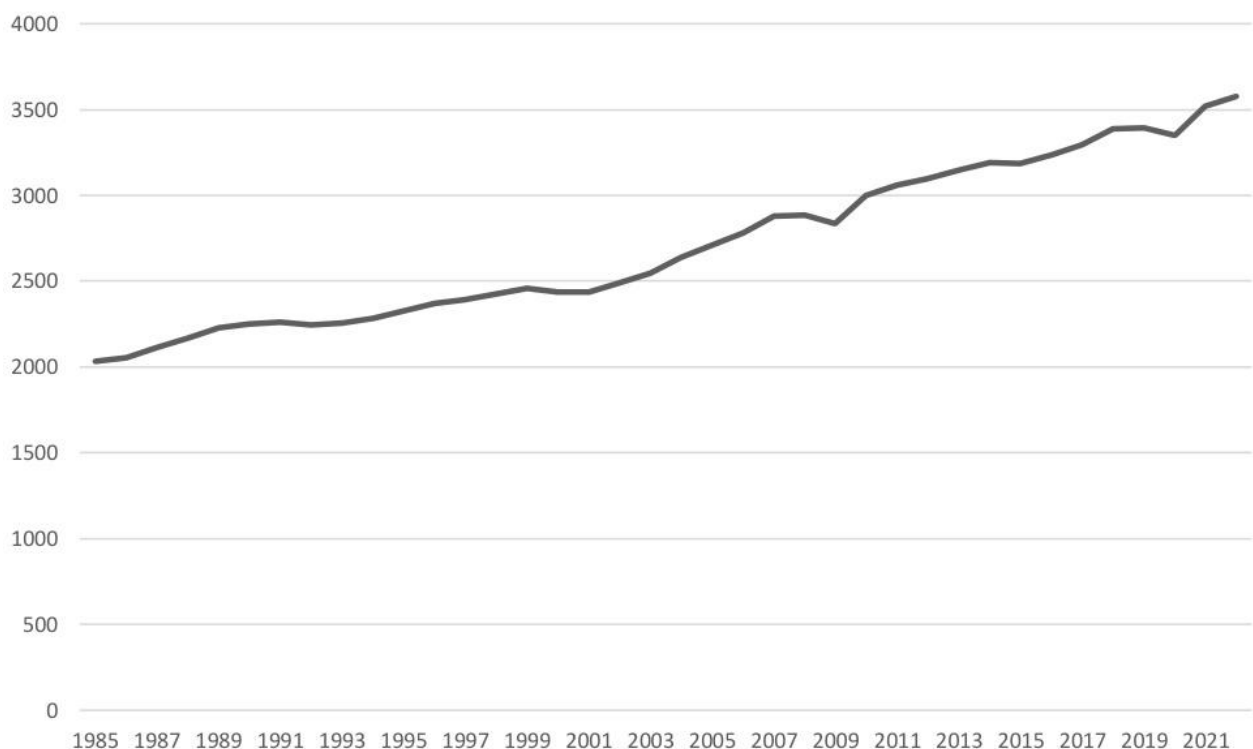


Рис. 2.5. Динаміка світового виробництва електроенергії на душу населення, кВт-

Водень розглядається як стратегічний напрямок глобального енергетичного переходу. ЄС, Японія та Південна Корея активно розвивають водневі коридори та інфраструктуру [21].

### 5. Офшорна енергетика

Офшорні вітрові електростанції демонструють найвищі темпи зростання серед усіх технологій ВДЕ, особливо в ЄС та Китаї [16].

Глобальні екологічні та соціально-економічні наслідки розвитку ВДЕ

Розвиток ВДЕ позитивно впливає на багато сфер суспільного життя:

- значне скорочення викидів CO<sub>2</sub> (до 7 млрд тонн на рік у перспективі 2035 року) [13];

- зменшення забруднення повітря;
- підвищення енергетичної незалежності;
- створення понад 12 млн робочих місць у світі;
- структурна трансформація національних економік.

Проте зростання ВДЕ супроводжується й викликами:

- потреба у модернізації мереж;
- збільшення складності балансування;
- високий попит на рідкісноземельні метали;
- технологічні й логістичні ризики [26].

45

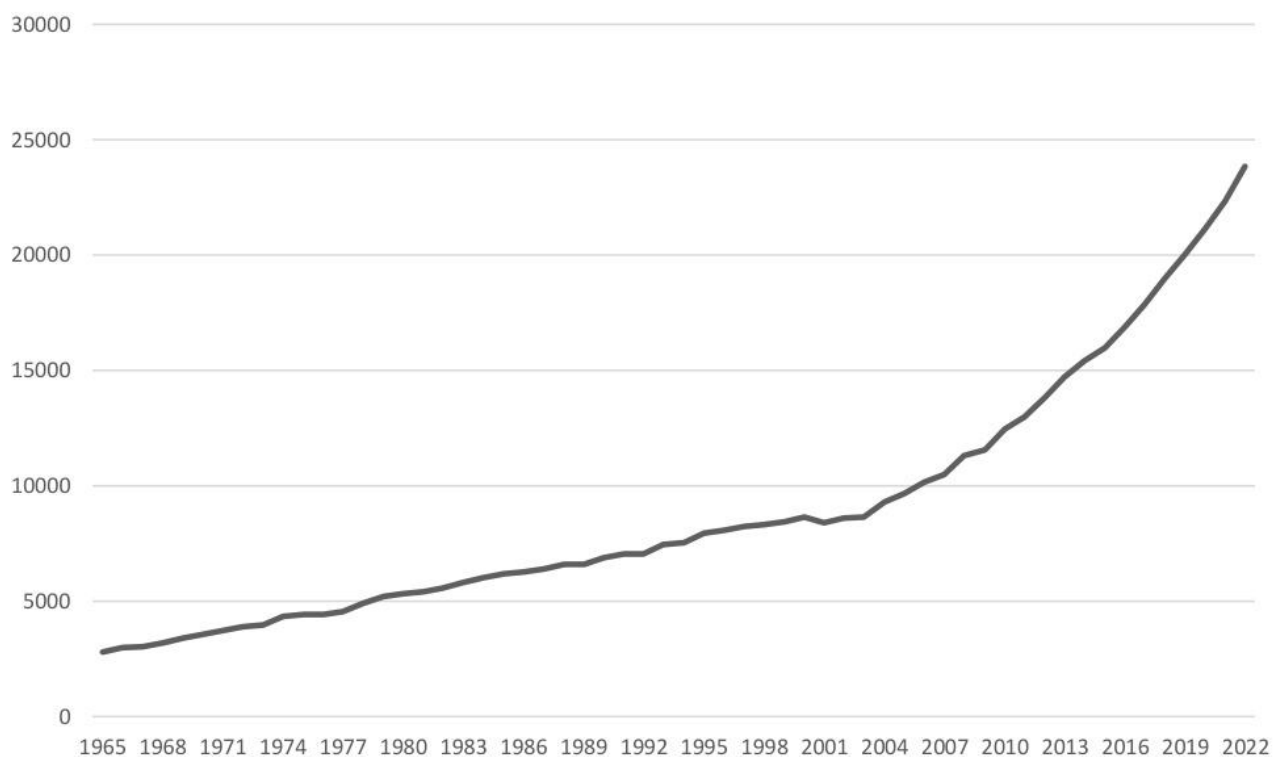


Рис. 2.6. Динаміка обсягів світового використання первинної енергії з

Роль міжнародних організацій у розвитку ВДЕ

Вагома роль у розвитку глобальної відновлюваної енергетики належить таким інституціям:

- IRENA – формує глобальні рекомендації та аналітику [1];
- IEA – розробляє сценарії енергетичного майбутнього;
- UNEP – впроваджує проекти енергетичного переходу;
- ЄС та OECD – розробляють нормативи і стандарти;
- Світовий банк – фінансує масштабні проекти у країнах, що розвиваються [24].

розвиваються [24].

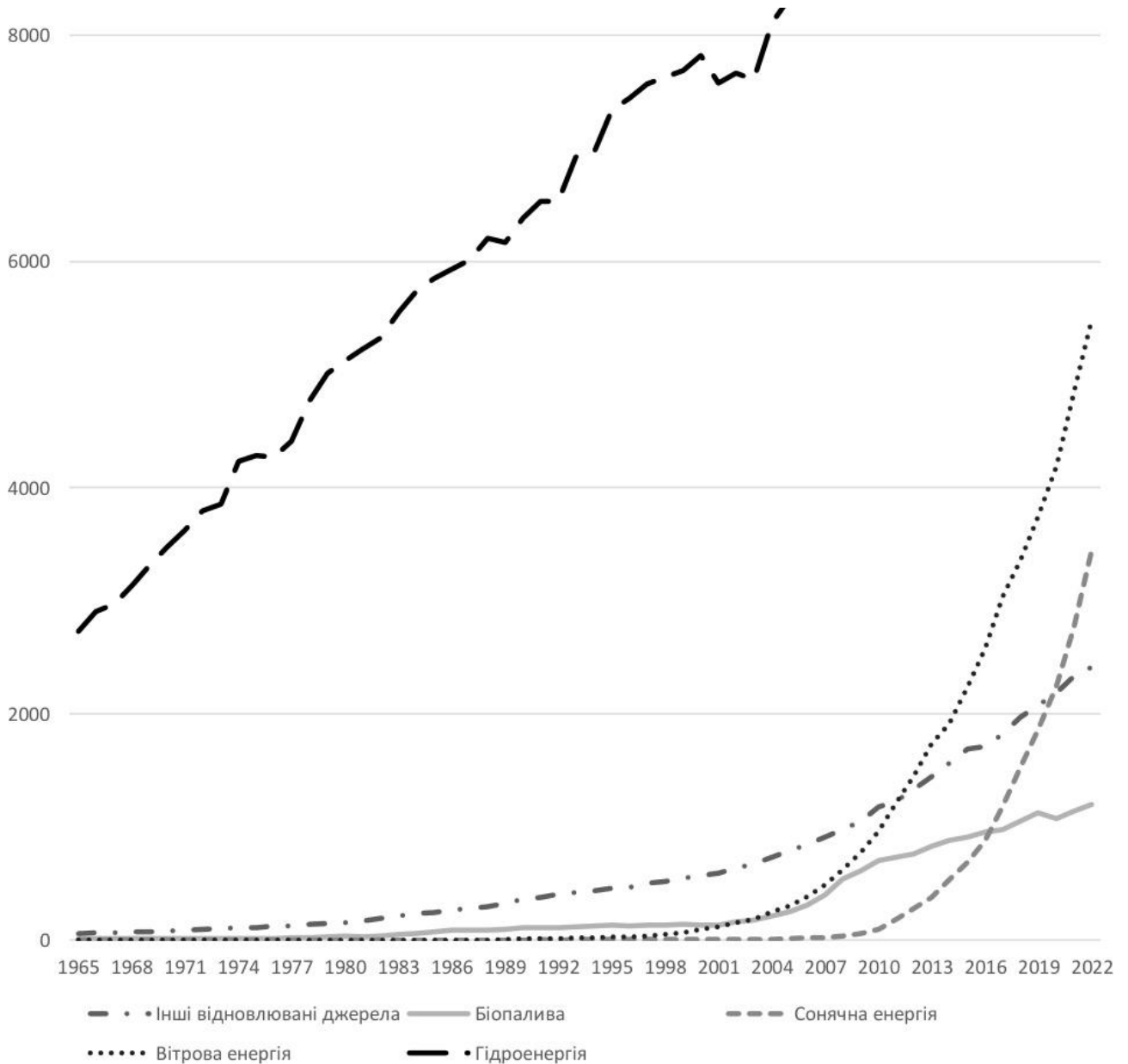


Рис. 2.7. Динаміка обсягів світового використання первинної енергії з окремих

Вплив глобальних тенденцій ВДЕ на Україну

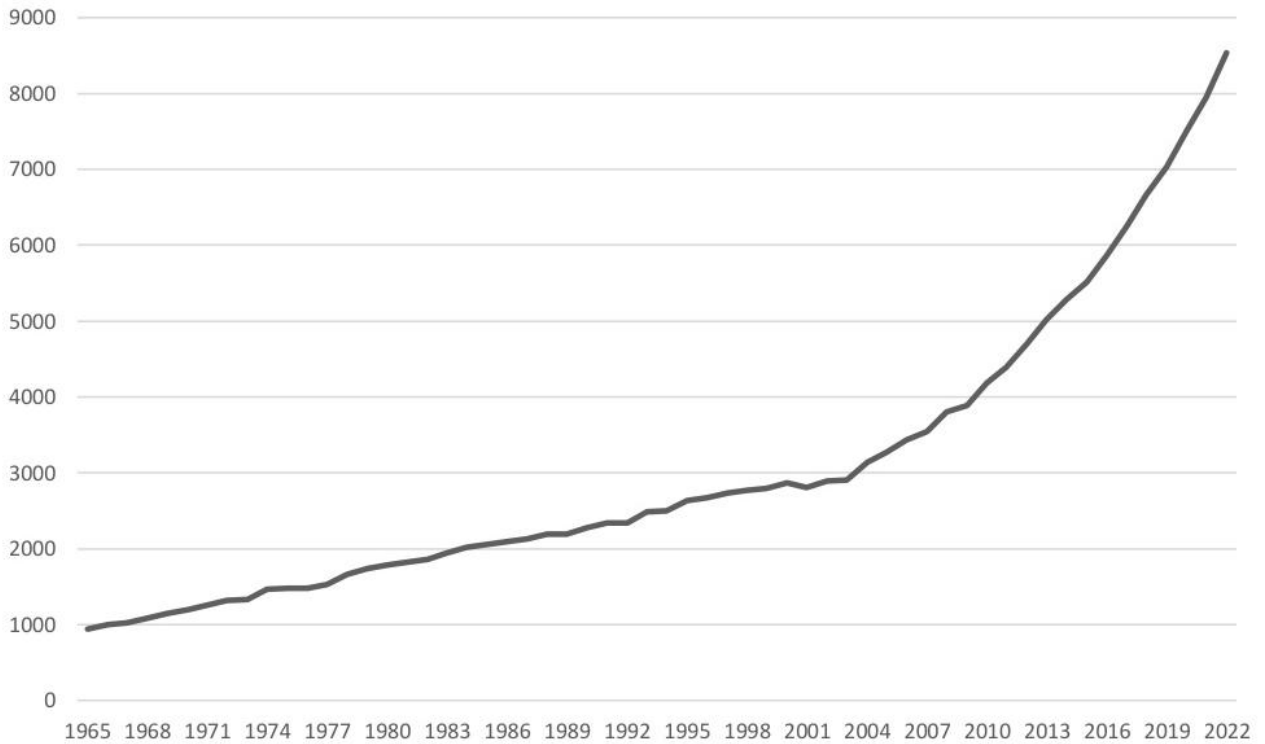


Рис. 2.8. Динаміка обсягів світового виробництва електроенергії з відновлюваних

Україна інтегрується до європейського енергетичного ринку, тому її розвиток ВДЕ залежить від глобальних тенденцій. Найважливіші аспекти для України:

- здешевлення обладнання;
- технологічний трансфер;
- стандарти ЄС;
- доступ до зелених інвестицій;
- розвиток водневого експорту;
- модернізація енергосистеми в контексті відбудови [34].

Україна володіє значним потенціалом у сферах сонячної, біо- та вітрової енергетики (особливо офшорної), що співзвучно світовим трендам.

Аналіз глобальних тенденцій показує, що відновлювана енергетика стала одним із ключових драйверів сучасного економічного та технологічного розвитку. Зростання інвестицій, розвиток інноваційних технологій, екологічні вимоги та зміцнення енергетичної стійкості формують основу глобального енергетичного переходу. Для України ці тенденції створюють нові можливості й

водночас вимагають адаптації національної енергетичної політики до міжнародних стандартів та інституційних практик.

## 2.2 Порівняльна оцінка стану використання ВДЕ в аспекті енергетичної безпеки в розвинених країнах та в Україні

Розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) став одним із основних чинників формування сучасних моделей енергетичної безпеки. У провідних світових економіках впровадження ВДЕ розглядається як стратегічний інструмент зниження залежності від імпорту енергоносіїв, підвищення стійкості енергетичних систем та реалізації кліматичних зобов'язань [14]. У цьому контексті надзвичайно важливим є порівняльне оцінювання розвитку ВДЕ у розвинених країнах та в Україні з метою визначення рівня інтеграції новітніх технологій і їхнього внеску в економічну та енергетичну безпеку держави.

Розвиток відновлюваної енергетики в країнах Європейського Союзу  
Європейський Союз є світовим лідером у впровадженні ВДЕ, що зумовлено реалізацією тривалих стратегічних програм – «Європейського зеленого курсу», «Енергетичного союзу», «Fit for 55» [8]. Середня частка ВДЕ у кінцевому споживанні енергії в ЄС перевищила 22 %, а в електрогенерації становить понад 38 % [17].

Ключові фактори успіху ЄС:

- розвинена нормативно-правова база: Директиви ЄС щодо розвитку ВДЕ, енергоефективності та декарбонізації;
- високий рівень інвестицій у сонячну та вітрову енергетику;
- інтегрованість ринків електроенергії, що забезпечує ефективний перетік між країнами;
- розбудова офшорної вітрової інфраструктури;
- активний розвиток водневих технологій [6].

Більш як третина країн ЄС уже використовує понад 50 % електроенергії з ВДЕ. Наприклад:

- Данія – понад 70 % електроенергії з вітру;

- Австрія – понад 75 % гідроенергетика;
- Німеччина – лідер за сонячною генерацією в Європі [22].

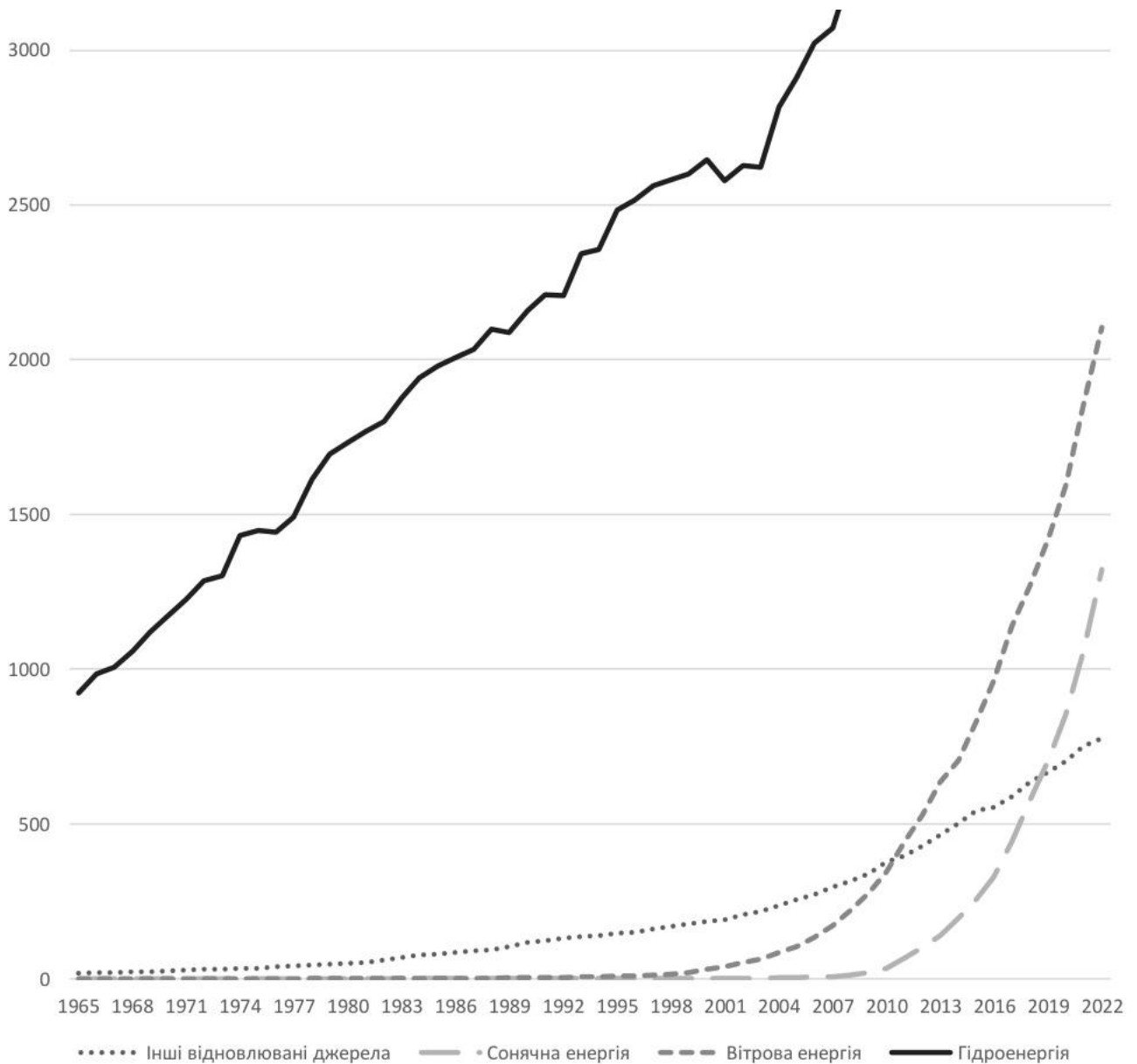


Рис. 2.9. Динаміка обсягів світового виробництва електроенергії з окремих видів

Ці результати демонструють, що ЄС не просто розвиває ВДЕ, а формує на їх основі нову енергетичну систему, орієнтовану на стійкість, децентралізацію та цифровізацію.

США: інноваційна модель розвитку ВДЕ

США демонструють стрімкий розвиток ВДЕ за рахунок державної підтримки, інноваційних технологій та приватного інвестування. До 2023 року

частка ВДЕ в електрогенерації перевищила 23 %, а сонячна енергетика стала найдешевшим джерелом електроенергії за LCOE [11].

Особливості США:

- розвиток ринкових механізмів стимулювання (PPA – Power Purchase Agreements);
- застосування податкових пільг і грантів;
- технологічне лідерство у сфері смарт-мереж та накопичувачів;
- комерційні проекти масштабних сонячних і вітрових ферм [19].

США також є піонерами у використанні цифрових платформ для управління енергосистемою, що суттєво підвищує її гнучкість та безпеку.

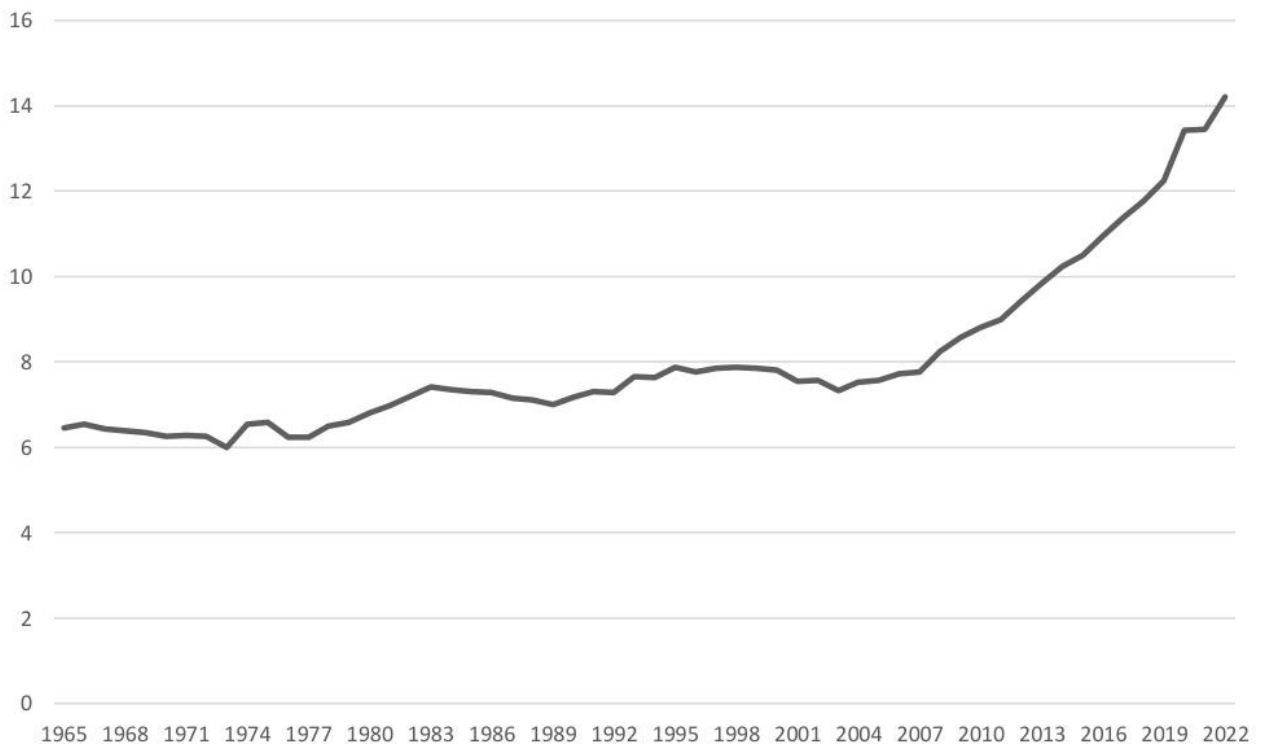


Рис. 2.10. Динаміка частки відновлюваних джерел енергії у загальносвітовому

Китай: глобальний лідер за обсягами впровадження ВДЕ

Китай став найбільшим світовим виробником і споживачем відновлюваної енергії, контролюючи понад 70 % світового ринку сонячних панелей і 50 % – вітрових турбін [21]. Установлені потужності сонячної та вітрової енергетики в Китаї перевищують аналогічні показники будь-якої іншої країни.

Фактори швидкого розвитку:

- державне субсидування;

- стратегія «економічного переходу»;
- локалізація виробництва обладнання;
- масштабні інфраструктурні проекти;
- прагнення скоротити використання вугілля [32].

Китай активно розбудовує «зелені мегаміста», інтегруючи ВДЕ у міську інфраструктуру.

50

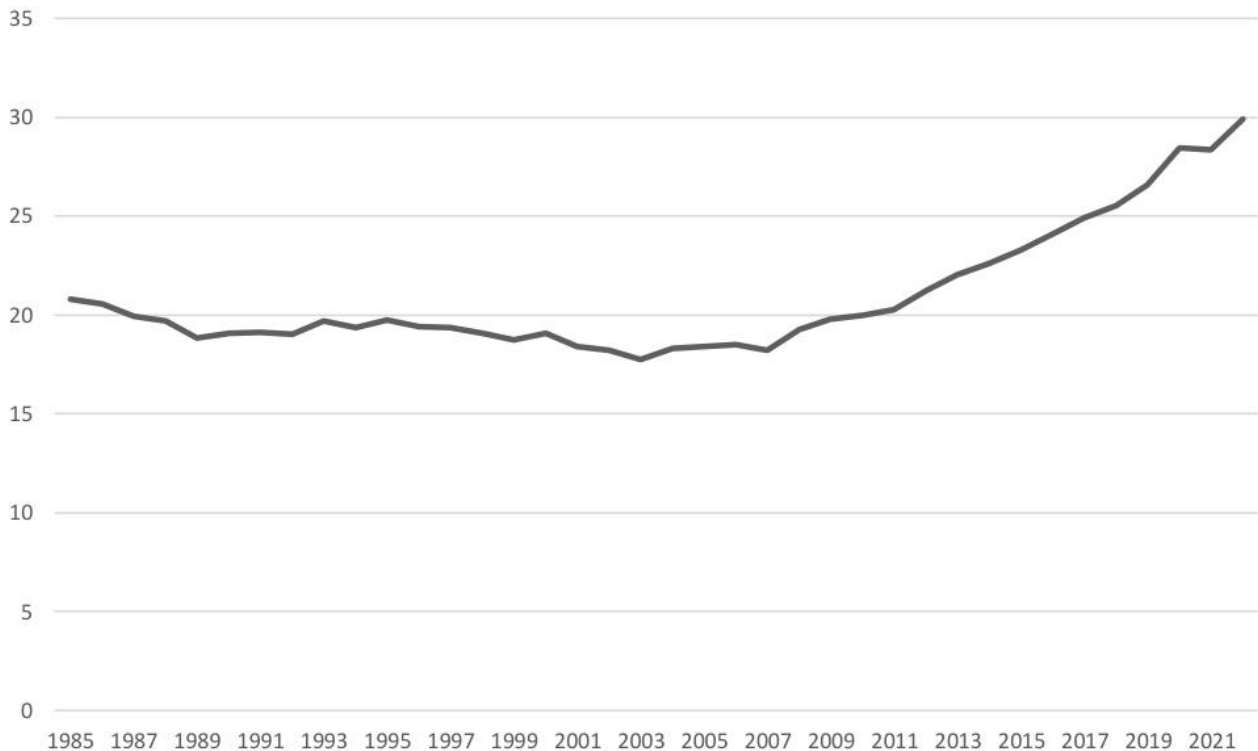


Рис. 2.11. Динаміка частки відновлюваних джерел у світовому виробництві

Японія та Південна Корея: азійська модель переходу до чистої енергії

Ці країни мають обмежені природні ресурси та високу залежність від імпорту енергоносіїв, що стимулює розвиток інновацій у сфері ВДЕ.

Японія:

- лідер з впровадження водневих технологій;
- інвестує у мікромережі та розподілену генерацію;
- активно розвиває офшорну енергетику [33].

Південна Корея:

- реалізує програму «Green New Deal»;
- збільшує частку сонячної генерації;

- формує інфраструктуру відновлюваних транспортних рішень [27].
- 

## Оцінювання розвитку ВДЕ в Україні

Україна має значний потенціал розвитку ВДЕ, що підтверджується природно-кліматичними умовами, вигідним географічним розташуванням та наявністю великих територій, придатних для встановлення сонячних та вітрових установок [5].

## Поточний стан сектору ВДЕ

До 2021 року Україна демонструвала стрімкі темпи розвитку, посідаючи одне з провідних місць у Центрально-Східній Європі за темпами встановлення нових потужностей [13]. Однак через війну, руйнування мереж, часткову окупацію територій та регуляторні труднощі розвиток галузі уповільнився.

## Поточні тенденції:

- домінування сонячної енергетики (понад 60 % встановлених потужностей ВДЕ);
- розвиток біоенергетики як заміника газу;
- швидке зростання приватної розподіленої генерації;
- високий інтерес до офшорної вітрової енергетики у Чорному морі [28].

## Роль ВДЕ для енергетичної безпеки України

### Розвиток ВДЕ дозволяє Україні:

- зменшити залежність від імпортованих енергоносіїв;
- підвищити стійкість енергосистеми до атак і пошкоджень;
- інтегруватися до енергетичного простору ЄС;
- створити передумови для енергетичного відновлення та децентралізації [18].

## Проблеми розвитку ВДЕ в Україні

### Основні виклики:

- значне руйнування інфраструктури через бойові дії;
- регуляторні та тарифні проблеми;
- нестача потужностей для балансування;

- обмежена пропускна здатність мереж;
- потреба у дешевому фінансуванні;
- політичні ризики та інституційна нестабільність [9].

Таблиця 2.1 Порівняльний аналіз з ЄС

Показник	ЄС	Україна
Частка ВДЕ у споживанні	>22 %	~12–15 %
Регуляторна політика	стабільна, довгострокова	нестабільна
Накопичувачі енергії	активно впроваджуються	на ранніх етапах
Мережі	модернізовані	зношені
Інвестиції	високі	недостатні
Воднева стратегія	у активній фазі	на етапі формування

## Вплив розвитку ВДЕ на енергетичну безпеку України

### 1. Децентралізація енергосистеми

ВДЕ забезпечують розподілену генерацію, що зменшує залежність від великих об'єктів, які є вразливими для атак [2].

### 2. Інтеграція з європейською енергосистемою ENTSO-E

Україна вже працює синхронно з енергосистемою ЄС, що відкриває можливості для експорту й імпорту електроенергії та підвищує стабільність енергоринку [30].

### 3. Зменшення імпортозалежності

Біоенергетика здатна повністю замінити до 30 % природного газу в тепловій генерації [15].

### 4. Підвищення екологічної безпеки

ВДЕ сприяють виконанню кліматичних зобов'язань та скорочують шкідливі викиди.

### 5. Стимулювання інновацій

ВДЕ сприяють розвитку національного машинобудування, ІТ-сектору та наукових досліджень.

## Міжнародна підтримка України у сфері ВДЕ

Україна отримує значну підтримку від міжнародних партнерів, що стимулює розвиток галузі:

- Світовий банк фінансує проекти з модернізації мереж;
- ЄБРР інвестує у будівництво сонячних та вітрових станцій;
- ЄС надає грантове фінансування та технічну допомогу;
- USAID підтримує розвиток децентралізованої генерації і зберігання

[16].

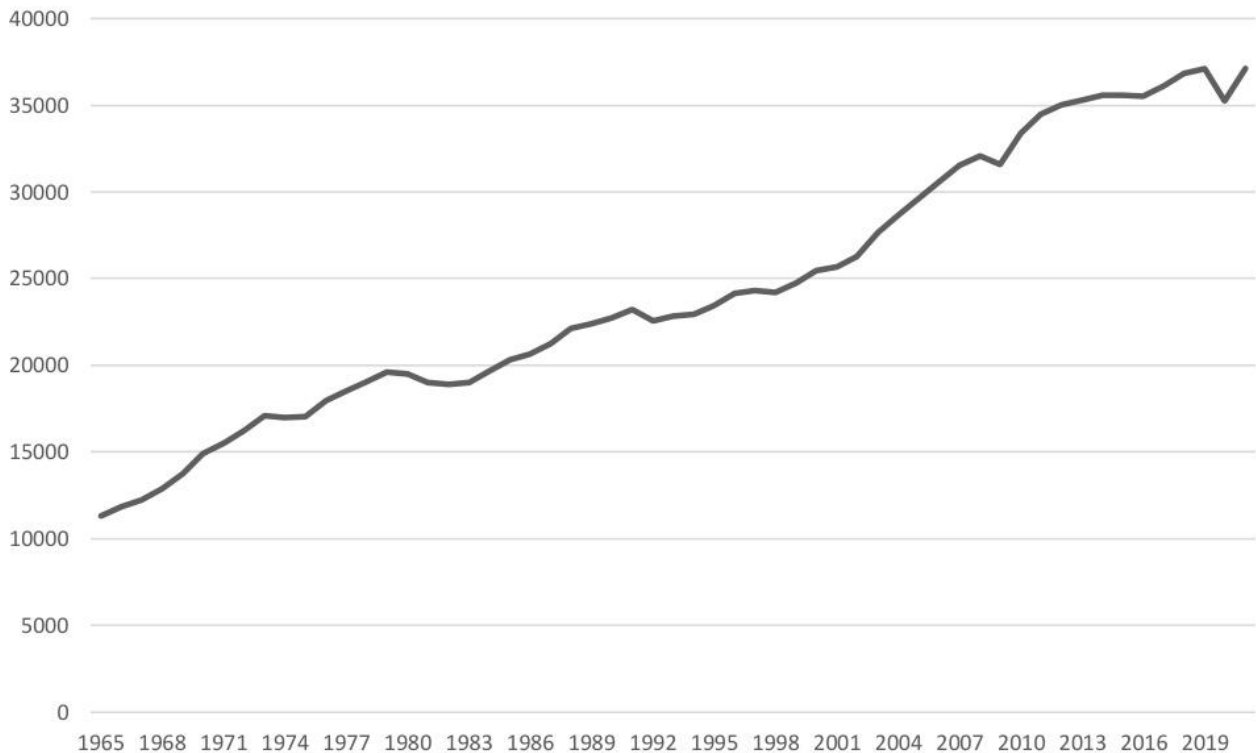


Рис. 2.12. Динаміка обсягів викидів CO<sub>2</sub>, пов'язаних з використанням викопного

### Порівняльні висновки

Порівняльний аналіз показує:

- розвиток ВДЕ у світі є швидким і системним, тоді як в Україні – нерівномірним;
- ключовими чинниками успіху у розвинених країнах є стабільність політики та інновації;
- Україна має значний природний потенціал, але потребує модернізації інфраструктури та стабільного регуляторного середовища;
- розвиток ВДЕ є критичним для енергетичної стійкості в умовах війни та повоєнного відновлення;

- інтеграція до європейського енергетичного ринку має стати платформою для прискореного розвитку галузі [34].
- 

## Висновки до підрозділу 2.2

Розвинені країни світу демонструють високі темпи впровадження відновлювальних джерел енергії, що значно підвищує їхній рівень енергетичної безпеки. У ЄС, США, Китаї та Японії розвиток ВДЕ здійснюється системно, з використанням інноваційних технологій, модернізованої мережевої інфраструктури та стабільної регуляторної політики. Україна, попри наявність потужного потенціалу, стикається з низкою викликів, проте ВДЕ залишаються ключовим інструментом зміцнення національної енергетичної безпеки, особливо в умовах російської агресії. Порівняльний аналіз засвідчує необхідність реформування енергетичної політики, активізації інвестицій та розвитку технологій для успішної інтеграції України до європейського енергетичного простору.

## 2.3. Аналіз ключових чинників, що впливають на розвиток відновлюваної енергетики в провідних державах світу та в Україні

Розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у сучасній глобальній економіці визначається комплексом економічних, політичних, екологічних, технічних та інституційних факторів. Розвинені країни – ЄС, США, Японія, Південна Корея, Канада – демонструють системний та сталий підхід до розвитку ВДЕ, інтегруючи ці технології в національні стратегії енергетичної безпеки. Для України, що перебуває в складних геополітичних умовах та здійснює післявоєнну реконструкцію, аналіз таких факторів є критично важливим для формування ефективної енергетичної політики [14].

Фактори розвитку ВДЕ відрізняються за характером впливу та специфікою національних моделей. Умовно їх можна поділити на економічні, технологічні, політико-правові, екологічні, соціальні та інституційні. Розглянемо кожну групу детально з урахуванням світового досвіду та українських реалій.

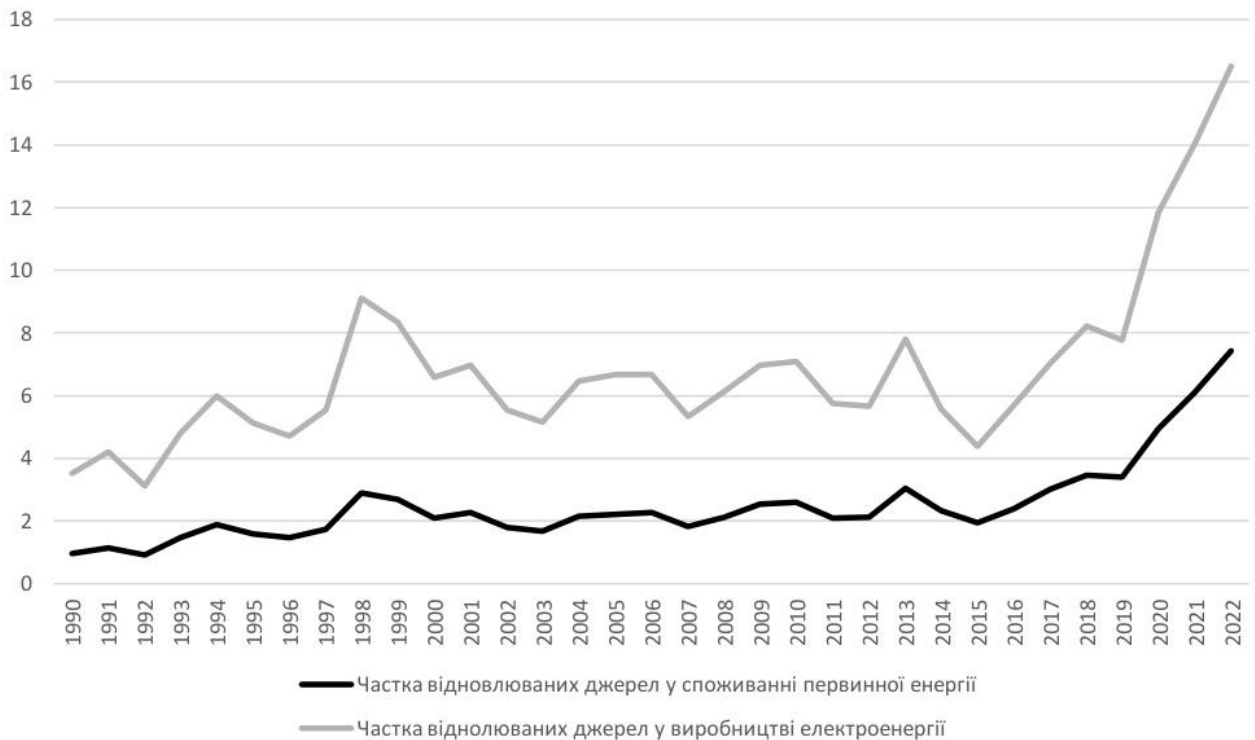


Рис. 2.14. Динаміка частки відновлюваних джерел у споживанні первинної енергії

## Економічні фактори

### 1. Інвестиційний клімат

Розвинені країни характеризуються стабільними фінансовими ринками, низькими ризиками і розвиненими механізмами залучення капіталу, що сприяє активним інвестиціям у ВДЕ [6]. ЄС і США використовують програми субсидій, податкових пільг, пільгового кредитування, механізмів приватно-державного партнерства.

В Україні інвестиційний клімат у сфері ВДЕ був одним із найпривабливіших у Європі до 2020 року, але війна, регуляторні зміни та ризики знецінили приватні інвестиції [22]. Незважаючи на це, галузь продовжує функціонувати завдяки міжнародній підтримці та відновленню інтересу до decentralized energy.

### 2. Собівартість виробництва (LCOE)

У розвинених країнах LCOE сонячної та вітрової генерації є найнижчими у світі завдяки технологічному прогресу та економії на масштабі [18]. Середні показники LCOE:

- сонце – \$20–40/MWh;
- вітер – \$30–60/MWh.

В Україні собівартість є вищою через імпорт обладнання, логістичні витрати, воєнні ризики та дорожчий капітал [33].

### 3. Економічні стимули

У ЄС діють моделі feed-in premium, аукціони, зелені сертифікати, у США – податкові кредити (ІТС/РТС). Це прискорює розвиток ВДЕ.

В Україні feed-in tariff дав значний поштовх розвитку, але його скорочення створило виклики [27].

81

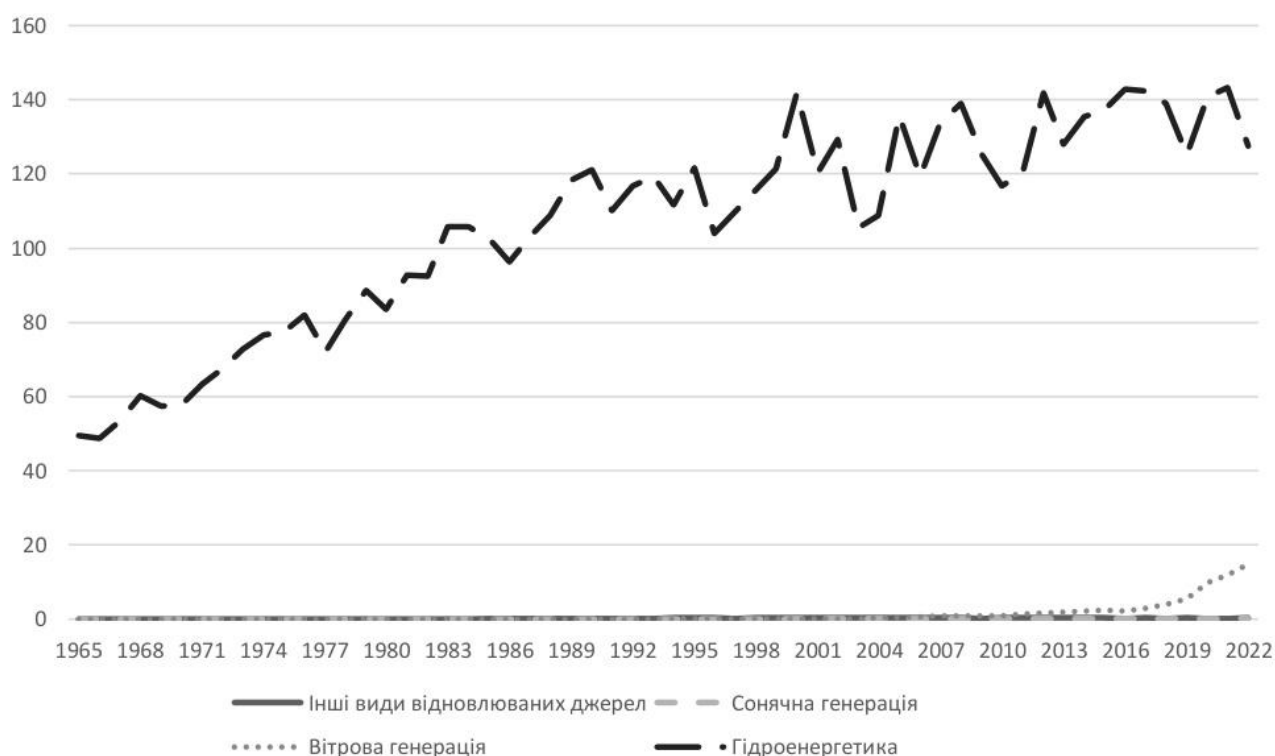


Рис. 2.15. Динаміка обсягів генерації електроенергії з відновлюваних джерел в

### Технологічні фактори

#### 1. Рівень технологічного розвитку

Розвинені країни володіють високотехнологічними виробничими потужностями, розвинутою інженерною інфраструктурою та інноваційною екосистемою, що забезпечує швидке впровадження нових технологій [9].

Україна залежить від імпорту обладнання, хоча має потенціал для локалізації виробництва (солярні панелі, металоконструкції, комплектувальні вітрових турбін) [24].

#### 2. Системи зберігання енергії

У США та ЄС активно впроваджуються grid-scale BESS, водневі накопичувачі, гібридні системи. Це дозволяє згладжувати нерівномірність генерації.

В Україні використання BESS лише починає розвиватися, але перспективи значні завдяки міжнародним інвестиціям [31].

### 3. Мережеві технології та цифровізація

Смарт-мережі, SCADA, системи керування попитом (Demand Response), цифрові близнюки енергосистеми активно впроваджуються у розвинених економіках.

Україна потребує модернізації мережі, зношення якої перевищує 60 % [15].

82

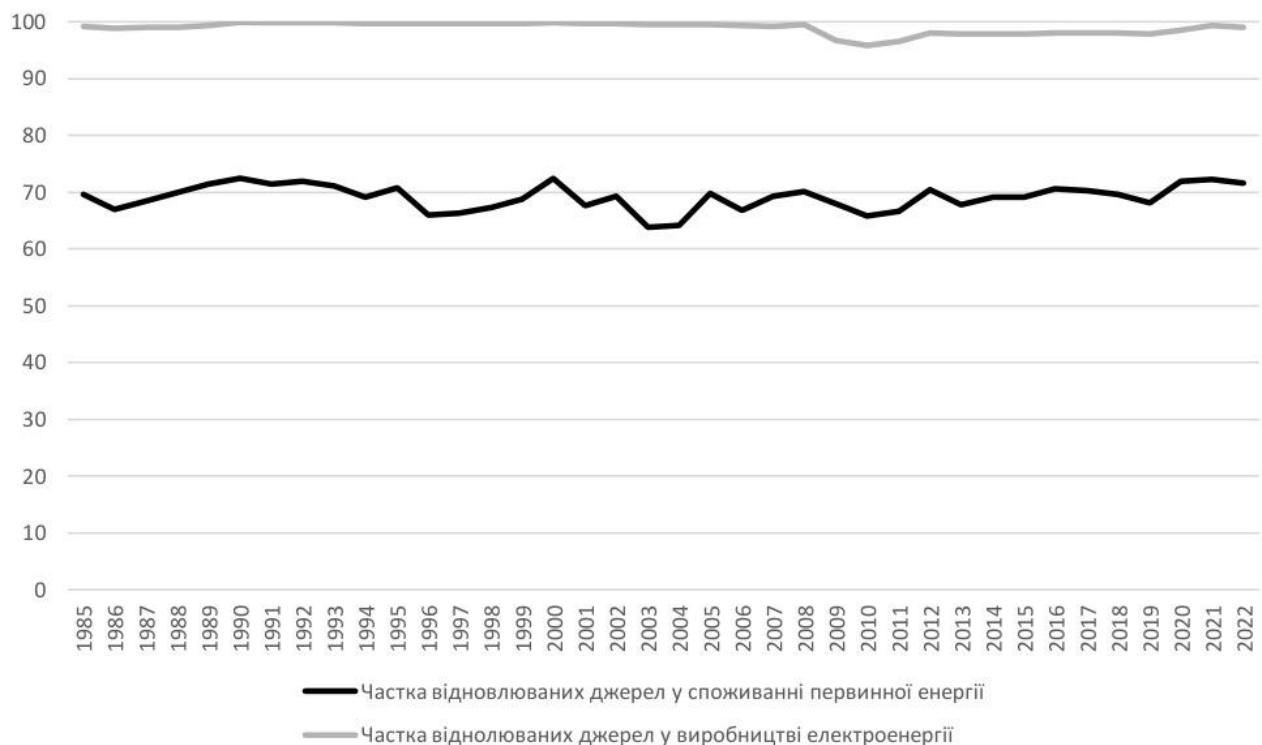


Рис. 2.16. Динаміка частки відновлюваних джерел у споживанні первинної енергії

### Політико-правові фактори

#### 1. Нормативно-правове регулювання

ЄС має найрозвиненіше законодавство у сфері ВДЕ, включно з:

- Директивою 2018/2001/EU;
- Регламентами Fit for 55;
- вимогами зі скорочення викидів [13].

США впроваджують політику через федеральні та штатні програми.

Україна адаптує своє законодавство до норм ЄС, але стикається з проблемами стабільності регуляторного середовища [10].

## 2. Державна політика підтримки

ЄС використовує стратегічне планування, довгострокові дорожні карти. США – стимули для інновацій.

Україна формує політику у воєнних умовах, що ускладнює прогнозування [29].

## 3. Інституційна спроможність

Розвинені країни мають сильні регулятори, незалежні енергетичні агентства та прозорі ринки.

В Україні важливим фактором є реформування НКРЕКП та розвитку конкурентного ринку електроенергії [3].

## Екологічні фактори

### 1. Кліматичні зобов'язання

ЄС, США, Канада та Японія зобов'язалися досягти нульових викидів до 2050 року, що стимулює розвиток ВДЕ [12].

Україна також має такі зобов'язання за Паризькою угодою, а Європейський зелений курс визначає напрям інтеграції [26].

### 2. Екологічні вигоди ВДЕ

- зменшення CO<sub>2</sub>;
- зменшення забруднення повітря;
- зниження витрат на охорону здоров'я;
- зменшення залежності від викопних ресурсів [20].

Україна має значні вигоди від розвитку ВДЕ, оскільки її енергетика характеризується високим рівнем вуглецевості.

## Соціальні фактори

### 1. Створення робочих місць

У розвинених країнах розвиток ВДЕ створює мільйони робочих місць (понад 12 млн у світі) [11].

Для України сектор може стати основою для розвитку високотехнологічних професій.

## 2. Рівень суспільної підтримки

У ЄС рівень підтримки ВДЕ перевищує 75 %, у США – понад 60 %.

В Україні підтримка висока, але знижують довіру проблеми тарифів і регуляторні зміни [7].

## 3. Внесок у регіональний розвиток

ВДЕ особливо важливі для віддалених регіонів, де можливе створення енергетичної автономії.

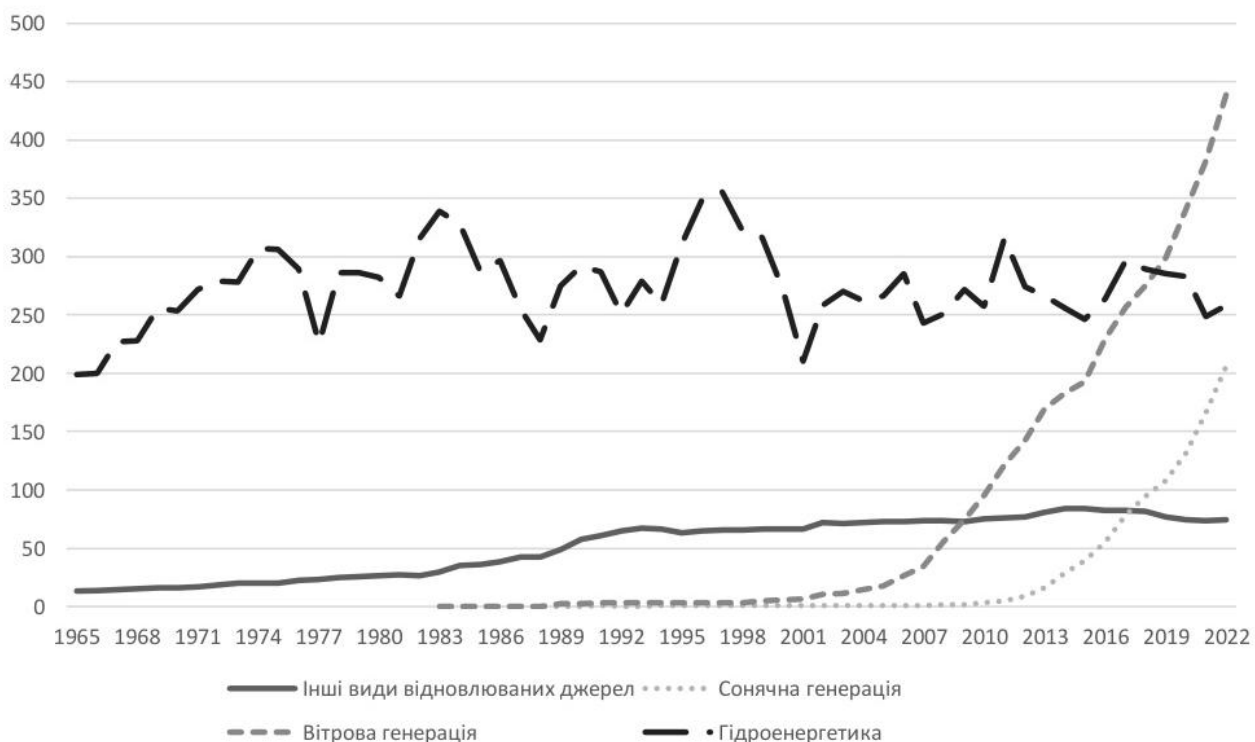


Рис. 2.17. Динаміка обсягів генерації електроенергії з відновлюваних джерел в

## Інституційні фактори

### 1. Якість управління

Розвинені країни мають ефективні енергетичні ринки, стабільні механізми компенсацій, прозорість тарифоутворення.

Україна потребує посилення енергетичного менеджменту, цифровізації регуляторних процесів і боротьби з монополізацією [25].

## 2. Міжнародна інтеграція

ЄС формує спільний енергетичний ринок. Японія, Корея та США активно співпрацюють у сфері інновацій.

Україна має унікальну можливість інтегруватися в ENTSO-E та стати експортером «зеленої» енергії [23].

---

## Фактори розвитку ВДЕ в Україні: специфічні умови воєнного часу

### 1. Руйнування енергетичної інфраструктури

Атаки на ТЕС, ГЕС, ПС зумовлюють потребу у децентралізації генерації [1].

### 2. Високий рівень ризику для інвесторів

Воєнні ризики ускладнюють довгострокові інвестиції, але міжнародні структури (ЄБРР, USAID, ЄІБ) відновлюють фінансування [34].

### 3. Прискорена децентралізація

Місцеві громади впроваджують сонячні станції для критичної інфраструктури.

### 4. Післявоєнна реконструкція

Повномасштабна відбудова енергетики надасть унікальний шанс замінити стару інфраструктуру сучасними технологіями ВДЕ [17].

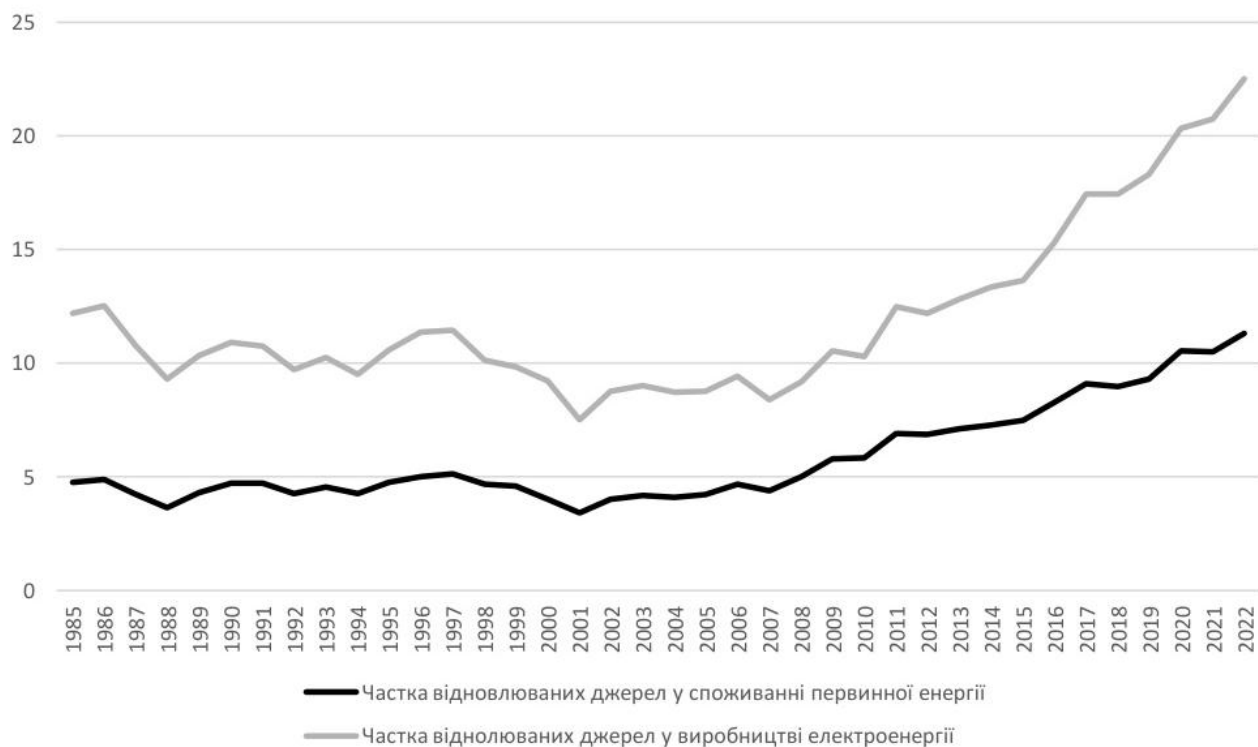


Рис. 2.18. Динаміка частки відновлюваних джерел у споживанні первинної енергії

#### Методика порівняльного оцінювання факторів

Для аналізу використовується багатокритеріальна модель, що включає такі групи індикаторів:

- економічні (CFA, LCOE);
- технічні (рівень цифровізації, BESS-інфраструктура);
- екологічні (CO<sub>2</sub> reduction per MW);
- соціальні (створення робочих місць);
- інституційні (стабільність регулювання) [28].

Порівняння показує, що основний розрив України у сфері:

- інвестиційної привабливості;
- гнучкості енергосистеми;
- рівня інновацій;
- стабільності політики.

Сильні сторони України:

- високий природний потенціал;
- підтримка ЄС;
- готовність до інституційних реформ.

Аналіз факторів розвитку ВДЕ у розвинених країнах і в Україні свідчить, що успіх залежить від взаємодії економічних, технологічних, інституційних та соціальних умов. Розвинені країни демонструють системний, передбачуваний та інноваційний підхід, тоді як Україна стикається з об'єктивними викликами, але має значний потенціал для зростання. В умовах війни та післявоєнної реконструкції роль ВДЕ як інструмента енергетичної безпеки значно посилюється. Для реалізації потенціалу Україна повинна забезпечити реформування регуляторного середовища, модернізацію інфраструктури, розвиток локального виробництва та інтеграцію у європейський енергетичний простір.

## Висновки до розділу 2

Розділ 2 був присвячений комплексному аналізу глобальних тенденцій розвитку відновлюваних джерел енергії та оцінюванню потенціалу їх впровадження в Україні у контексті енергетичної безпеки. У підрозділі 2.1 доведено, що світовий енергетичний сектор переживає масштабну трансформацію, зумовлену кліматичними цілями, технологічними інноваціями та політикою декарбонізації. Лідерами процесу виступають ЄС, США, Китай, Індія та країни Близького Сходу, які системно інвестують у розвиток сонячної, вітрової, гідро- та біоенергетики, активно впроваджують цифрові технології, модернізують енергетичні мережі та розвивають інфраструктуру зберігання енергії.

У підрозділі 2.2 було проведено порівняльне оцінювання розвитку ВДЕ у розвинених країнах і в Україні. Встановлено, що незважаючи на високий природний потенціал та значні досягнення 2017–2021 рр., українська енергетика стикається зі значними викликами, зумовленими війною, регуляторними проблемами, зношеністю інфраструктури та недостатнім рівнем інвестицій. Водночас розвиток ВДЕ є ключовим чинником зміцнення енергетичної стійкості України, підвищення її автономності та інтеграції в енергетичний простір ЄС.

У підрозділі 2.3 здійснено аналіз факторів розвитку ВДЕ, які визначають успіх енергетичної трансформації. Встановлено, що провідні країни опираються на інновації, стабільну політику, ефективні інституції та економічні стимули, тоді як Україні необхідні глибокі структурні та інституційні зміни.

Отже, результати розділу 2 формують аналітичну основу для розробки практичних рекомендацій і стратегічних заходів, що будуть представлені у розділі 3.

## РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСУ СТРАТЕГІЧНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ТА ДИНАМІЧНОГО РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

### 3.1. Побудова прогнозної моделі динаміки впровадження ВДЕ в Україні та глобальному енергетичному просторі

Розробка прогнозних моделей розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є ключовим інструментом формування науково обґрунтованої державної політики, стратегічного планування та визначення довгострокових пріоритетів енергетичного сектору. У глобальному масштабі прогнозування розвитку ВДЕ ґрунтується на інтеграції методів економетричного аналізу, сценарного моделювання, системної динаміки та інструментів багатокритеріальної оптимізації [3]. В умовах зростання кліматичних викликів, війни в Україні, формування нових енергетичних альянсів та структурних зрушень у світовій економіці значення прогнозування розвитку ВДЕ невпинно зростає.

Для України розробка адекватної прогнозної моделі має стратегічний характер. Вона дозволяє:

1. визначити можливі траєкторії розвитку сектору;
2. оцінити вплив інвестицій, технологічних інновацій та регуляторних змін;
3. визначити потреби в модернізації мереж;
4. спрогнозувати вплив розвитку ВДЕ на енергетичну безпеку;
5. оцінити можливості інтеграції у європейський енергетичний простір [8].

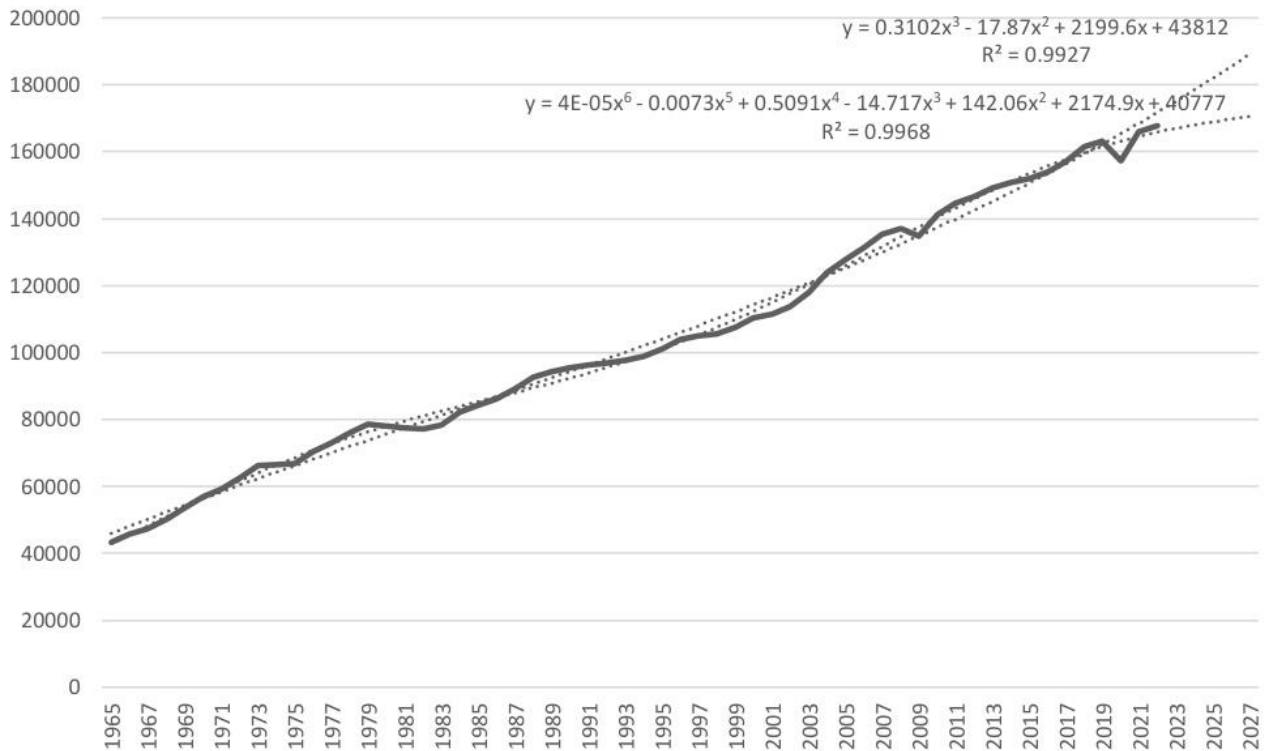


Рис. 3.1. Прогноз обсягів світового споживання первинної енергії до 2027 р., ТВт-  
Концептуальні основи прогнозування розвитку ВДЕ

Методика прогнозування передбачає використання кількох теоретичних підходів:

#### 1. Економетричне прогнозування

Моделі регресійного типу дозволяють оцінювати залежність між обсягами встановлених потужностей ВДЕ та факторами – інвестиційними потоками, цінами на електроенергію, рівнем розвитку технологій, політичними стимулами [17].

Типова форма економетричної моделі:

$$RE_t = \alpha + \beta_1 INV_t + \beta_2 TECH_t + \beta_3 REG_t + \beta_4 PRICE_t + \varepsilon_t$$

де

- $RE_t$  – розвиток ВДЕ у період  $t$ ;
- $INV_t$  – інвестиції;
- $TECH_t$  – технологічний розвиток;
- $REG_t$  – регуляторна активність;
- $PRICE_t$  – ринкова ціна традиційної генерації.

## 2. Сценарне моделювання

Сценарний підхід використовується для врахування невизначеності у зовнішньому середовищі, що особливо актуально для України. Застосовується три основні сценарії:

- Оптимістичний: швидка відбудова інфраструктури, інвестиційний бум, інтеграція з ЄС.
- Базовий: поступове відновлення енергетики, помірні інвестиції, стабілізація ринку.
- Кризовий: складні зовнішні умови, обмежені інвестиції та повільний розвиток.

94

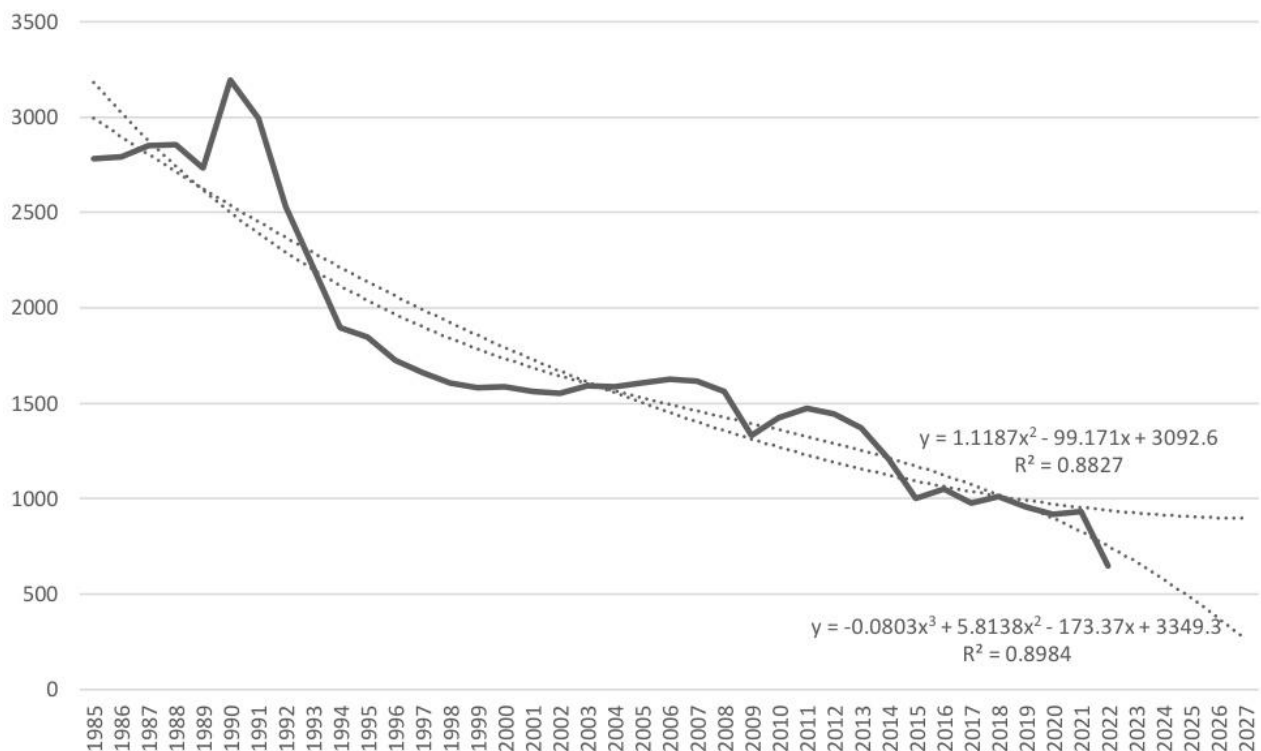


Рис. 3.2. Прогноз обсягів споживання первинної енергії в Україні до 2027 р., ТВт-

Такий підхід широко застосовується у прогнозах ІЕА, ІRENA та Європейської комісії [22].

## 3. Моделі системної динаміки (System Dynamics)

Ці моделі враховують взаємодію факторів у складних енергетичних системах. Вони описують цикли попиту, пропозиції, тарифів, інвестицій та технологій [13].

#### 4. Моделі оптимізаційного типу

Застосовуються для визначення оптимальної структури енергобалансу з мінімальними витратами або максимальним рівнем стійкості. Використовують методи лінійного, нелінійного та динамічного програмування [27].

#### 5. Інтегральне оцінювання

Прогнозний індикатор розвитку ВДЕ формується як зважений індекс:

$$I_{RE}(t) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot X_{i,t}$$

де  $X_{i,t}$  – нормалізовані показники,  $w_i$  – вагові коефіцієнти [16].

#### Прогнозна модель світового розвитку ВДЕ

Спираючись на дані IEA та IRENA, прогноз до 2035 року базується на таких припущеннях:

- щорічне зростання встановлених потужностей сонячної енергетики – 12–18 %;
- розвиток вітрової енергетики – 7–10 %;
- стабільне збільшення ролі накопичувальних систем;
- розбудова офшорної інфраструктури;
- довгострокове скорочення частки викопних ресурсів до 30–40 % у глобальному балансі [25].

Таблиця 3.1 - Світові прогнозні показники (умовна модель)

Рік	ВДЕ у світовій генерації	Сонячна енергетика	Вітрова енергетика
2023	30 %	15 %	9 %
2030	42–48 %	22–27 %	15–18 %
2035	50–60 %	30–35 %	20–25 %

Прогноз показує, що ВДЕ стануть домінуючим джерелом електроенергії в світі.

## Прогнозна модель розвитку ВДЕ в Україні

Розробка прогнозної моделі розвитку ВДЕ в Україні враховує декілька груп факторів:

- стан енергетичної інфраструктури;
- рівень інвестицій та міжнародної допомоги;
- темпи відбудови;
- адаптацію до стандартів ЄС;
- розвиток технологій;
- рівень інтеграції з ENTSO-E [1].

### Основні припущення для української моделі

1. Відбудова мереж здійснюватиметься поступово, з акцентом на:
  - цифровізацію;
  - розподілену генерацію;
  - створення мікромереж критичної інфраструктури.
2. Інтерес міжнародних фінансових інституцій зростатиме після стабілізації економіки.
3. Воднева стратегія ЄС сприятиме розвитку української "зеленої" генерації для експорту [30].
4. Децентралізація стане ключовим драйвером галузі.

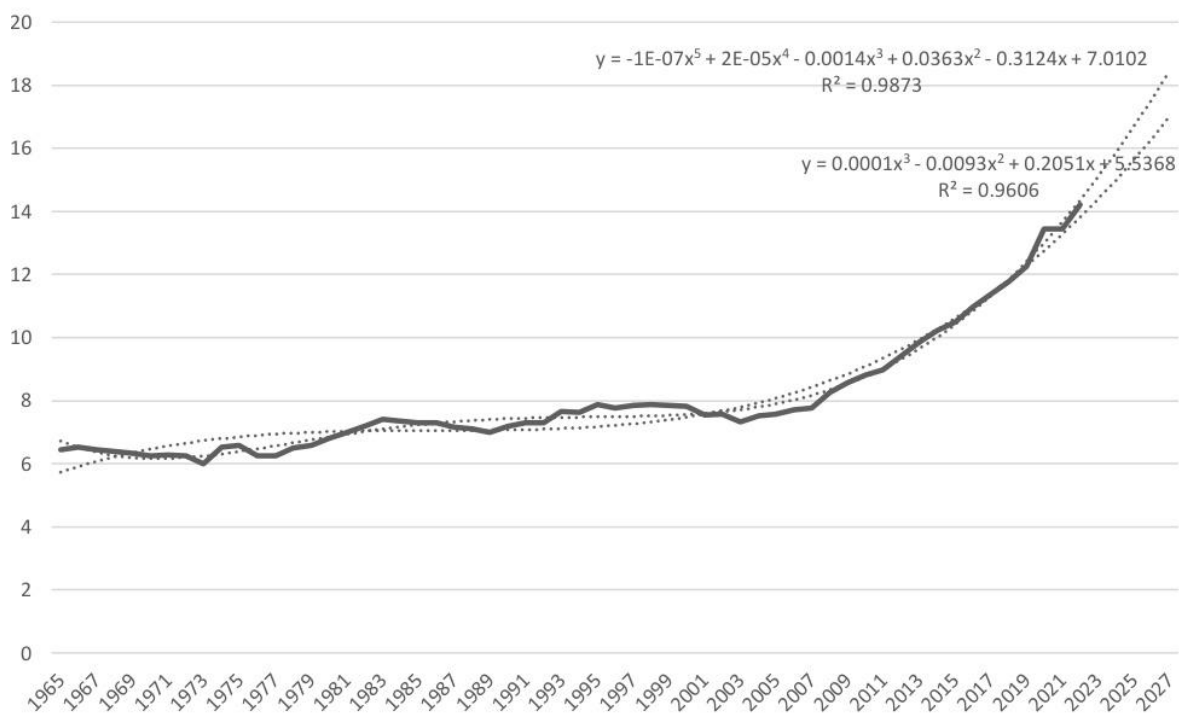


Рис. 3.3. Прогноз частки відновлюваних джерел енергії у світовому споживанні

Сценарне прогнозування розвитку ВДЕ в Україні до 2035 року

Нижче наведена умовна модель, що включає три сценарії.

#### 1. Оптимістичний сценарій

- швидка реконструкція мереж;
- масштабні інвестиції ЄС та міжнародних інституцій;
- розвиток офшорної вітрової енергетики;
- зростання потужностей BESS на 2–3 ГВт;
- експорт "зеленої" енергії.

Прогнозні частки ВДЕ:

- 2030: 32–38 %
- 2035: 45–55 %

#### 2. Базовий сценарій

- помірне зростання інвестицій;
- реконструкція мереж у ключових регіонах;
- стабільне зростання приватної генерації.

Прогнозні частки ВДЕ:

- 2030: 24–28 %

- 2035: 35–42 %

### 3. Кризовий сценарій

- повільна відбудова;
- нестабільність ринку;
- обмежені інвестиції.

Прогнозні частки ВДЕ:

- 2030: 15–18 %
- 2035: 20–25 %

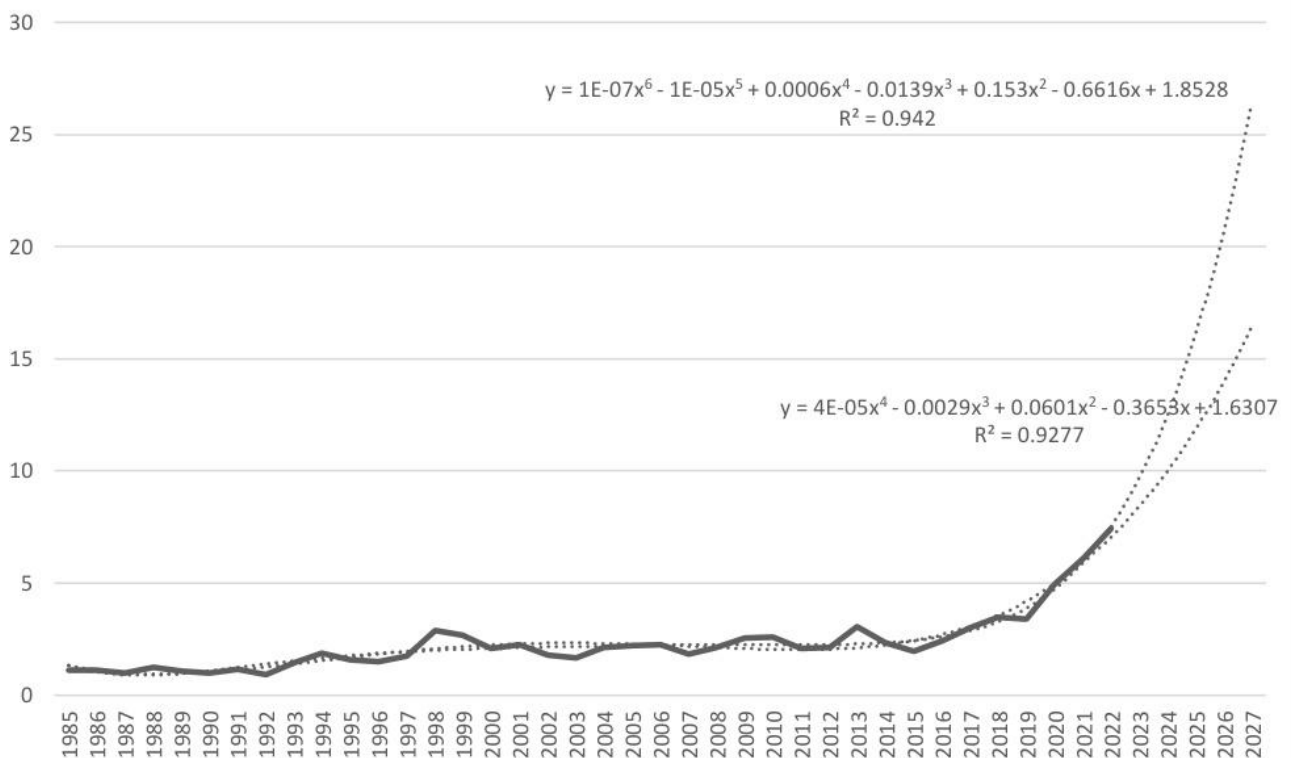


Рис. 3.4. Прогноз частки відновлюваних джерел енергії у споживанні первинної

Оцінювання впливу прогнозних моделей на енергетичну безпеку

#### 1. Стійкість енергосистеми

ВДЕ підвищують гнучкість, зменшують залежність від великих генеруючих об'єктів, знижують ризики блекаутів [33].

#### 2. Диверсифікація

Зростання частки ВДЕ зменшує залежність від викопних імпортованих ресурсів, що особливо важливо в умовах війни.

#### 3. Міжнародна інтеграція

Прогнозна модель показує, що Україна може стати учасником європейського водневого коридору, експортером електроенергії до ЄС та партнером Євросоюзу у розвитку чистої енергетики [19].

#### 4. Економічні переваги

97

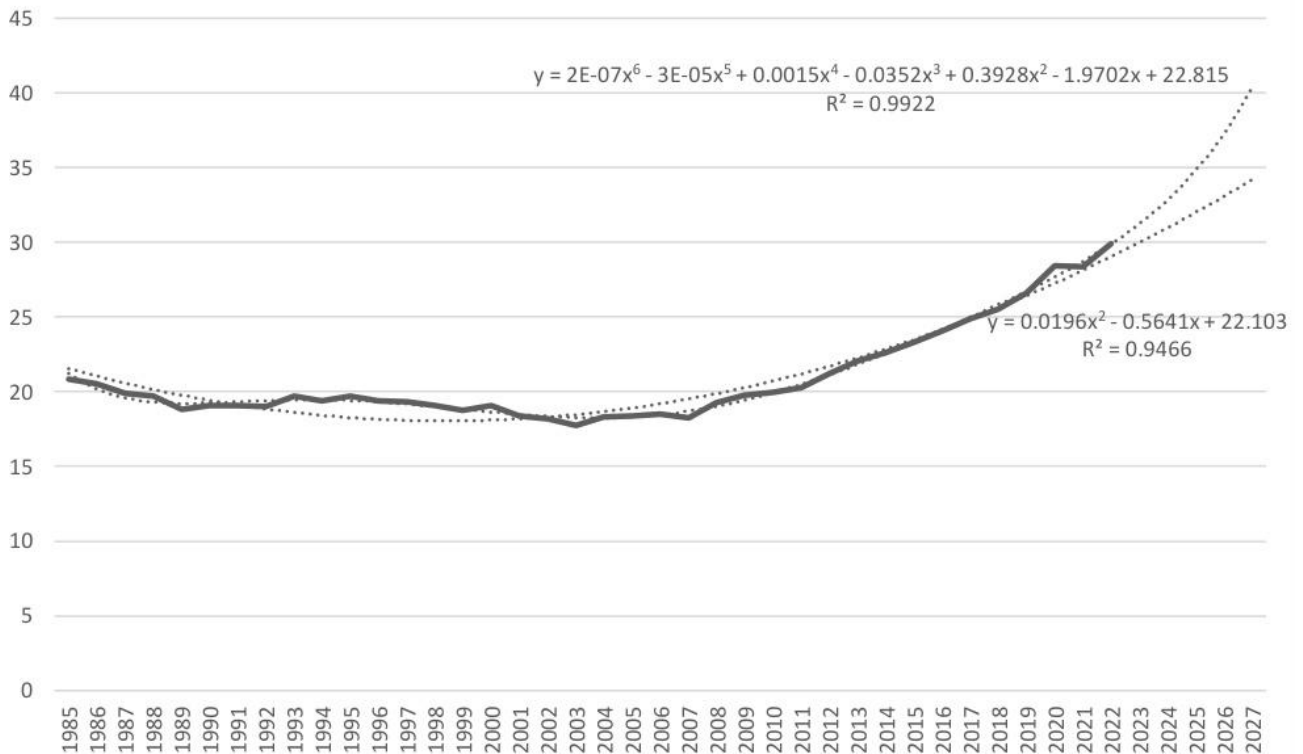


Рис. 3.5. Прогноз частки відновлюваних джерел енергії у світовому виробництві

ВДЕ => нові виробничі ланцюги, локалізація заводів, створення робочих місць, інноваційні кластери.

#### Модель інтегральної оцінки розвитку ВДЕ в Україні

Для інтегрального прогнозного індексу використовуються групи показників:

- інвестиційні;
- інноваційні;
- інфраструктурні;
- екологічні;
- соціальні;
- інституційні [23].

Умовна формула:

$$I_{UA}(2035) = 0.25I_{INV} + 0.20I_{TECH} + 0.15I_{ECO} + 0.15I_{SOC} + 0.25I_{INST}$$

Оптимістичний сценарій: 0.78–0.85

Базовий: 0.55–0.65

Кризовий: 0.35–0.45

Це засвідчує, що успішна реалізація стратегії ВДЕ здатна суттєво підвищити енергетичну безпеку України.

Розробка прогнозної моделі розвитку ВДЕ дає змогу оцінити можливі траєкторії трансформації енергетичного сектору України та світу. Застосування економетричних моделей, сценарного моделювання та системної динаміки дозволяє формувати якісні аналітичні оцінки, необхідні для стратегічного планування. Україна має великі перспективи нарощування частки ВДЕ, але реалізація потенціалу залежить від умов відбудови, інвестиційного середовища, модернізації мереж та ефективності регуляторних реформ. Світові тенденції підтверджують, що ВДЕ стануть домінуючим джерелом енергії у найближчі десятиліття, а Україна – важливим елементом європейської енергетичної системи.

3.2. Розроблення стратегічних напрямів розвитку відновлюваної енергетики України в умовах поглиблення європейської інтеграції та зміцнення енергетичної безпеки

Розробка стратегії розвитку галузі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) є одним із ключових елементів модернізації українського енергетичного сектору та його адаптації до стандартів Європейського Союзу. У сучасних умовах євроінтеграційного курсу, геополітичних викликів та масштабних руйнувань енергетичної інфраструктури формування стратегічної моделі розвитку ВДЕ набуває пріоритетного значення. Стратегія має бути орієнтована не лише на відновлення довоєнних показників, а на побудову fundamentally нової, стійкої, децентралізованої та інноваційної енергетичної системи [4].

Втім, розробка такої стратегії потребує комплексного підходу, що поєднує інституційні реформи, розвиток інфраструктури, стимулювання інновацій, залучення інвестицій та інтеграцію до європейського енергетичного простору. У цьому підрозділі розглянуто основні інструменти, механізми та напрями формування стратегічної політики України у сфері ВДЕ.

98

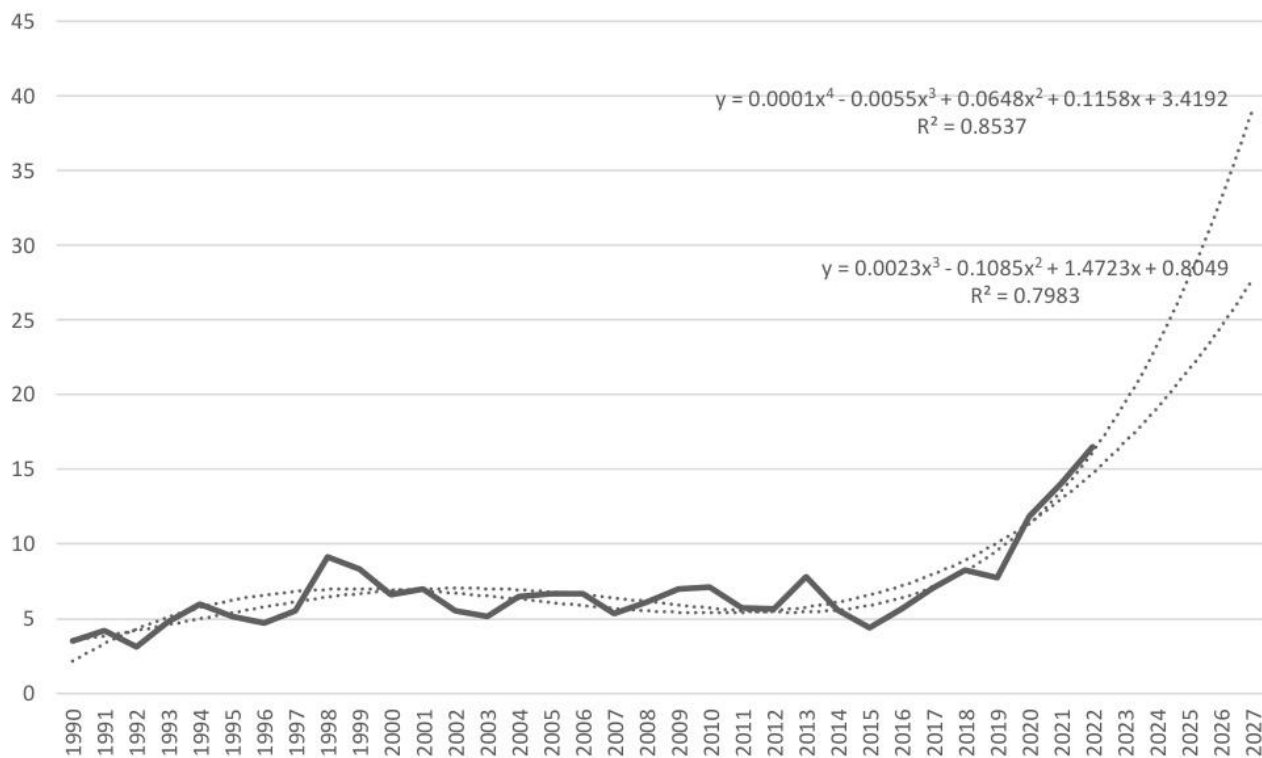


Рис. 3.6. Прогноз частки відновлюваних джерел енергії у виробництві

## 1. Теоретико-методичні основи стратегічного планування розвитку ВДЕ

Стратегічне планування розвитку ВДЕ ґрунтується на таких концептуальних підходах:

### 1.1. Підхід сталого розвитку

Він передбачає баланс між енергетичною, економічною та екологічною безпекою. ВДЕ виступають інструментом:

- зменшення залежності від імпорту енергоносіїв;
- скорочення викидів CO<sub>2</sub>;
- модернізації економіки;
- створення нових ринків та робочих місць [6].

### 1.2. Євроінтеграційний підхід

Стратегія має відповідати:

- Європейському зеленому курсу;
- Директиві ЄС 2018/2001/EU;
- пакету Fit for 55;
- Стратегії ЄС з енергетичної безпеки;
- вимогам інтеграції до ENTSO-E [11].

### 1.3. Підхід енергетичної стійкості

Передбачає створення децентралізованих систем генерації та накопичення енергії, здатних забезпечити автономність регіонів у кризові періоди [8].

### 1.4. Інноваційний підхід

Включає розвиток:

- смарт-мереж;
- систем зберігання енергії;
- водневих технологій;
- цифрових платформ;
- "розумних" електромереж з використанням AI [23].

99

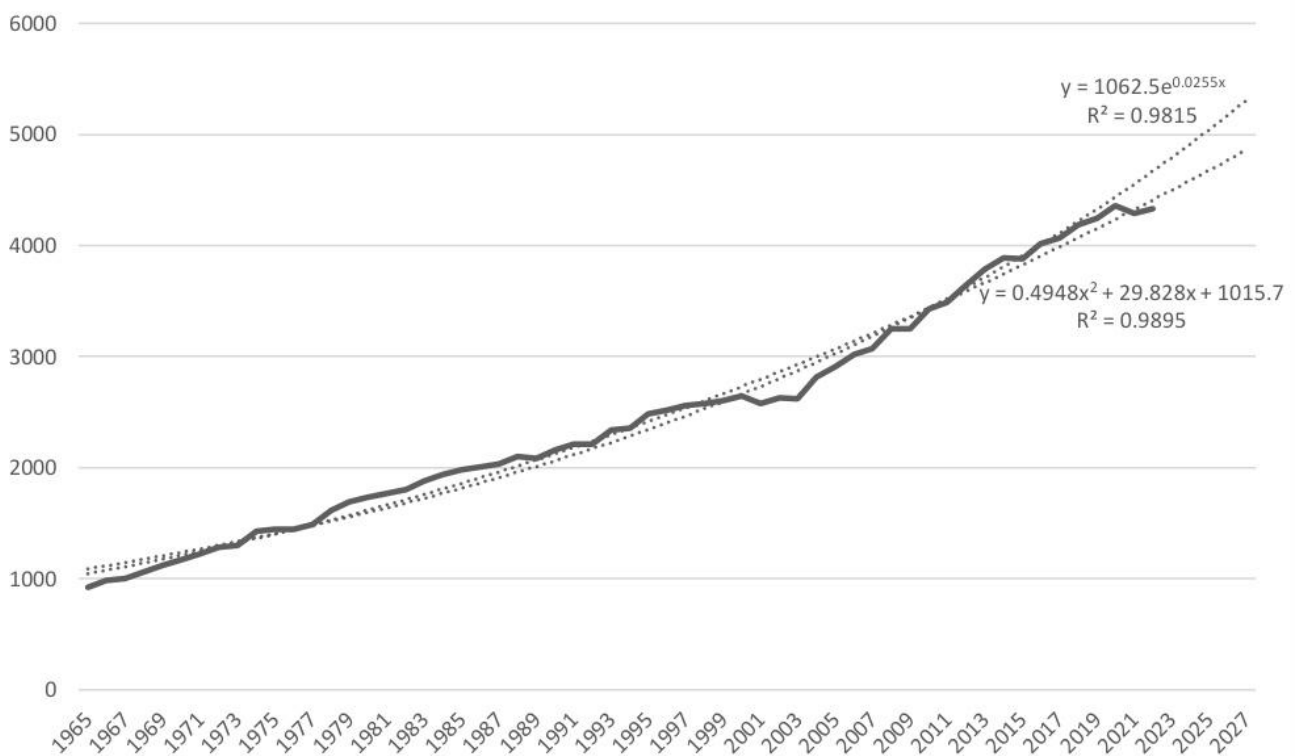


Рис. 3.7. Прогноз обсягів світового виробництва електроенергії з енергії води до

## 2. Стратегічні пріоритети та цілі розвитку ВДЕ в Україні

На основі аналізу міжнародного досвіду та українських реалій можна сформулювати кілька стратегічних цілей.

#### 2.1. Підвищення частки ВДЕ у виробництві електроенергії

Відповідно до європейських стандартів Україна має досягти:

- 30–35 % ВДЕ до 2030 року (базовий сценарій);
- 45–55 % – до 2035 року (оптимістичний сценарій) [14].

#### 2.2. Модернізація та цифровізація енергетичної інфраструктури

Передбачає:

- створення інтелектуальних мереж;
- впровадження smart metering;
- систем диспетчеризації на основі AI;
- зниження втрат у мережах [18].

#### 2.3. Розвиток децентралізованої генерації

Основні напрями:

- сонячні станції для громад;
- мікромережі критичної інфраструктури;
- енергетична автономія лікарень, водоканалів та військових об'єктів

[15].

#### 2.4. Зміцнення енергетичної безпеки та стійкості до атак

ВДЕ зменшують залежність від великих електростанцій, які є мішенями для атак.

Децентралізація = вища стійкість [1].

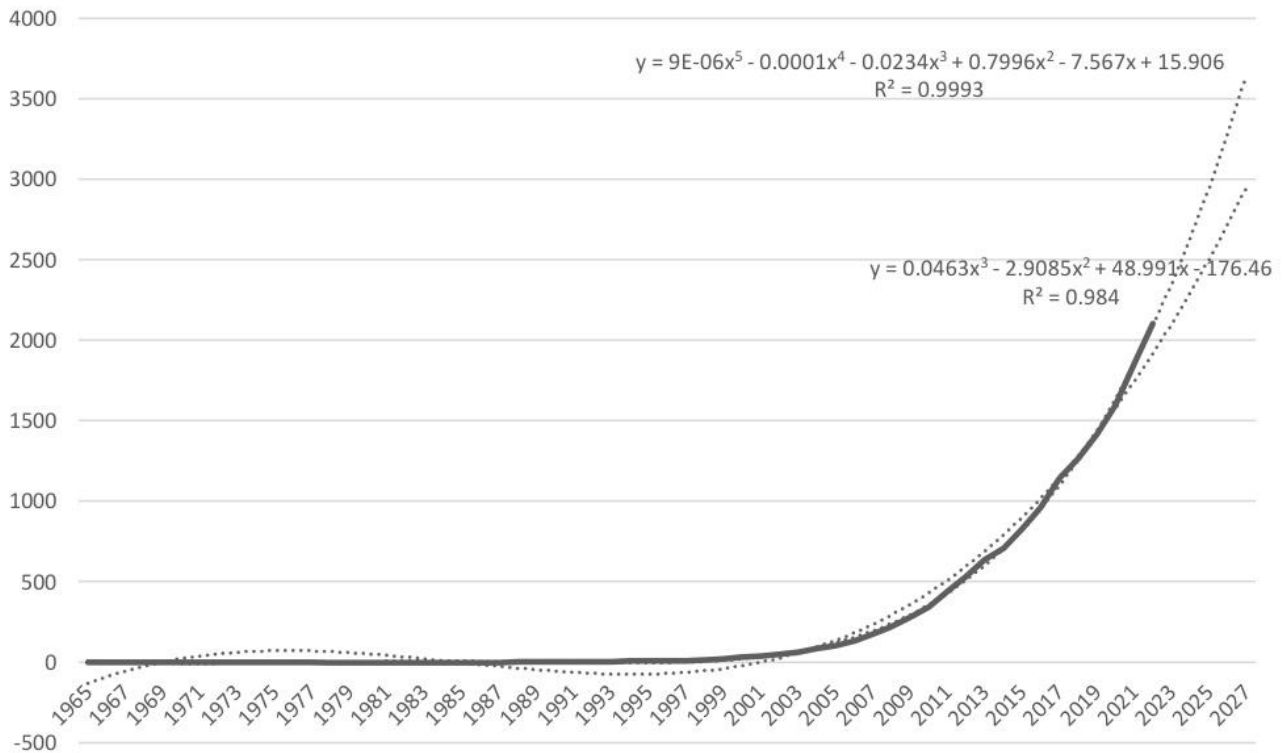


Рис. 3.8. Прогноз обсягів світового виробництва електроенергії з енергії вітру до

## 2.5. Інтеграція до європейських енергетичних ринків

Україна повинна:

- завершити інтеграцію у ринок ЄС day-ahead і intraday;
- розвивати спільні мережеві інтерконектори;
- стати учасником водневих коридорів ЄС [28].

## 3. Інституційні механізми реалізації стратегії

### 3.1. Реформування регуляторної системи

Ключові напрямки:

- стабільність тарифної політики;
- прозорість ринку електроенергії;
- зниження регуляторних ризиків;
- імплементація директив ЄС [9].

### 3.2. Підвищення інституційної спроможності держави

Необхідні:

- посилення ролі НКРЕКП;
- створення Енергетичного агентства розвитку ВДЕ;

- цифровізація регуляторних процесів [26].

### 3.3. Державно-приватне партнерство

Використовується для:

- будівництва мереж;
- створення потужностей BESS;
- розвитку водневих виробництв;
- модернізації ГЕС [37].

101

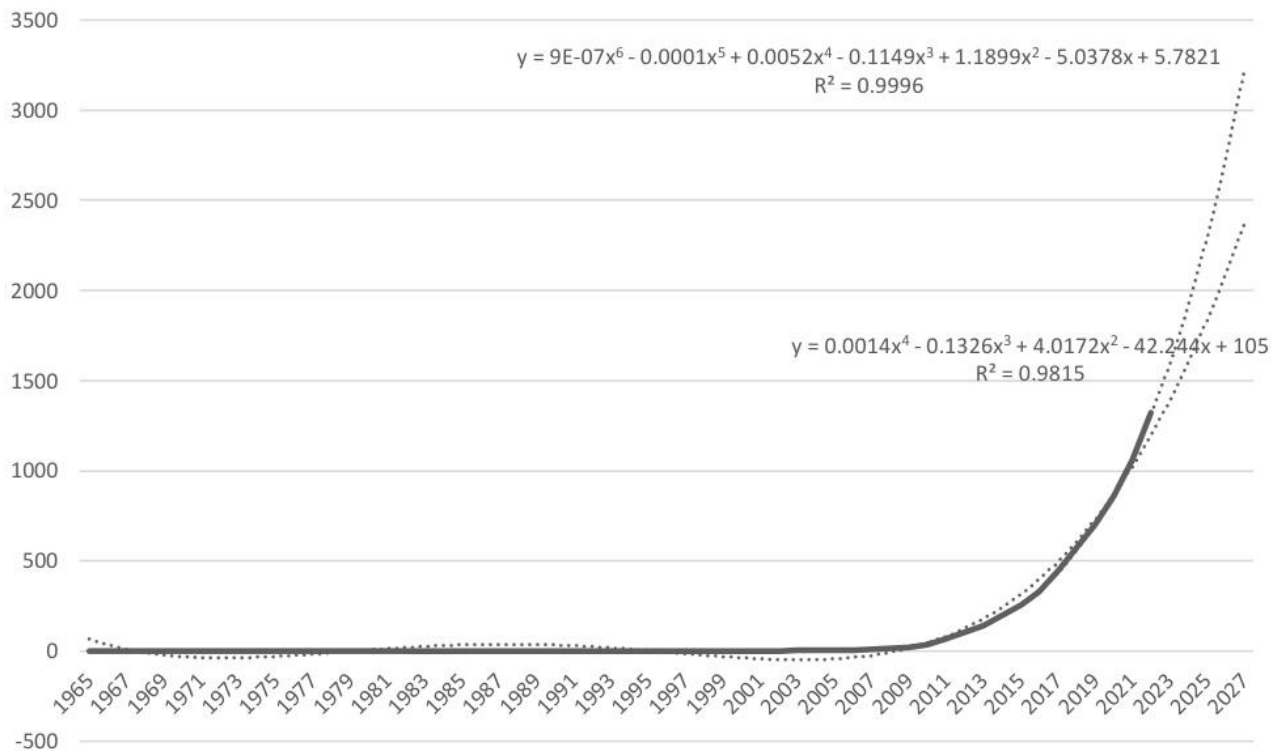


Рис. 3.9. Прогноз обсягів світового виробництва електроенергії з сонячної енергії

## 4. Фінансово-інвестиційні інструменти реалізації стратегії

### 4.1. Залучення міжнародних інвестицій

Стратегія має включати:

- програми ЄБРР, ЄІБ, Світового банку;
- грантові програми ЄС;
- розвиток механізму Guarantee Facility для страхування воєнних

ризиків [30].

### 4.2. Внутрішні фінансові механізми

- "зелені" облігації;
- кредитні лінії для домогосподарств;

- стимулювання корпоративної генерації;
- локалізація виробництва обладнання [20].

#### 4.3. Аукціони для ВДЕ

Вони забезпечують конкурентне ціноутворення та прогнозованість ринку [10].

---

### 5. Технологічні стратегії розвитку ВДЕ

#### 5.1. Сонячна енергетика

Україна має потенціал для встановлення > 40 ГВт сонячних станцій.

Стратегія передбачає:

- розвиток великих СЕС;
- впровадження агровольтаїки;
- розвиток дахової генерації;
- локалізацію виробництва PV-модулів [21].

#### 5.2. Вітрова енергетика

Особлива увага – офшорній енергетиці Чорного моря, де потенціал > 10 ГВт.

На суші можливий розвиток потужностей до 20 ГВт [29].

#### 5.3. Біоенергетика

Здатна замінити до 30 % природного газу.

Напрями:

- біогазові комплекси;
- когенераційні установки;
- виробництво біометану [7].

#### 5.4. Воднева енергетика

ЄС розглядає Україну як ключового постачальника "зеленого" водню.

Необхідні:

- електролізери;
- логістика;
- сертифікація [34].

#### 5.5. Накопичення енергії

Впровадження систем BESS потужністю 2–5 ГВт до 2035 року [33].

---

## 6. Регіональні стратегії розвитку

6.1. Центральна Україна – сонячна генерація

6.2. Південна Україна – офшорна вітрова енергетика

6.3. Західна Україна – біоенергетика та малі ГЕС

6.4. Північ – сонячні та наземні вітрові станції

Регіональна спеціалізація підвищує ефективність галузі [12].

## 7. Інтеграція української стратегії розвитку ВДЕ у європейський енергетичний простір

Для відповідності стандартам ЄС необхідно:

- імплементувати директиви Energy Efficiency та Renewable Energy;
- адаптувати ринок електроенергії до правил ACER;
- створити ринки балансування;
- забезпечити сертифікацію "зеленого" водню;
- розвинути інтерконектори з Польщею, Румунією та Словаччиною

[31].

Це забезпечить:

- експорт енергії;
- інтеграцію в європейські інноваційні проекти;
- доступ до фондів ЄС;
- довгострокову енергетичну безпеку.

---

## 8. Моніторинг та контроль реалізації стратегії

Стратегія має включати систему КРІ:

- частка ВДЕ;
- обсяг інвестицій;
- обсяг скорочення CO<sub>2</sub>;
- обсяг введених потужностей;
- стабільність ринку;

- розвиток мереж і накопичувачів [25].

Розробка стратегії розвитку галузі ВДЕ в Україні повинна ґрунтуватися на принципах сталого розвитку, інституційних реформ, технологічної модернізації та інтеграції до енергетичного простору ЄС. Стратегія має забезпечити зростання частки ВДЕ, децентралізацію генерації, розвиток смарт-мереж, залучення інвестицій та формування водневої інфраструктури. У довгостроковій перспективі реалізація такої стратегії дозволить Україні суттєво підвищити енергетичну безпеку, зміцнити економічну стабільність і посилити інтеграцію з Європейським Союзом.

### 3.3. Створення комплексного механізму розвитку сектора ВДЕ в Україні в умовах післявоєнної трансформації економіки

Повоєнна реконструкція економіки України передбачає масштабну модернізацію енергетичного сектору, що у свою чергу вимагає формування нового комплексного механізму розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Цей механізм має бути спрямований на відновлення інфраструктури, підвищення енергетичної безпеки, децентралізацію генерації, впровадження інновацій і забезпечення інтеграції з енергетичними ринками ЄС [7]. Війна не лише завдала значних руйнувань українській енергетиці, а й створила унікальне “вікно можливостей” для формування нової енергетичної моделі, яка базується на принципах стійкості, цифровізації та кліматичної нейтральності.

Комплексний механізм розвитку ВДЕ повинен охоплювати інституційні, економічні, технологічні, фінансові, регуляторні, соціальні та міжнародні компоненти. Лише синергія цих елементів дасть змогу забезпечити швидке та ефективне відновлення енергосистеми, її адаптацію до сучасних викликів і вирішення проблем енергетичної безпеки [12].

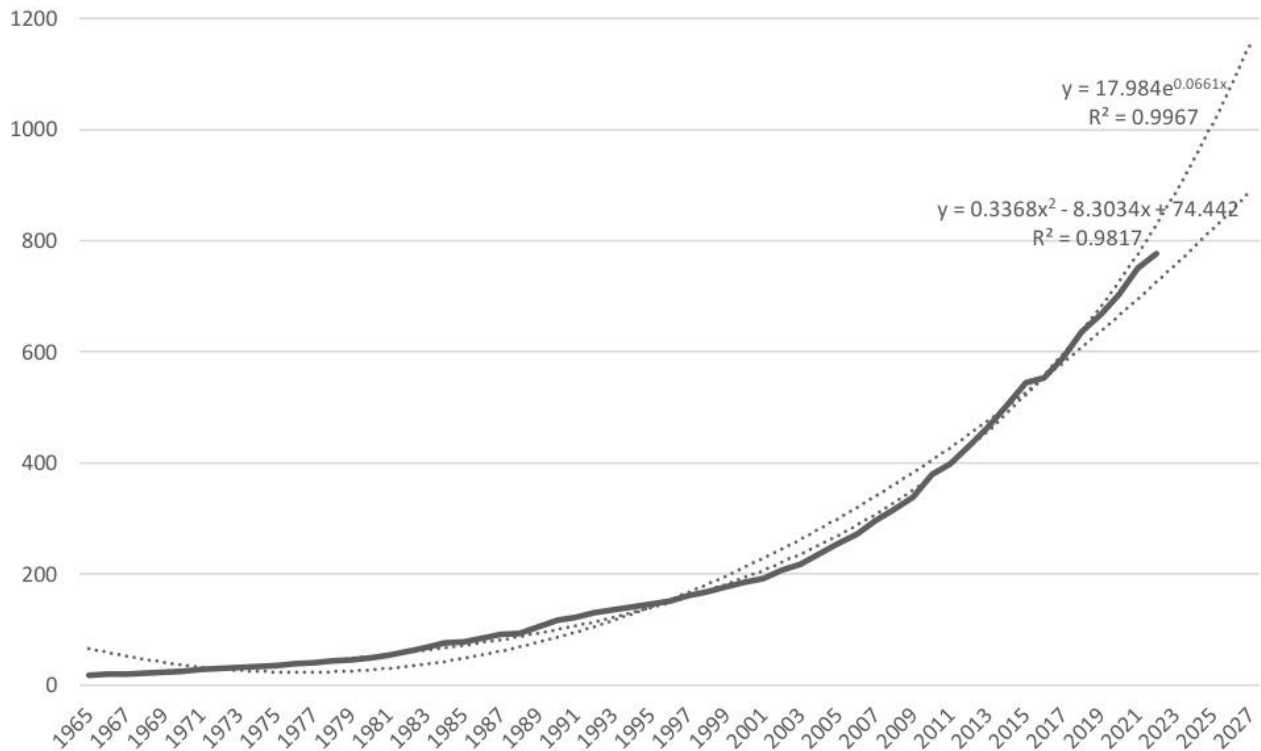


Рис. 3.10. Прогноз обсягів світового виробництва електроенергії з інших видів

## 1. Інституційний компонент механізму розвитку ВДЕ

### 1.1. Інституційна модернізація енергетичного сектору

Ефективне управління розвитком ВДЕ вимагає реформування енергетичних інституцій, підвищення їхньої спроможності та прозорості.

Основні напрями:

- цифровізація регуляторних процедур;
- удосконалення роботи НКРЕКП;
- створення Національного агентства сталого енергетичного переходу;
- посилення координації між центральною владою та громадами [19].

### 1.2. Формування інституційного середовища для децентралізації енергетики

Після війни Україна має переходити до моделі енергетики з високим рівнем розподіленої генерації. Для цього необхідні:

- правові механізми функціонування мікромереж;
- нормативна база для peer-to-peer electricity trading;
- стандарти для енергетичних кластерів;

- стимулювання муніципальних енергетичних проектів [25].

### 1.3. Євроінтеграційний інституційний напрям

Важливо забезпечити гармонізацію законодавства з:

- директивами ЄС щодо ВДЕ;
- регламентами ENTSO-E;
- правилами ACER;
- вимогами Європейського зеленого курсу [9].

103

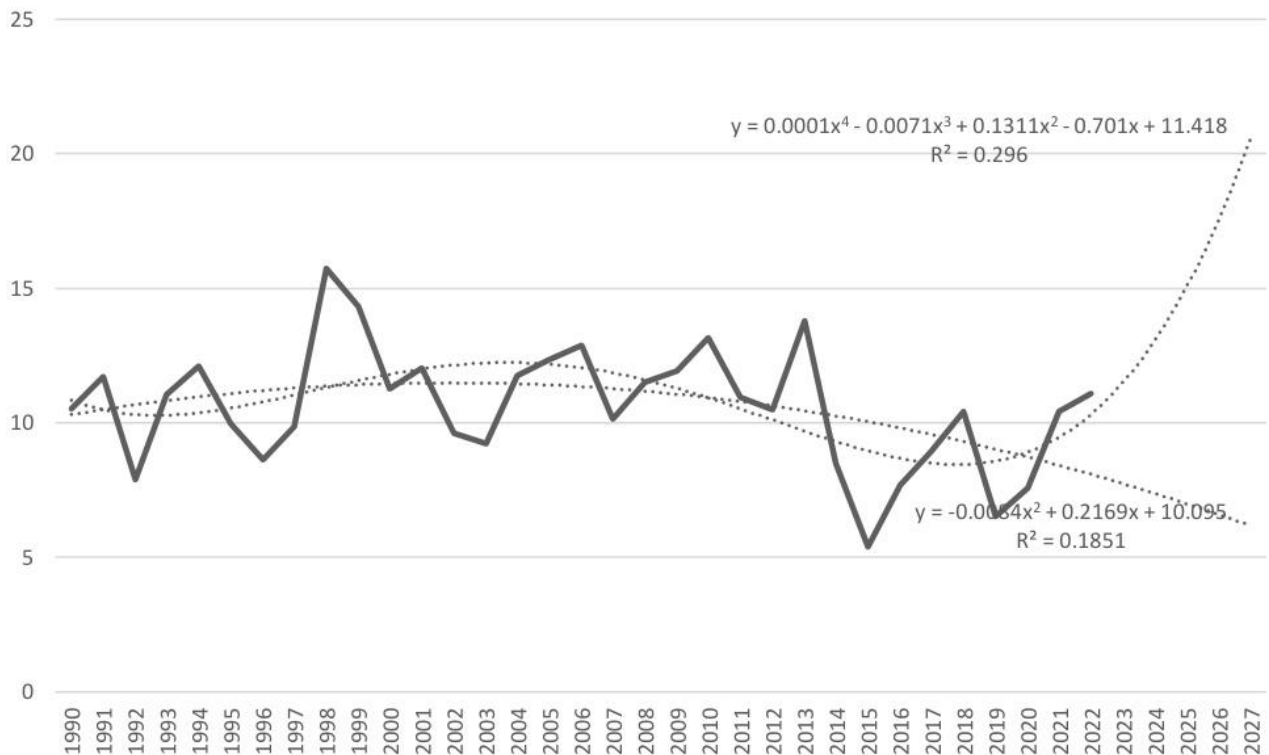


Рис. 3.11. Прогноз обсягів виробництва електроенергії з енергії води в Україні до

## 2. Економічний та інвестиційний компонент

### 2.1. Залучення міжнародного фінансування

Повоєнна реконструкція енергетики – це проекти обсягом понад 50 млрд доларів, що потребують залучення:

- ЄБРР;
- ЄІБ;
- Світового банку;
- фондів ЄС;

- USAID;
- приватного капіталу [14].

## 2.2. Гарантії та страхування інвестицій

Необхідні механізми:

- war risk insurance;
- компенсаційні фонди;
- гарантійні програми для енергетичних інвесторів;
- державні гранти для інноваційних проєктів [33].

## 2.3. Стимулювання внутрішнього ринку

Запровадження:

- податкових пільг на обладнання;
- кредитування для домогосподарств і МСП;
- стимулювання корпоративної генерації;
- розвиток "зелених" облігацій [21].

104

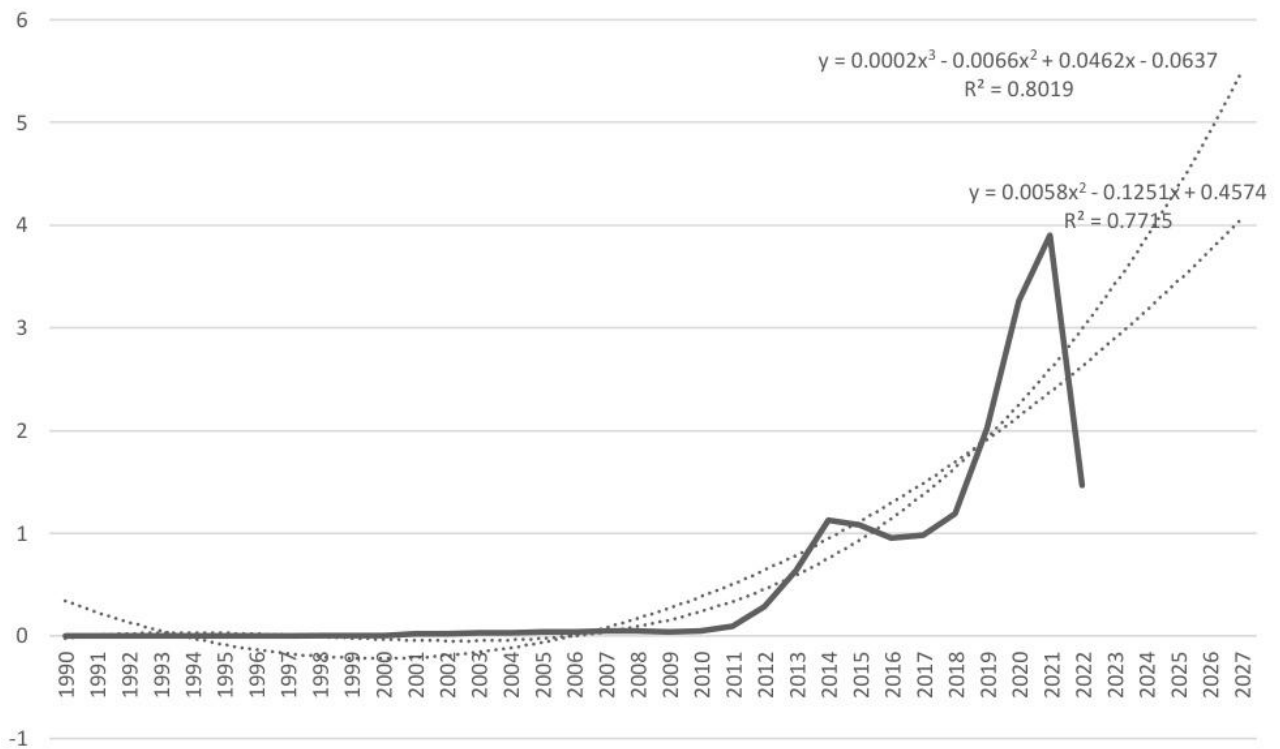


Рис. 3.12. Прогноз обсягів виробництва електроенергії з енергії вітру в Україні до

## 3. Технологічний компонент розвитку ВДЕ

### 3.1. Модернізація енергетичної інфраструктури

Руйнування мереж під час війни зумовлює необхідність побудови:

- гнучких мереж;
- цифрових підстанцій;
- smart grids;
- систем автоматичного балансування [30].

### 3.2. Розвиток систем зберігання енергії

У повоєнній економіці BESS стануть критично важливими:

- для балансування мереж;
- для підтримки мікромереж;
- для інтеграції ВДЕ.

Стратегічна ціль – встановлення 2–5 ГВт накопичувачів до 2035 року [16].

### 3.3. Відновлення та розвиток генерації ВДЕ

Сонячна енергетика

- будівництво великих СЕС на звільнених територіях;
- розвиток дахових СЕС для громад;
- агровольтаїка [34].

Вітрова енергетика

- запуск проектів у Миколаївській, Одеській, Херсонській областях;
- розвиток офшорної генерації в Чорному морі (потенціал 10–15 ГВт)

[18].

Біоенергетика

- виробництво біометану;
- когенераційні установки;
- утилізація агровідходів [13].

Воднева енергетика

- виробництво "зеленого" та "блакитного" водню;
- експорт у ЄС через водневі коридори;
- створення електролізерних центрів [28].

## 4. Регуляторний компонент

### 4.1. Створення прозорого ринку електроенергії

Потрібно:

- усунути монополізацію;
- адаптувати механізми балансування;
- забезпечити прогнозованість тарифів;
- запровадити гнучкі РРА (Power Purchase Agreements) [27].

#### 4.2. Стимулювання розвитку ВДЕ

Запровадити:

- аукціони;
- інвестиційні премії;
- компенсації за небаланси;
- регуляторні пільги для проєктів "критичної інфраструктури" [5].

105

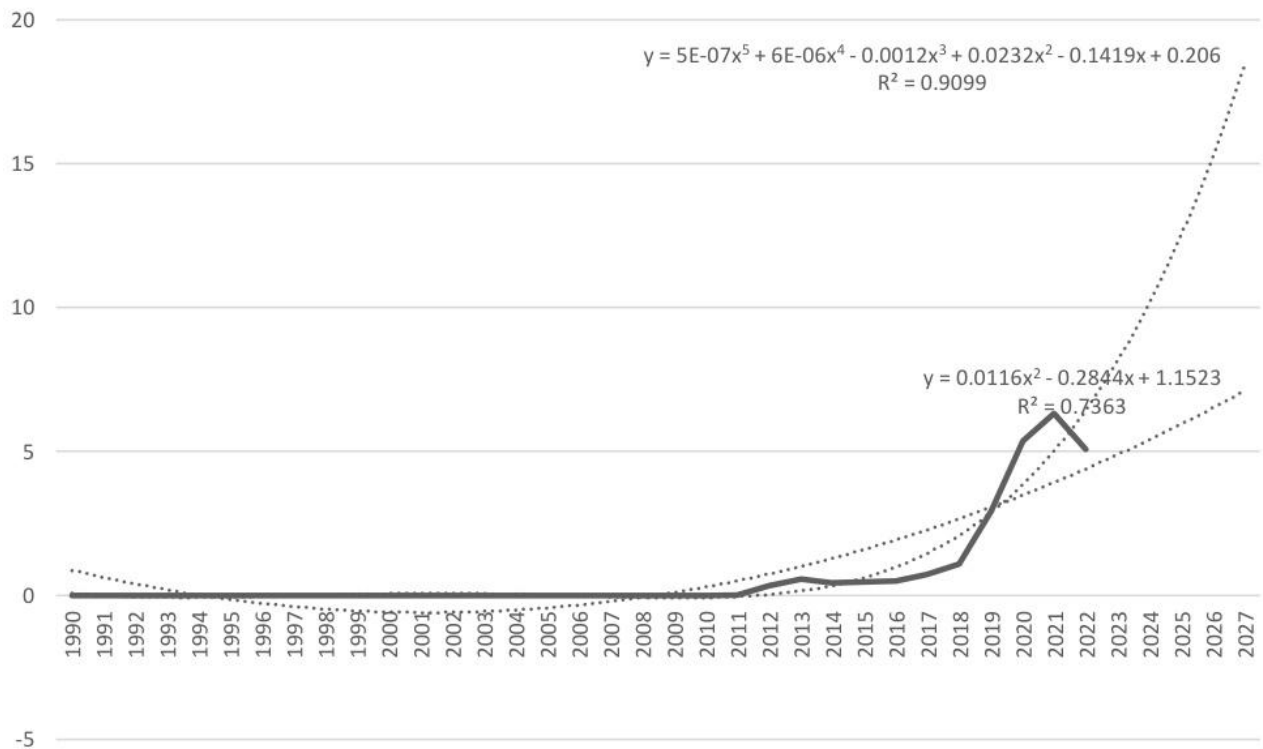


Рис. 3.13. Прогноз обсягів виробництва електроенергії з енергії вітру в Україні до

### 5. Соціальний та регіональний компонент

#### 5.1. Підвищення енергетичної автономії громад

Громади мають отримати:

- фінансові інструменти;
- право продавати надлишкову енергію;

- можливість створювати локальні енергетичні компанії [37].

## 5.2. Створення нових робочих місць

ВДЕ здатні створити понад 100 тис. робочих місць у відновлювальній економіці:

- сонячні та вітрові електростанції;
- виробництво обладнання;
- інженерні та ІТ-послуги [24].

## 5.3. Регіональна спеціалізація

- Західна Україна – біоенергетика та малі ГЕС;
- Південь – сонячна та офшорна енергетика;
- Схід – після відновлення – потенціал вітрової генерації;
- Центр – агровольтаїка [17].

106

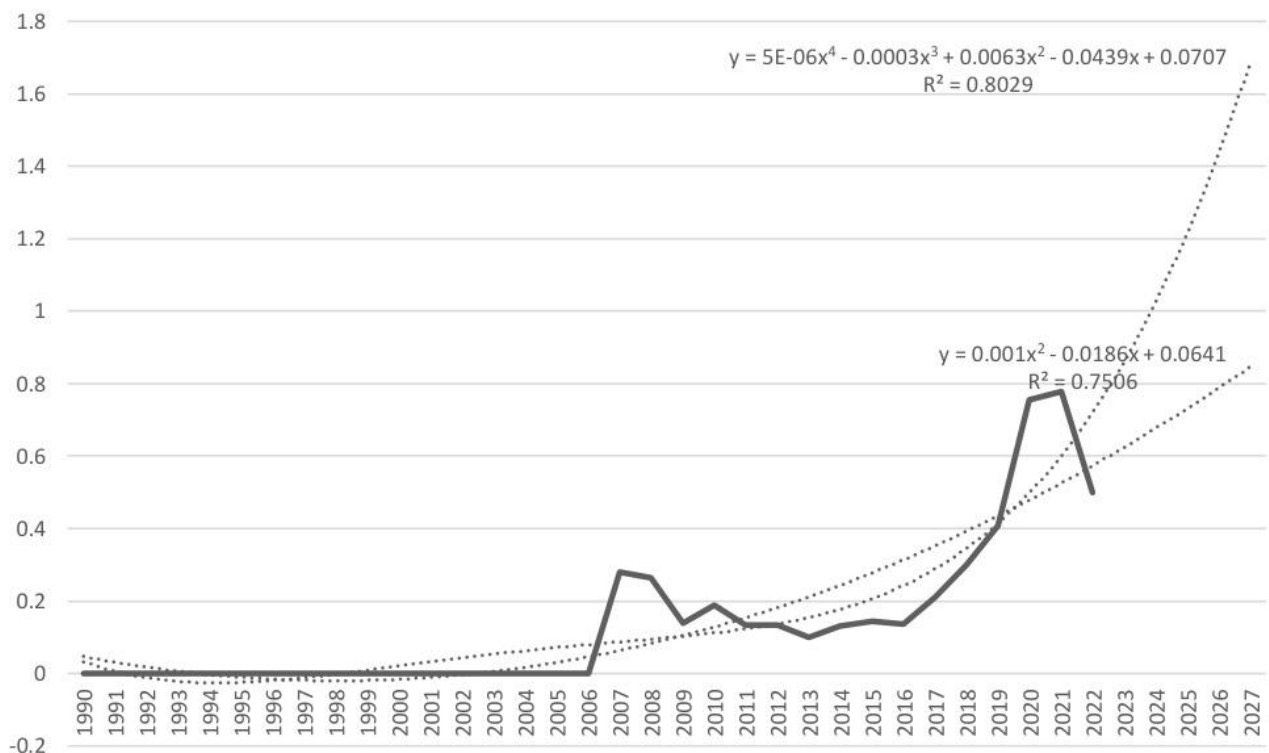


Рис. 3.14. Прогноз обсягів виробництва електроенергії з інших видів

## 6. Міжнародний компонент механізму розвитку

### 6.1. Інтеграція у європейські ринки

Україна має:

- інтегруватися у європейські ринки електроенергії;

- стати учасником ринку водню;
- використовувати механізми СВМ;
- брати участь у спільних інноваційних проєктах ЄС [10].

## 6.2. Розвиток трансдондонної інфраструктури

Потрібно будувати:

- інтерконектори з Польщею, Румунією, Словаччиною;
- водневі трубопроводи;
- об'єкти накопичення європейського значення [29].

## 6.3. Міжнародне партнерство

Ключові партнери:

- ЄС, США, Канада;
- IRENA;
- IEA;
- OECD;
- міжнародні банки розвитку [20].

## 7. Інтегральна модель комплексного механізму

Структура механізму:

1. Інституційна реформа
2. Регуляторна стабільність
3. Фінансово-інвестиційна підтримка
4. Технологічна модернізація
5. Регіональний розвиток
6. Євроінтеграція
7. Соціальний розвиток
8. Гарантування енергетичної безпеки

Умовна математична модель:

$$CM_{RE} = \sum_{i=1}^8 w_i \cdot M_i$$

де:

- $CM_{RE}$  – інтегральний показник комплексного механізму;
- $M_i$  – оцінка кожного компонента;
- $w_i$  – вагові коефіцієнти (0,1–0,2) [32].

За оптимістичного сценарію:  $CM_o = 0,80–0,88$ , базового –  $0,55–0,67$ , кризового –  $0,38–0,45$ .

Формування комплексного механізму розвитку відновлюваних джерел енергії у повоєнній економіці України потребує системного підходу, що поєднує інституційні реформи, модернізацію інфраструктури, розвиток інноваційних технологій, залучення інвестицій та підтримку громад. Після війни саме ВДЕ здатні стати основою нової моделі енергетики – децентралізованої, стійкої, екологічної та інтегрованої до європейського енергетичного простору. Реалізація запропонованих механізмів дасть змогу суттєво підвищити рівень енергетичної безпеки, стимулювати економічне зростання та забезпечити довгострокову конкурентоспроможність України.

### Висновки до розділу 3

Розділ 3 був спрямований на розробку практичних інструментів, механізмів та стратегічних рішень, необхідних для прискорення сталого розвитку галузі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) в Україні та зміцнення її енергетичної безпеки в контексті євроінтеграції й повоєнного відновлення. У підрозділі 3.1 обґрунтовано прогностичну модель розвитку ВДЕ на основі економетричного, сценарного, інтегрального й системно-динамічного підходів. Створені сценарії розвитку (оптимістичний, базовий, кризовий) дають змогу формувати довгострокові управлінські рішення та оцінювати вплив ВДЕ на енергетичну стійкість країни.

У підрозділі 3.2 було визначено стратегічні пріоритети розвитку ВДЕ, серед яких: модернізація енергетичної інфраструктури, зростання частки ВДЕ до європейських стандартів, розвиток децентралізованої генерації, впровадження інноваційних технологій та поглиблення інтеграції України до європейського

енергетичного ринку. Значна увага приділена ролі регуляторних реформ, залученню інвестицій та реалізації водневої стратегії.

У підрозділі 3.3 сформовано комплексний механізм розвитку ВДЕ у повоєнній економіці. Він поєднує інституційні, економічні, технологічні, регуляторні, фінансові, соціальні та міжнародні компоненти, що створюють основу для стійкої трансформації енергетичного сектору.

Загалом, результати розділу 3 свідчать, що відновлювальна енергетика здатна стати фундаментом модернізації української економіки, підвищення енергетичної безпеки та прискорення інтеграції в європейський енергетичний простір.

## ВИСНОВКИ

Дипломна робота була присвячена комплексному дослідженню стратегічних напрямків розвитку та інтеграції відновлювальної енергетики України у європейський енергетичний простір. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення рівня національної енергетичної безпеки, модернізації енергетичного сектору, зменшення залежності від імпортованих викопних ресурсів та виконання Україною міжнародних кліматичних зобов'язань, водночас враховуючи руйнівні наслідки війни та потребу відбудови енергетичної інфраструктури на нових принципах стійкості й інноваційності.

У першому розділі досліджено теоретико-методичні засади розвитку галузі відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Було визначено економічну сутність ВДЕ, їх класифікацію, переваги та недоліки, а також доведено, що ВДЕ є ключовим фактором енергетичного переходу та зменшення вразливості економіки до зовнішніх шоків. Значну увагу приділено теоретичним основам формування національної енергетичної безпеки, що охоплюють ресурсні, технологічні, інституційні, інфраструктурні та геополітичні аспекти. Також було обґрунтовано методичні підходи до оцінювання розвитку ВДЕ на основі індикаторного аналізу, інтегральних оцінок та економетричних моделей. Отримані результати створили фундаментальну базу для подальших аналітичних досліджень.

У другому розділі здійснено комплексний аналіз глобальних тенденцій розвитку ВДЕ, що демонструють стрімке поширення інноваційних технологій, цифровізацію енергетики та зростання частки чистої енергії у світовому виробництві. Проведено порівняльну характеристику розвитку відновлювальної енергетики у розвинених країнах (ЄС, США, Китай, Японія) та Україні. Встановлено, що незважаючи на зростаючий попит і високий природний потенціал, український сектор ВДЕ зіткнувся з численними проблемами, зумовленими війною, нестабільністю регуляторної політики, зношеністю мереж та інвестиційними ризиками. Водночас доведено, що ВДЕ є одним із ключових інструментів підвищення енергетичної стійкості України, забезпечення

автономності громад, заміщення імпортних енергоносіїв та інтеграції до енергетичних ринків ЄС. Проаналізовано фактори, що визначають розвиток ВДЕ у світі та в Україні, включаючи економічні, технологічні, соціальні, екологічні та інституційні детермінанти.

У третьому розділі розроблено практичні засади трансформації українського сектору ВДЕ у відповідності до європейських стандартів. Побудовано прогнозну модель розвитку ВДЕ в Україні та світі, яка враховує зовнішні й внутрішні фактори, невизначеність середовища та сценарний підхід. Визначено три типи сценаріїв – оптимістичний, базовий та кризовий, що дають можливість оцінити потенційні траєкторії розвитку галузі до 2035 року та їхній вплив на енергетичну безпеку держави.

Далі було розроблено стратегію розвитку галузі ВДЕ з урахуванням євроінтеграційного курсу України. До стратегічних пріоритетів віднесено модернізацію енергетичних мереж, децентралізацію генерації, розвиток сонячної, вітрової, біо- та водневої енергетики, цифровізацію сектору, інтеграцію в ENTSO-E та розбудову водневих коридорів з ЄС. Особлива увага приділена інституційним реформам, розвитку ринкових механізмів, стимулюванню інвестицій, зменшенню регуляторних ризиків і створенню сприятливих умов для інноваційних проєктів.

У межах підрозділу 3.3 сформовано комплексний механізм розвитку ВДЕ у повоєнній економіці України, який включає інституційний, економічний, фінансовий, технологічний, соціальний, екологічний та міжнародний блоки. Доведено, що лише синергія цих елементів здатна забезпечити формування стійкої, безпечної та конкурентоспроможної енергетичної системи.

Загальним висновком роботи є твердження, що розвиток відновлювальних джерел енергії має стати центральним елементом повоєнного енергетичного переходу та структурної модернізації економіки України. ВДЕ здатні забезпечити довгострокову енергетичну безпеку, зміцнити позиції України на європейських ринках, сприяти зростанню інвестицій, формувати нові технологічні кластери та прискорювати інтеграцію до ЄС. Комплексні стратегічні заходи, обґрунтовані в роботі, формують інноваційний підхід до

розвитку українського енергетичного сектору, який відповідає сучасним європейським стандартам та глобальним викликам сталого розвитку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабенко О. В. Відновлювана енергетика як чинник зміцнення енергетичної безпеки України / О. В. Бабенко // Вісник економічної науки України. – 2020. – № 3 (40). – С. 57–64.

2. Васильчук Л. О. Інституційні засади інтеграції відновлюваної енергетики України до енергетичного ринку ЄС / Л. О. Васильчук // Економіка України. – 2021. – № 7. – С. 34–48.

3. Герасименко І. П. Розвиток ринку відновлюваних джерел енергії в Україні: проблеми та перспективи / І. П. Герасименко // Фінанси України. – 2019. – № 9. – С. 88–99.

4. Гнатюк Р. С. Енергетична трансформація національної економіки на засадах "зеленої" модернізації / Р. С. Гнатюк. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 312 с.

5. Деркач М. Ю. Оцінювання впливу відновлюваної енергетики на стійкість енергетичної системи України / М. Ю. Деркач // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. – 2022. – № 3 (222). – С. 41–52.

6. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [Електронний ресурс]. – К.: Міністерство енергетики України, 2017. – Режим доступу: <https://mev.gov.ua/strategy2035> (дата звернення 10.11.2025).

7. Жук Т. В. Децентралізовані енергетичні системи на основі відновлюваних джерел енергії: світовий досвід та уроки для України / Т. В. Жук // Регіональна економіка. – 2020. – № 4. – С. 73–84.

8. Загородній П. М. Інвестиційне забезпечення розвитку "зеленої" енергетики в Україні / П. М. Загородній, О. М. Кравець // Фінансовий простір. – 2021. – № 2 (42). – С. 101–110.

9. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 24. – Ст. 155.

10. Іванченко С. О. Відновлювана енергетика в контексті реалізації Європейського зеленого курсу: виклики для України / С. О. Іванченко // Економіка та держава. – 2022. – № 12. – С. 12–19.

11. Коваленко Т. В. Відновлювані джерела енергії: світові тренди та перспективи для України : монографія / Т. В. Коваленко. – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2020. – 286 с.

12. Козак О. Л. Економічна ефективність проєктів сонячної енергетики в Україні / О. Л. Козак, М. В. Дяченко // Бізнес Інформ. – 2021. – № 8. – С. 120–127.

13. Кузьменко І. Є. Відновлювана енергетика та енергетична безпека: підручник / І. Є. Кузьменко. – К.: КНЕУ, 2021. – 412 с.

14. Лисенко Н. Г. Розвиток біоенергетики в системі енергетичної безпеки України / Н. Г. Лисенко // Економіка та прогнозування. – 2019. – № 4. – С. 90–102.

15. Мельник А. А. Формування ринку "зеленої" електроенергії в Україні в умовах євроінтеграції / А. А. Мельник // Актуальні проблеми економіки. – 2020. – № 6 (228). – С. 55–66.

16. Нікітюк В. І. Сталий енергетичний розвиток регіонів України на основі використання відновлюваних джерел енергії / В. І. Нікітюк // Економіка та управління національним господарством. – 2021. – № 1. – С. 37–49.

17. Олійник О. М. Інтеграція енергетичного ринку України до ENTSO-E: роль відновлюваних джерел енергії / О. М. Олійник // Стратегія і механізми регулювання промислового розвитку. – 2022. – № 1. – С. 15–27.

18. Паламарчук Ю. П. Механізми державного стимулювання розвитку відновлюваної енергетики в Україні / Ю. П. Паламарчук // Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво. – 2019. – № 5. – С. 50–59.

19. Петрова І. С. Відновлювані джерела енергії як чинник модернізації промисловості України / І. С. Петрова, К. Ю. Романюк // Економічний вісник Донбасу. – 2020. – № 2 (60). – С. 72–80.

20. Романчук Д. В. Оцінювання впливу "зеленої" енергетики на енергетичну безпеку України: методичні підходи / Д. В. Романчук // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2021. – № 3. – С. 98–107.

21. Савчук Л. М. Розвиток відновлюваної енергетики в Україні: економіко-правові аспекти / Л. М. Савчук. – К.: Наука і практика, 2019. – 256 с.

22. Сидоренко Г. І. Вплив відновлюваних джерел енергії на формування нової моделі енергетичного ринку України / Г. І. Сидоренко // Економіка розвитку. – 2022. – № 1 (101). – С. 60–71.

23. Тарасенко Р. С. Відновлювана енергетика та декарбонізація економіки України / Р. С. Тарасенко // Проблеми економіки. – 2020. – № 3. – С. 44–53.

24. Устименко К. О. Стратегічні пріоритети розвитку відновлюваної енергетики у повоєнній відбудові України / К. О. Устименко // Інвестиції: практика та досвід. – 2023. – № 9. – С. 5–13.

25. Федорук С. В. Політика енергоефективності та відновлюваної енергетики в контексті євроінтеграційних процесів / С. В. Федорук // Журнал європейської економіки. – 2021. – № 2. – С. 123–135.

26. Хмарук О. Д. Розвиток сонячної та вітрової енергетики в Україні: бар'єри та можливості / О. Д. Хмарук // Вісник НТУ "Дніпровська політехніка". – 2019. – № 4. – С. 130–139.

27. Цимбал І. П. Відновлювана енергетика в системі національної енергетичної безпеки / І. П. Цимбал [Електронний ресурс] // Економічний часопис-XXI. – 2020. – № 5–6. – С. 40–47. – Режим доступу: <https://www.econ21.org/re2020.pdf> (дата звернення 05.11.2025).

28. Чорній О. В. Розвиток "зеленої" генерації в Україні: досвід впровадження аукціонної моделі підтримки / О. В. Чорній [Електронний ресурс] // Енергетична політика України. – 2022. – № 2. – С. 21–31. – Режим доступу: <https://www.energypolicy.ua/auctions2022.pdf> (дата звернення 08.11.2025).

29. Шевчук Л. Т. Відновлювана енергетика та кліматична політика України: виклики та можливості / Л. Т. Шевчук. – К.: Академвидав, 2020. – 298 с.

30. Юрченко М. О. Роль відновлюваних джерел енергії в інтеграції енергетичного сектору України до європейського енергетичного простору / М. О. Юрченко // Економіка і прогнозування. – 2023. – № 2. – С. 58–69.
31. Brown M. Renewable energy and energy security: European perspectives / M. Brown, T. Green // Energy Policy. - 2019. - vol. 125. - N 4. – P. 45–57.
32. European Commission. A Clean Planet for all: A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy / European Commission. - Brussels: European Union, 2018. – 114 p.
33. Gielen D. The role of renewable energy in the global energy transition / D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin // Energy Strategy Reviews. - 2019. - vol. 24. - N 2. – P. 38–50.
34. International Energy Agency. Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector [Electronic resource] / International Energy Agency. - Paris: IEA, 2021, access mode: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>. – Title from the screen. – 05.11.2025.
35. International Renewable Energy Agency. World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway / International Renewable Energy Agency. - Abu Dhabi: IRENA, 2022. – 320 p.
36. Jacobson M.Z. 100% clean and renewable wind, water, and sunlight all-sector energy roadmaps for 139 countries of the world / M. Z. Jacobson, M. A. Delucchi // Joule. - 2017. - vol. 1. - N 1. – P. 108–121.
37. Johansson B. Security aspects of future renewable energy systems – a short overview / B. Johansson // Energy. - 2013. - vol. 61. - N 3. – P. 598–605.
38. Johnson T. Renewable energy policy and politics in the EU / T. Johnson. - London: Routledge, 2020. – 256 p.
39. Keebler J.S. Measuring the value of renewable energy in modern power systems / J. S. Keebler, K. B. Manrodt. - New York: Harper & Row, 2018. – 290 p.
40. Lund H. Renewable energy strategies for sustainable energy systems / H. Lund. - London: Academic Press, 2014. – 375 p.
41. Peters G.P. Growth in emission transfers via international trade: a shift from developed to emerging economies / G. P. Peters, J. C. Minx, C. L. Weber, O. Edenhofer

// Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2011. - vol. 108. - N 21. – P. 8903–8908.

42. REN21. Renewables 2023 Global Status Report [Electronic resource] / REN21. - Paris: REN21 Secretariat, 2023, access mode: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report>. – Title from the screen. – 06.11.2025.

43. Sovacool B.K. Energy security, poverty, and justice / B. K. Sovacool. - London: Routledge, 2013. – 340 p.

44. Stern N. The economics of climate change: The Stern review / N. Stern. - Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – 712 p.

45. United Nations Development Programme. Sustainable Energy for All: Global Tracking Framework [Electronic resource] / UNDP, World Bank. - Washington: World Bank, 2017, access mode: <https://www.worldbank.org/gef/energy-tracking.pdf>. – Title from the screen. – 09.11.2025.

46. World Bank. Regulatory indicators for sustainable energy (RISE): Policy matters / World Bank. - Washington, D.C.: World Bank, 2020. – 210 p.

47. Zhang X. Energy security, climate change and renewable energy: a quantitative analysis / X. Zhang, H. Chen // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2018. - vol. 90. - N 5. – P. 824–836.