

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра економіки природокористування

Кваліфікаційна робота магістра

на тему: **Форсайт сонячної енергетики**

Виконала студентка групи МЕД – 22
спеціальності 051 «Економіка»
Маковецька Аліна Олександрівна

Керівник д.е.н., проф.
Губанова Олена Ростиславівна

Рецензент д.е.н., проф.
Купінець Лариса Євгенівна

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Природоохоронний
Кафедра Економіки природокористування
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 051 «Економіка»
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма «Економіка довкілля та природних ресурсів»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри економіки
природокористування
Губанова О.Р.
“23” жовтня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

студентці Маковецькій Аліні Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Форсайт сонячної енергетики
керівник роботи Губанова Олена Ростиславівна, д.е.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затвержені наказом ОДЕКУ від “16” жовтня 2023 року № 215- С
2. Строк подання студентом роботи 01.12.2023 року
3. Вихідні дані до роботи матеріали наукових та періодичних видань, статті фахових збірників наукових робіт, розробки вітчизняних та зарубіжних вчених, матеріали сайтів мережі Інтернет з питань методологічних засад форсайту та реалізації стратегії сонячної енергетики.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
 1. Теоретико-методичні засади форсайту як комплексного інструментарію стратегії інноваційного розвитку
 2. Форсайт-технології прогнозування розвитку сонячної енергетики
 3. Форсайт сонячної генерації в Україні
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).
Етапи реалізації форсайт-досліджень. Основні принципи та методи форсайту. Класифікація Форсайт-методів. Встановлена потужність СЕС в Україні.

Елементи невизначеності ринку сонячної генерації. SWOT-аналіз розвитку сонячної енергетики України. Динаміка росту встановленої потужності об'єктів ВДЕ, які працюють за «зеленим» тарифом. Характеристика сонячних електростанцій в Україні. Поводження з відходами сонячних фотоелектричних панелей (SFEP) в Україні

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми, написання вступу.	23.10.23-29.10.23		
2.	Написання 1-го розділу магістерської роботи	30.10.23-05.11.23		
3.	Написання 2-го розділу магістерської роботи	06.11.23-12.11.23		
4.	Рубіжна атестація	13.11.23-17.11.23		
5.	Написання 3-го розділу магістерської роботи	18.11.23-27.11.23		
6.	Узагальнення висновків магістерської роботи. Оформлення електронної версії магістерської роботи	28.11.23-31.11.23		
7.	Перевірка магістерської роботи науковим керівником, надання відгуку, встановлення ступеню оригінальності, оформлення протоколу та висновку керівника.	01.12.23-06.12.23		
8.	Укладення авторського договору, подання магістерської роботи на перевірку завідувачу кафедри, рецензування роботи.	07.12.23-13.12.23		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			

Студент _____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної роботи магістра Маковецької А. О.

на тему: «Форсайт сонячної енергетики»

Актуальність теми. Зі зростанням попиту на енергію люди шукають альтернативні джерела енергії, які є стійкими, екологічно чистими та економічно ефективними. Сонячна енергія є одним із таких джерел, яка має великий потенціал для задоволення енергетичних потреб, одночасно зменшуючи вуглецевий слід.

Форсайт сонячної енергії передбачає прогнозування майбутніх тенденцій, визначення інноваційних технологій та ефективних стратегій використання цього джерела. Зі зростанням світового населення та розвитком економіки, необхідність у стабільних рішеннях для задоволення енергетичних вимог стає більш важливою.

Сонячна енергія, яка є безмежною та безперервною, є перспективним варіантом вирішення цієї проблеми. Прогнозування майбутнього розвитку включає вдосконалення виробництва, адаптацію до змін в енергетичній політиці та ідентифікацію новаторських підходів для підвищення конкурентоспроможності.

Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) передбачає, що сонячна енергія стане основним джерелом глобального зростання відновлюваних джерел енергії. До 2024 року очікується, що приріст потужностей сонячної енергії досягне 310 ГВт завдяки зниженню цін на модулі, поширенню фотоелектричних систем і підтримці великомасштабного розгортання.

Такий прогноз дозволяє адаптувати технологічні та стратегічні рішення до майбутніх викликів, роблячи сонячну енергію не лише ключовим елементом енергетичної системи, але і ефективним інструментом сталого розвитку.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає у вивченні та прогнозуванні розвитку сонячної енергетики з використанням методів форсайту. Задачі включають аналіз сучасного стану галузі, ідентифікацію ключових факторів впливу, розробку альтернативних сценаріїв розвитку та формулювання рекомендацій для стратегічного управління. Дослідження спрямоване на визначення оптимальних шляхів впровадження сонячних технологій та вдосконалення їхнього внеску у сучасну енергетичну систему.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є процес впровадження форсайт-методології в сфері сонячної енергетики.

Предметом дослідження є методики визначення стратегічних напрямків інноваційного розвитку сонячної енергетики у майбутньому.

Методи дослідження. В ході дослідження використовувались різноманітні методи дослідження, такі як аналіз літературних джерел, SWOT-аналіз, мозковий штурм, а також вивчення Інтернет-ресурсів.

Інформаційною базою дослідження є наукові праці зарубіжних та вітчизняних вчених з питань впливу і використання сонячної електроенергії, а також ресурси мережі Internet.

Апробація та впровадження результатів дослідження. Результати дослідження доповідались на засіданні наукового гуртка кафедри економіки природокористування, XXII науковій конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету (м. Одеса, 23 - 31 травня 2023 р.), Міжнародному конкурсі студентських наукових робіт (м. Кременчук, 1 - 3 червня 2023 р.; диплом за II місце).

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, трьох розділів та висновків, містить 6 таблиць, 7 рисунків та 27 літературних джерел. Загальний обсяг роботи – 74 сторінки.

Ключові слова: форсайт, сонячна енергетика, відновлювальні джерела енергії, стратегічне управління, енергетичний розвиток.

SUMMARY

to the qualification work of Master by Makovetska A.
on the topic: "Foresight of solar energy"

Actuality of theme. With the growing demand for energy, people are looking for alternative energy sources that are sustainable, environmentally friendly and cost-effective. Solar energy is one such source that has great potential to meet energy needs while reducing the carbon footprint.

Solar energy foresight involves forecasting future trends, identifying innovative technologies and effective strategies for using this source. As the world's population grows and the economy develops, the need for sustainable solutions to meet energy demands becomes more important.

Solar energy, which is unlimited and continuous, is a promising option for solving this problem. Forecasting future development involves improving production, adapting to changes in energy policy and identifying innovative approaches to increase competitiveness.

The International Energy Agency (IEA) predicts that solar energy will become the main source of global renewable energy growth. By 2024, solar power capacity is expected to reach 310 GW, driven by declining module prices, the proliferation of photovoltaic systems and support for large-scale deployment.

This forecast allows us to adapt technological and strategic solutions to future challenges, making solar energy not only a key element of the energy system but also an effective tool for sustainable development.

The purpose and objectives of the study. The purpose of the study is to study and forecast the development of solar energy using foresight methods. Tasks include analysing the current state of the industry, identifying key influencing factors, developing alternative development scenarios and formulating recommendations for strategic management. The study aims to identify the best

ways to implement solar technologies and improve their contribution to the modern energy system.

Object and subject of research. The object of the study is the process of implementing foresight methodology in the field of solar energy.

The subject of the study is methods for determining strategic directions of innovative development of solar energy in the future.

Research methods. The study used a variety of research methods, such as literature analysis, SWOT analysis, brainstorming, and the study of Internet resources.

The information base of the study is the scientific works of foreign and domestic scientists on the impact and use of solar electricity, as well as Internet resources.

Approbation and implementation of research results. The results of the study were reported at a meeting of the scientific group of the Department of Environmental Economics.

Structure and scope of work. The master's thesis consists of an introduction, three chapters and conclusions, contains 6 tables, 7 figures and 27 references. The total volume of work is 74 pages.

Key words: foresight, solar energy, renewable energy sources, strategic management, energy develop.

ЗМІСТ

ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРСАЙТУ ЯК КОМПЛЕКСНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ СТРАТЕГІЇ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ	12
1.1 ВИЗНАЧЕННЯ ФОРСАЙТУ ЯК МЕТОДУ СТРАТЕГІЧНОГО МИСЛЕННЯ.....	12
1.2 РОЛЬ ФОРСАЙТУ В ІННОВАЦІЙНОМУ УПРАВЛІННІ.....	13
1.3 ОСНОВНІ ЕТАПИ ФОРСАЙТ-ПРОЦЕСУ	14
1.4. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ, ВИКОРИСТОВУВАНІ В ФОРСАЙТІ.....	17
1.5 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНСТРУМЕНТІВ І МЕТОДІВ ФОРСАЙТУ В РОЗРОБЦІ ІННОВАЦІЙНИХ СТРАТЕГІЙ.....	23
РОЗДІЛ 2. ФОРСАЙТ-ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	25
2.1 АНАЛІЗ РИНКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ І ЙОГО ПЕРСПЕКТИВИ	26
2.2 ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕНДЕНЦІЙ У СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ - ПІДХІД, ОРІЄНТОВАНИЙ НА МАЙБУТНЄ	30
2.3 РОЛЬ ФОРСАЙТУ В ІДЕНТИФІКАЦІЇ КЛЮЧОВИХ ГРАВЦІВ ТА КОНКУРЕНТІВ У СФЕРІ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	33
2.4 РИЗИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИХОДУ НА РИНОК СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЄВРОПІ ТА АЗІЇ	36

2.5 ПРОГНОЗУВАННЯ МОЖЛИВИХ ВПЛИВІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОЛІТИК ТА РЕГУЛЮЮЧИХ СТАНДАРТІВ НА РОЗВИТОК СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	39
2.6. РОЗРОБКА СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФОРСАЙТ-ПІДХОДІВ	41
РОЗДІЛ 3. ФОРСАЙТ СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ	48
3.1 ПОТОЧНИЙ СТАН СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ	48
3.2 ІНІЦІАТИВИ ТА ПРОГРАМИ ДЕРЖАВИ ЩОДО РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ. ЕВОЛЮЦІЯ УКРАЇНСЬКОГО СОНЯЧНОГО ЗАКОНОДАВСТВА	52
3.3 ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ НА ОСНОВІ ФОРСАЙТ-ПРОГНОЗІВ	59
3.4 ПОТОЧНИЙ СТАН ОПЕРАЦІЙ З УТИЛІЗАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В УКРАЇНІ	62
3.5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ УКРАЇНСЬКИХ ВЛАДНИХ ОРГАНІВ ТА ГАЛУЗЕВИХ ГРАВЦІВ НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ФОРСАЙТУ ...	67
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72

ВСТУП

Сучасний світ переживає період інтенсивних трансформацій, пов'язаних із постійними викликами у сфері енергетики. Забезпечення стійкої, доступної та ефективної енергетичної системи, яка враховує екологічні аспекти та здатна задовольнити ростучий попит на енергію, стає нагальним завданням. У цьому контексті, необхідність високоефективних та екологічно чистих джерел енергії визначається як пріоритетна для забезпечення сталого розвитку та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Серед ключових кандидатів на роль такого джерела виділяється сонячна енергія. Протягом останніх десятиліть вона не тільки набула визнання як перспективне відновлювальне джерело, але й стала важливим фактором у загальному енергетичному балансі планети. Здатність сонячної енергії ефективно задовольняти великий попит на енергію і її безмежний потенціал, поєднані із стрімким зниженням вартості технологій, роблять її все більш доступною для реалізації.

Сонячна енергія відкриває широкі перспективи для розвитку стійких та ефективних енергетичних систем, дозволяючи зменшити залежність від традиційних джерел енергії та сприяти редукції викидів забруднюючих речовин. Її безперервність та великий потенціал генерації енергії роблять сонячні технології привабливим вибором для побутових та промислових застосувань. Однак, несвідоме використання сонячної енергії вимагає вирішення технічних та економічних викликів. Розвиток зберігання енергії, підвищення ефективності сонячних панелей та зменшення їх вартості - це лише деякі аспекти, що потребують додаткової уваги для повного впровадження сонячної енергії.

У зв'язку із зазначеними викликами, використання форсайт-методології в

сфері сонячної енергетики набуває особливого значення. Спрямована на прогнозування та ідентифікацію стратегічних напрямків розвитку, вона може стати ефективним інструментом для вирішення складних завдань, пов'язаних із впровадженням сонячних технологій та забезпеченням сталості енергетичного сектору в глобальному світі.

Майбутнє, непередбачуване за своєю природою, вимагає систематичного та стратегічного підходу для ефективного управління ризиками і можливостями. У цьому контексті Форсайт лишається динамічною галуззю, глибоко вкоріненою в наукових колах та відзначеною своєю важливістю для вирішення складних викликів, що стоять перед сучасністю.

Основна мета Форсайту полягає в тому, щоб стимулювати стратегічне планування та обґрунтоване прийняття рішень, що зрештою прокладає шлях для розвитку різноманітних можливостей і результатів. Такий підхід є невід'ємною частиною високорозвиненого суспільства, яке постійно вдосконалюється та адаптується до змін у глобальному середовищі.

Форсайт використовує різноманітні методи, щоб краще оцінити майбутнє. Аналіз мегатрендів дозволяє визначити основні напрямки розвитку з урахуванням впливу соціальних, економічних і технологічних змін. Сканування горизонту використовується для точного визначення майбутніх змін, забезпечуючи повний огляд того, що, ймовірно, станеться в усіх сферах життя. Аналіз різних сценаріїв допомагає зробити цінні прогнози, вибрати найбільш імовірний шлях розвитку та впоратися з можливими невизначеностями.

Усі ці методи об'єднуються для того, щоб надати чіткий погляд на можливий майбутній ландшафт, дозволяючи суспільству, організаціям та урядам приймати обдумані рішення та готуватися до майбутніх викликів. Форсайт стає важливим інструментом для тих, хто прагне розуміти, адаптуватися і впроваджувати інновації в невизначеному світі.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРСАЙТУ ЯК КОМПЛЕКСНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ СТРАТЕГІЇ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

1.1 ВИЗНАЧЕННЯ ФОРСАЙТУ ЯК МЕТОДУ СТРАТЕГІЧНОГО МИСЛЕННЯ

У часи все більш швидких змін, зростаючої складності та критичної невизначеності відповідальне врядування вимагає підготовки до несподіванок. Стратегічне передбачення необхідне, коли існує високий ступінь невизначеності щодо змін у відповідному майбутньому контексті [1].

Майбутнє непередбачуване, але Форсайт залишається динамічною галуззю, яка глибоко вкорінена в наукових колах. Його головна мета полягає в тому, щоб заохочувати стратегічне планування та продумане прийняття рішень, що зрештою прокладає шлях до розвитку різноманітних можливостей і результатів.

Щоб оцінити майбутнє, Форсайт використовує різноманітні методи, як-от аналіз мегатрендів, сканування горизонту для точного визначення майбутніх змін і аналіз різних сценаріїв для створення цінних прогнозів [2].

Інтерпретуючи базовий європейський документ з регіонального форсайту, впливає таке твердження: це «процес активного пізнання майбутнього і створення бачення середньострокової і довгострокової перспективи, націленої на прийняття актуальних рішень і мобілізацію спільних зусиль [2]. Він об'єднує ключових учасників змін і різні джерела знання для розробки стратегічного бачення і розвитку здібностей до прогнозування майбутнього»

Форсайт враховує участь багатьох зацікавлених верств громадянського суспільства не тільки у формуванні майбутньої картинки, але й в активних діях з реалізації ними ж передвіщених змін, він визнає схоластику в суспільному розвитку ширше, ніж прогнозування, і тому зосереджується не на явних

розрахунках майбутнього, а на можливих, заснованих на сценаріях, змінних передбаченнях майбутнього, яке відоме як «дослідження майбутнього» [1].

Також Форсайт спирається на експертні судження й оцінки. Ця його особливість має назву «широкий формат участі».

Форсайт має, по суті, «процесуальний» характер. Це означає, що його цінність полягає не лише в кінцевому продукті чи документі, а й у самому процесі взаємодії залучених до нього експертних спільнот. Форсайт характеризується великим ступенем відкритості, орієнтований на взаємодію, комунікацію та якнайширше поширення ідей у соціальному середовищі. Крім того, він поєднує розрахунок ймовірного майбутнього з активним втручанням у його формування [1].

Форсайт розглядає майбутнє як частину системи людської діяльності, що спрямована на його формування. Стратегічне передбачення має значення лише тоді, коли воно супроводжується подальшими діями, які відповідають отриманим результатам [2].

1.2 РОЛЬ ФОРСАЙТУ В ІННОВАЦІЙНОМУ УПРАВЛІННІ

Стратегічне передбачення є потужним інструментом для управління інноваціями. У світі, що постійно змінюється, здатність передбачати майбутні реалії та адаптуватися до них стає критично важливою для компаній та організацій. Від успішних стартапів до великих підприємств, кожен стикається з проблемами та можливостями світу, що швидко змінюється [3].

У цьому контексті стратегічне передбачення або прогнозування майбутнього стає важливим фактором у формуванні ефективних інноваційних стратегій та забезпеченні сталого розвитку.

По-перше, форсайт дає змогу аналізувати та визначати потенційні майбутні тенденції та інноваційні можливості. Організації можуть визначити

нові ринки, технології та шляхи підвищення конкурентоспроможності, уважніше придивившись до майбутніх можливостей [3].

По-друге, стратегічне передбачення допомагає організаціям уникнути загроз і ризиків, які можуть виникнути в майбутньому. Розглядаючи потенційні негативні ситуації, слід підготуватися до них і вжити заходів для запобігання або пом'якшення їх наслідків. Це дозволяє організаціям стати більш адаптованими до змін і зберегти конкурентну перевагу [3].

По-третє, стратегічне передбачення сприяє інноваціям шляхом планування та впровадження нових ідей і проектів. Організації, які активно використовують форсайт, можуть розробити конкретні стратегії для створення та впровадження нових продуктів, послуг або процесів. Це дозволяє їм бути в авангарді інновацій і забезпечує успіх на ринку.

По-четверте, форсайт може включати участь різних стейкхолдерів, зокрема клієнтів, партнерів, експертів та співробітників, в процес передбачення та розробки інновацій. Це сприяє створенню більш обґрунтованих та прийнятних рішень [3].

Загалом, стратегічне передбачення допомагає організаціям стати більш конкурентоспроможними та інноваційними, щоб вони могли більш ефективно реалізувати свій потенціал і досягти успіху на ринку.

Стратегічне передбачення стає важливим інструментом коригування та вдосконалення організаційної стратегії. Це дає змогу думати наперед і планувати інновації, що важливо для успішного зростання в мінливих умовах. Тому стратегічний форсайт стає невід'ємним елементом стратегічного управління, сприяючи сталому зростанню та реалізації інноваційних рішень.

1.3 ОСНОВНІ ЕТАПИ ФОРСАЙТ-ПРОЦЕСУ

Форсайт, як інструмент стратегічного управління, вимагає систематичної та послідовної розробки для досягнення ефективних результатів. Процес

створення форсайт-проекту включає в себе кілька ключових етапів, кожен з яких грає важливу роль у прогнозуванні та формуванні майбутнього (Табл. 1.1.) [4].

Таблиця 1.1

Етапи реалізації форсайт-досліджень

№	Назва етапу	Зміст етапу
1	Визначення об'єкта прогнозування	Визначення сфер діяльності, сегментів ринку, розробок компанії, інноваційних напрямків розвитку тощо.
2	Визначення необхідних умов	Встановлення цільових показників для досягнення в майбутньому та умов, які відображають якісні та кількісні зміни.
3	Сканування	Визначення ключових операторів прогнозного середовища, вибір методів дослідження та проведення експертних опитувань.
4	Альтернативи для майбутнього	Уточнення тенденцій розвитку об'єкта прогнозування, виявлення зон невизначеності та формування можливих сценаріїв майбутнього.
5.	Планування та виконання	Розробка дорожньої карти, участь зацікавлених сторін в обговоренні майбутнього, зміни стратегії та дій клієнтів Форсайту. Зміни зовнішнього середовища або процес реалізації раніше прийнятих стратегічних рішень.
6.	Об'єкти прогнозування та реквізити	Встановлення об'єктів прогнозування та розробка «реквізитів» для соціально-політичних форсайт-проектів.
7.	Визначення експертного середовища	Визначення основних «стейкхолдерів», експертів, учасників проекту, тих, хто приймає рішення, та визначення трендів і їх вплив.
8.	Вибір методу та	Визначення методів прогнозування та

	проведення дослідження	проведення експертного дослідження (метод Дельфі, панель експертів тощо).
--	------------------------	---

Джерело: розроблено автором за даними [4]

1. Визначення об'єкта прогнозування. Наприклад, це можуть бути сфери діяльності, сегменти ринку, розробки компанії, інноваційні напрямки розвитку тощо.

2. Визначення необхідних умов. Отже, у разі використання методів прескриптивного прогнозування передумови складаються переважно з цільових показників, яких передбачається досягти в майбутньому. Для Форсайта було вкрай важливо, щоб основна умова відображала як якісну зміну, так і кількісне вираження.

3. Сканування. Цей етап включає визначення ключових операторів прогнозного середовища (стейкхолдерів, експертів), вибір методів дослідження та проведення експертних опитувань.

4. Альтернативи для майбутнього. Уточнюється тенденція розвитку об'єкта прогнозування, можливі зони невизначеності в різних сценаріях розвитку об'єкта прогнозування та формування можливих сценаріїв майбутнього.

5. Планування та виконання. Етап передбачає розробку та створення дорожньої карти, участь усіх зацікавлених сторін в обговоренні майбутнього, зміни стратегії та дій клієнтів Форсайту (зміни стратегії, формування нових проектів та ініціатив), зміни зовнішнього середовища або процес реалізації раніше прийнятих стратегічних рішень [4].

Об'єкти прогнозу у форсайті зазвичай встановлюються клієнтом. У соціально-політичних форсайт-проектах завдання ідентифікації об'єктів прогнозування потребує особливого трактування і ставиться перед форсайтом. Це розбивається на окрему фазу, яка називається розробкою «реквізитів» [4].

Наступним кроком є визначення експертного середовища та формулювання відповідей на питання:

- Хто є основними «стейкхолдерами»?
- Кого слід вважати екпертом?
- Хто має брати участь у проєкті на якому етапі та в якій якості?
- Хто входить до кола тих, хто приймає рішення?
- Які тренди існують і як оцінити їх вплив?

Після цього на наступному етапі визначається, який метод буде використовуватися в проєкті, які прогнози потрібні і як буде проводитися експертне дослідження (метод Дельфі, панель експертів або інші методи) [4].

1.4. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ, ВИКОРИСТОВУВАНІ В ФОРСАЙТІ

Основні принципи Форсайта включають наступні аспекти: розвиток управлінської ситуації залежить від рішень та дій, керуючи організацією; майбутнє є варіативним, і його може супроводжувати багато альтернативних сценаріїв розвитку; дії приймача рішень можуть бути незумовленими; ідея абсолютно точних прогнозів є малоімовірною, тому розробка форсайт-проєктів сприяє уявленню можливого розвитку подій і підготовці до майбутнього [5].

Метою форсайту є визначення альтернатив об'єкту прогнозу розвитку — можливих сценаріїв майбутнього. Технологія експертного оцінювання вважається основною технологією його огляду. Методологія Форсайт включає ряд відомих і спеціально розроблених експертних методик [5]. Водночас, його постійне вдосконалення та розвиток технологій і процедур забезпечує підвищення ефективності та точності прогнозів науково-технологічного та соціально-економічного розвитку.

Найбільшого поширення набули три методи класифікації, використовувані в форсайті. Перший ґрунтується на типізації методу

(дослідницько-конкретизаційний), другий — на виборі типу методу (якісний, кількісний і змішаний), третій — на джерелі знань (творчості, досвіду, взаємодії та фактичних комбінованих методів) [6].

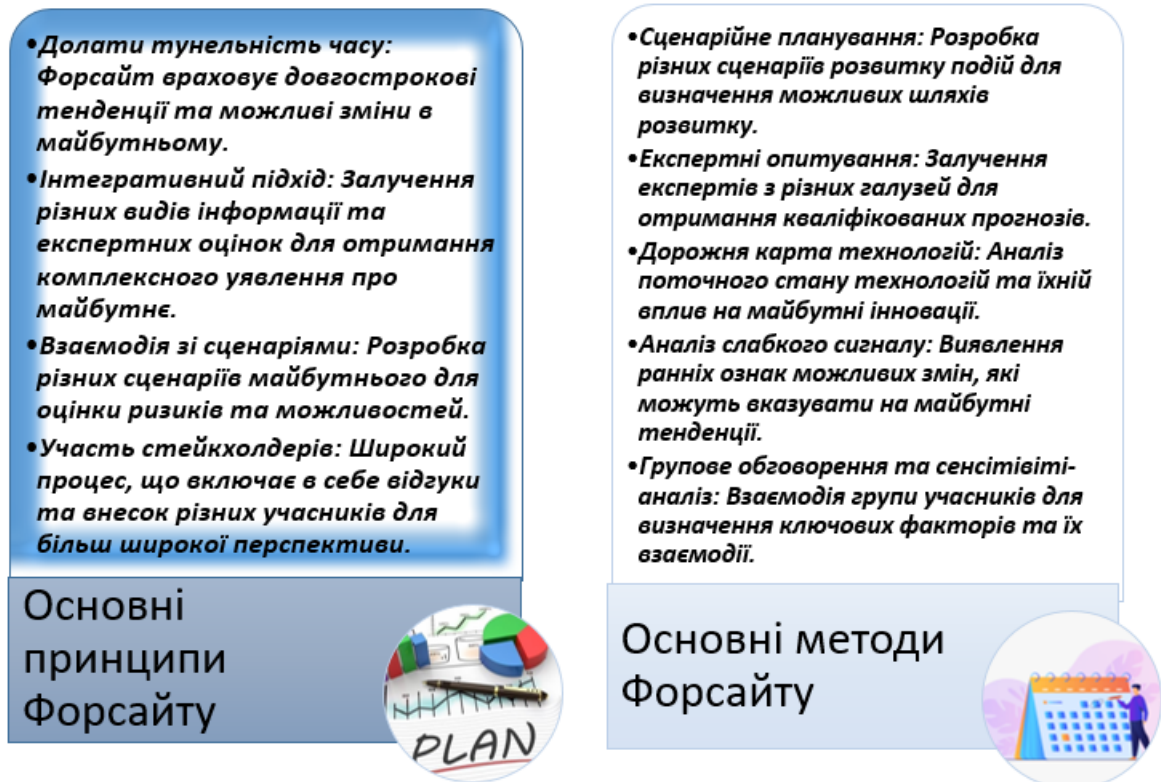


Рис.1.1. Основні принципи та методи форсайту

Класифікація за підходом. Традиційна класифікація методів у галузі прогнозування та футурології ґрунтується на дослідницькому чи нормативному спрямуванні. Однак важливо враховувати, що навіть емпіричні дослідження не позбавлені суб'єктивних оцінок, і в Форсайт-дослідженнях часто використовуються елементи обох підходів. Підхід вважається дослідницьким, якщо на основі відомих фактів можна прогнозувати різні варіанти майбутнього. Методологічні системи, які найчастіше використовуються для вирішення дослідницьких питань, включають мозковий штурм, SWOT-аналіз, сценарні

семінари, метод Дельфі, геніальне прогнозування, екстраполяцію тенденцій та системний аналіз [6].

1. Класифікація за типом методів наведена в табл. 1.2.

Кількісний аналіз зазвичай виконується відповідно до встановлених процедур. Отже, такі методи значно простіше реплікувати, ніж якісні, які вимагають від дослідника певних "передбачуваних" знань.

2. Класифікування за джерелами знань. Тип методу визначає широту діапазону опцій, доступних для моделі методу. Зрозуміло, що часто використовуються кілька методів і в певному порядку, тому знання характеристик кожного методу недостатньо для визначення ступеня його сумісності або формулювання методологічної структури дослідження. Необхідні критерії їх відбору та поєднання [5].

Щоб розглянути всі можливі варіанти та отримати всебічне розуміння, до розробки перспективних проектів зазвичай залучається велика кількість експертів. Наприклад, понад 2000 експертів, які представляють усі найважливіші галузі науки, техніки та інженерного розвитку, брали участь у довгостроковому прогнозі розвитку науки та техніки Японії, який проводиться кожні п'ять років з 1971 року, тоді як у проекті в Південній Кореї більше беруть участь понад 10 000 експертів.

Техніка форсайту дозволяє не тільки знайти можливі альтернативи розвитку прогнозованого об'єкта, а й порівняти їх, оцінити і визначити найбільш ідеальний. У процесі відбору для визначення найбільш ідеального варіанту використовуються різні критерії [6]. Таким чином, при виборі ключових технологій можна використовувати критерії досягнення максимального економічного зростання, а при формуванні дорожніх карт галузевих технологій - використовувати потенційні ринкові ніші та технології

для якнайшвидшої розробки конкурентоспроможних продуктів для ринків, що розвиваються.

Таблиця 1.2

Класифікація Форсайт-методів

Метод	Мета та спрямування	Види
Якісні	Методи, що дають змогу осмислювати й оцінювати події з погляду суб'єктивного сприйняття	<ul style="list-style-type: none"> - Ретроналяція. - Мозковий штурм. - Громадянські панелі. - Конференції/семінари. - Написання сценаріїв. - Експертні панелі. - Прогноз генія. - Інтерв'ю. - Аналіз літератури. - Морфологічний аналіз. - Дерева цілей/логічні схеми. - Рольові ігри. - Профілювання. - Сценарії/сценарні семінари. - Наукова фантастика. - Симуляційні ігри. - Обстеження. - SWOT-аналіз. - Слабкі сигнали/джокери
Кількісні	Методи, що дають змогу вимірювати змінні та застосовувати статистичний аналіз. Використовуються або генеруються (в ідеалі) надійні та достовірні дані (наприклад, соціально-економічні індикатори)	<ul style="list-style-type: none"> - Бенчмаркінг. - Бібліометрія. - Індикатори/аналіз часових рядів. - Моделювання. - Патентний аналіз. - Екстраполяція тенденції/аналіз впливу
Змішані	Методи, що дають змогу застосовувати математичні принципи для кількісного вимірювання суб'єктивних думок, логічних побудов і поглядів експертів і	<ul style="list-style-type: none"> - Аналіз перехресних зв'язків/структурний аналіз. - Метод Дельфі. - Ключові/критичні технології. - Багатокритеріальний аналіз. - Кількісні сценарії.

	коментаторів (тобто зважування думок або ймовірностей)	<ul style="list-style-type: none"> - Дорожні карти. - Аналіз зацікавлених сторін
--	--	--

Джерело: розроблено автором за даними [5-6]

Стратегія розвитку вибирається на основі великої серії експертних консультацій, що дозволяє передбачити найнесподіваніші шляхи розвитку подій і можливі «підводні камені». Зокрема, цей процес можна здійснити методом «мозкового штурму».

Одним із вихідних пунктів Форсайту є те, що поява «ідеальної» версії майбутнього значною мірою залежить від дій, які здійснюються сьогодні. Тому вибір програми супроводжується розробкою заходів щодо забезпечення оптимальної траєкторії розвитку прогнозованого суб'єкта. У той час, коли боротьба за лідерство та конкурентну перевагу є особливо важливою, прогнозування траєкторії інновацій виходить на перший план [5].

Форсайт-проекти використовуються для визначення перспективних напрямків науково-технічного розвитку. Завдяки технології Форсайта ці питання стали предметом дискусії не тільки серед науковців, а й серед політиків, бізнесменів і практиків усіх галузей економіки. За результатами обговорення виникли нові ідеї щодо вдосконалення механізмів управління науковими дослідженнями, інтеграції науки та виробництва, зрештою визначення ефективних інноваційних напрямків розвитку, які можуть підвищити конкурентоспроможність країни, галузі чи галузі. область. Крім того, організація систематичних спроб «заглядати в майбутнє» призводить до формування вищої культури управління і, таким чином, більш фундаментальної науково-технічної та інноваційної політики [6].

Результатом розробки форсайт-проекту є не тільки нові знання у вигляді звіту, набору сценаріїв, рекомендацій тощо. Важливим результатом є розвиток

неформальних стосунків між учасниками, створення єдиної картини ситуації. У деяких проектах одним із головних ефектів вважається формування горизонтальних мереж, тобто майданчиків, де науковці та бізнесмени, викладачі університетів та чиновники, експерти суміжних галузей можуть систематично обговорювати спільні питання.

Розробка бачення вимагає залучення великої кількості висококваліфікованих експертів і має бути ретельно спланованою та організованою. Форсайт-проекти можна виконувати на регулярній основі, а іноді навіть періодично. В інших випадках дослідження можна проводити без дублювання як низку взаємопов'язаних проектів, спрямованих на вирішення складного набору взаємопов'язаних завдань і розробку узгодженого погляду на довгострокові перспективи технологій, інновацій та суспільства [5].

На відміну від традиційної технології прогнозування, Форсайт є більш масштабною та складнішою розробкою. У перспективних рамках оцінити можливі перспективи інноваційного розвитку, пов'язані з науково-технічним прогресом, окреслити технологічне бачення, яке можна досягти шляхом інвестування певних коштів та організації системної роботи, а також можливий вплив на економіку та суспільство. Форсайт завжди передбачає участь багатьох фахівців з різних сфер діяльності, пов'язаних тією чи іншою мірою з тематикою конкретного форсайт-проекту. У багатьох випадках під час розробки Форсайту вигідно проводити опитування серед конкретних груп людей (мешканці регіону, молодь тощо), які безпосередньо зацікавлені у вирішенні проблем, які обговорюються в рамках проекту [6].

Форсайт продовжує зосереджуватися на розробці практичних заходів для зближення вибраних стратегічних орієнтирів. Тому в міру розвитку Форсайту робота з визначення перспектив розвитку об'єктів прогнозування для особливо важливих проектів, як правило, не закінчується, а продовжується, щоб при

серйозних змінах можна було вчасно внести зміни виходячи з ситуації реалізації проекту або ситуації під час процес реалізації внести корективи в прогнози. Це робить Форсайт одним із ефективних інструментів стратегічного управління.

1.5 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНСТРУМЕНТІВ І МЕТОДІВ ФОРСАЙТУ В РОЗРОБЦІ ІННОВАЦІЙНИХ СТРАТЕГІЙ

Інструменти та методи форсайту стали популярними способами аналізу та прогнозування майбутніх сценаріїв. З 1990-х років вони широко використовуються для аналізу та прогнозування сценаріїв майбутнього технологічного та інноваційного розвитку країн і регіонів. Ці інструменти також допомагають аналізувати кластери та кооперацію бізнес-мереж. Вони включають цільові дослідження, опитування, консультації, створення спеціальних робочих груп, мозковий штурм, SWOT-аналіз, технологічний аудит підприємств, наукових організацій регіону, аналіз кластерів та бізнес-мережевого співробітництва. Такі інструменти використовуються для розробки стратегій досліджень та інновацій (RIS) [7]. Експерти працюють з оновленою інформацією в кожному наступному раунді, що дозволяє їм або скоригувати свою думку, або підтвердити свою попередню оцінку, підвищуючи загальний консенсус у групі.

Метод Дельфі використовується для уточнення загальної думки експертної групи та підвищення узгодженості думок експертів щодо групової оцінки. Учасники форсайту включають експертів, осіб, які приймають рішення, і найбільш кваліфікованих у сферах форсайту. Одним із важливих результатів форсайту є створення мережі експертів, які представляють сферу форсайту [7]. Інструменти та методи форсайту стимулюють взаємодію та орієнтацію в майбутнє між акторами інноваційної системи.

Метод сценаріїв використовується для виділення ключових моментів розвитку та розробки різних варіантів динаміки. Учасникам пропонується висловити якомога більше варіантів під час обговорення.

«Мозкова» атака є форсайтним методом розробки рішень, який передбачає обговорення середньострокових пріоритетних напрямків інноваційної діяльності [7].

Інструменти та методи форсайту також використовуються для розробки дослідницьких та інноваційних стратегій, включаючи моніторинг і сканування джерел, моделювання агентів, моделювання та симуляцію, ідентифікацію ключових технологій, технологічне відображення, реверсивну постановку та аналіз взаємодій. Методичний інструментарій форсайт-досліджень може бути доповнений іншими сучасними методами.

Інструменти та методи форсайту набули значного значення як сучасні засоби розробки інноваційних стратегій в організаціях, зокрема, у сфері регіонального розвитку. Для вдосконалення методичного забезпечення формування інноваційних стратегій регіонального розвитку дедалі ширше використовується форсайт-інструментарій [8].

Прогностичні та стратегічні маркетингові дослідження з використанням інструментів і методів форсайту проводяться з метою виявлення існуючих проблем соціально-економічного та інноваційного розвитку регіону, пропозиції шляхів їх вирішення, прогнозування майбутніх інноваційних розробок та їх пріоритетних напрямів

Методи передбачення також використовуються для прийняття критичних рішень щодо розробки інноваційних стратегій. Наприклад, було досліджено потенціал застосування методології форсайту для розробки Геоінформаційної системи, що вказує на величезний потенціал цієї методології в різних областях. Крім того, запропоновано шляхи вдосконалення нормативно-правової бази

розвитку регіональних інноваційних систем в Україні на основі інструментів і методів форсайту [8]. Запропоновані рішення підкреслюють потенціал методології форсайту у вдосконаленні нормативної бази. Підсумовуючи, інструменти та методи форсайту виявилися ефективним засобом аналізу майбутніх сценаріїв, виявлення проблем і формулювання інноваційних стратегій у різних організаційних секторах.

Інструменти та методи форсайту пропонують багато переваг, коли йдеться про розробку стратегічного плану для організації. Одним із найперспективніших інструментів у цьому контексті є метод форсайту, який широко використовується з 1990-х років для аналізу та прогнозування різноманітних сценаріїв на майбутнє [8]. Набір методів та інструментів, що використовуються в Форсайті, численний і різноманітний, включаючи форсайт-методологію стратегічного управління інноваціями. Використовуючи методи форсайту, організації можуть визначити доцільність використання методології форсайту в розробці комплексних стратегій для інновацій та зростання. Наприклад, дослідження показали, що форсайт-підхід до стратегічного планування капіталу ефективніший за традиційні методи прогнозування. Це пояснюється тим, що інструменти та методи форсайту використовують більш комплексний підхід до довгострокового планування, розглядаючи різні можливі сценарії майбутнього [7].

Таким чином організації можуть розробляти довгострокові стратегії розвитку економіки, науки, технологій та інших важливих сфер. Загалом, інструменти та методи форсайту забезпечують цінну основу для розробки інноваційних стратегій організаційного зростання та успіху.

РОЗДІЛ 2. ФОРСАЙТ-ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

2.1 АНАЛІЗ РИНКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ І ЙОГО ПЕРСПЕКТИВИ

Глобальний ринок сонячної енергії переживає значне зростання в останні роки, оскільки все більше країн і суб'єктів господарювання прагнуть перейти на чисті відновлювані джерела енергії. Ними керує низка факторів, зокрема, вартість виробленої електроенергії, швидкий розвиток, інновації та державні стимули. Сонячна енергія швидко стає лідером на світових ринках електроенергії і, як очікується, стане найбільш економічно ефективним видом енергії до кінця десятиліття.

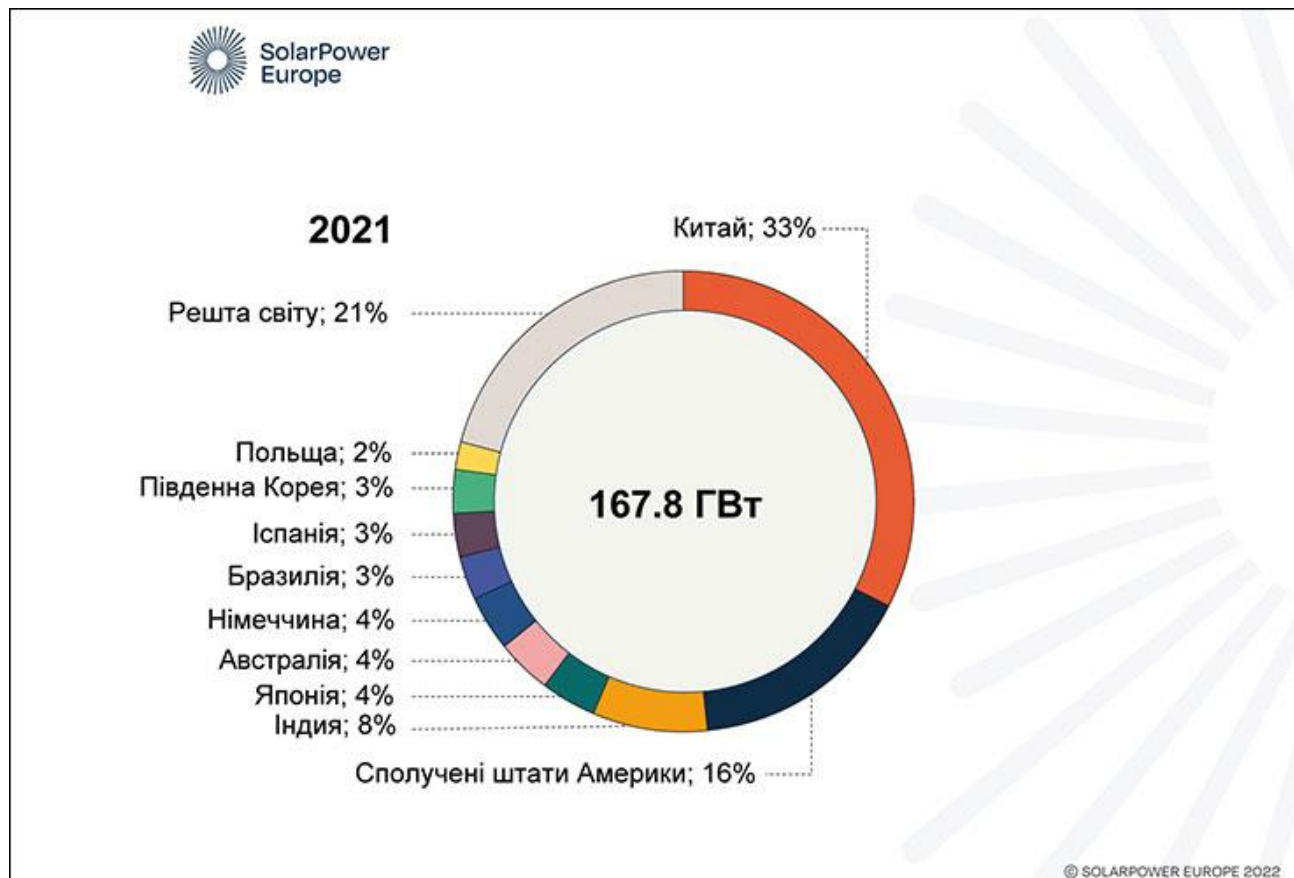


Рис. 2.1. Топ-10 країн-лідерів у впровадженні сонячної енергетики, 2021

Оскільки відновлювані джерела енергії стають все більш важливими в усьому світі, сонячна енергія є основним рушієм у розширенні потужностей

відновлюваних джерел [9]. У 2021 році на частку вітрової та сонячної енергії припадало 88% усіх чистих відновлюваних джерел енергії, що призвело до значного щорічного збільшення потужностей відновлюваної генерації. У 2022 році світовий ринок сонячної енергії досяг 94,6 млрд. дол. США, але він все ще становить лише невелику частку світового енергетичного ринку. Більша частина світової енергії використовується для виробництва електроенергії, а транспорт, важка промисловість, хімічна промисловість і виробництво добрив все ще сильно залежать від викопного палива [10].

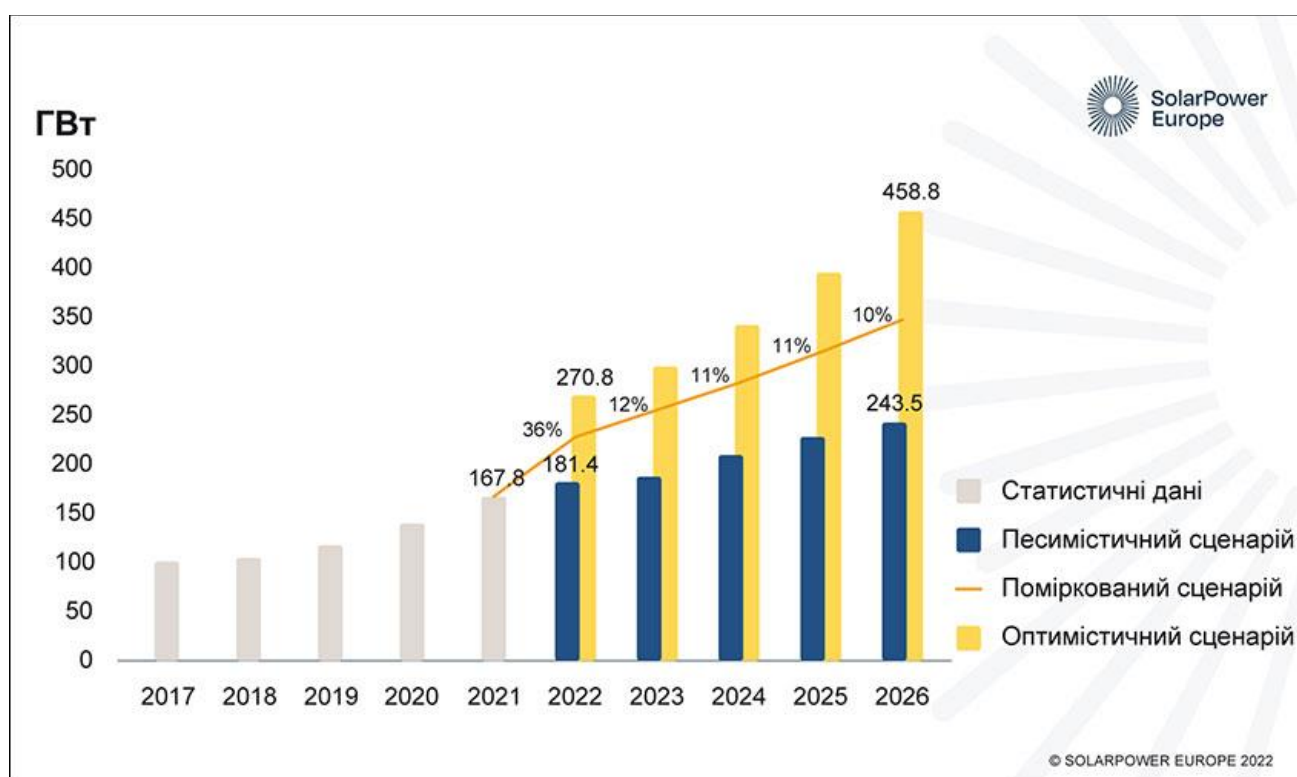


Рис. 2.2. Сценарії середньострокового розвитку сонячної енергетики, 2022-2026

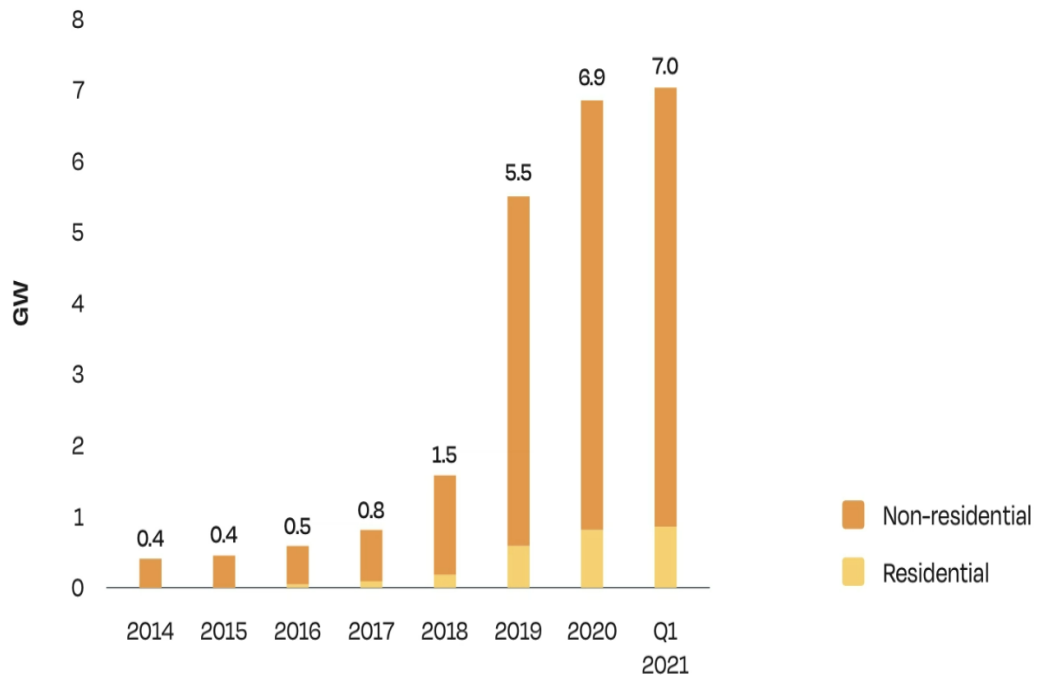
Сонячна енергія вважається універсальним джерелом електроенергії, оскільки вона задовольняє широкий спектр потреб. Крім того, сонячні фотоелектричні установки можна побудувати швидко та легко, що робить їх ще більш привабливим варіантом. Інновації відбуваються по всьому ланцюжку створення вартості фотоелектричної індустрії, включаючи вдосконалення

можливостей накопичення енергії та підвищення ефективності сонячних елементів [10]. Уряди також відіграють важливу роль у зростанні ринку сонячної енергії, оскільки минула політика та поточні стимули, такі як «зелені» тарифи та податкові пільги, заохочують перехід до більш чистих та стійких джерел енергії. Незважаючи на потенціал сонячної енергії, вона все ще стикається з проблемою мінливості через коливання погодних умов. Щоб пом'якшити цю проблему, рекомендується інтегрувати інші відновлювані джерела енергії та модернізувати існуючу енергетичну інфраструктуру, а також покращити рішення для зберігання енергії.

Сонячна енергія є багатообіцяючим джерелом енергії з економічно конкурентоспроможним майбутнім з меншими недоліками порівняно з викопним паливом і стає все більш необхідною через вплив глобального потепління [9].

Незважаючи на проблеми, з якими стикається світовий ринок фотоелектричної енергії, найближчими роками очікується значне зростання сонячної промисловості. У 2021 році потужність промислових сонячних електростанцій збільшилась на 4,8% - на 286 МВт до 6 227 МВт. За даними Держенергоефективності, у 2021 році майже 15 тисяч українських родин встановили сонячні установки, що удвічі більше, ніж у 2020 році. Загалом на кінець 2021 року в Україні нараховувалось близько 45 тисяч домогосподарств, які використовують сонячні панелі та заощаджують на рахунках за електроенергію. Загальна потужність таких СЕС перевищила 1,2 ГВт [9].

Очікується, що до 2030 року загальна сонячна потужність збільшиться на 311 ГВт, в результаті чого загальна підключена до мережі сонячна потужність за найбільш ймовірним сценарієм досягне 1870 ГВт до 2025 року.



Встановлена потужність комерційних та приватних сонячних електростанцій в Україні (SolarPowerEurope, ACEY).

Рис. 2.3. Встановлена потужність комерційних та приватних сонячних електростанцій в Україні (SolarPowerEurope, ACEY)

Новітні технології сонячних батарей також просуваються до промислового виробництва, встановлення ланцюга поставок і високої ефективності, що сприяє подальшому зростанню галузі. Незважаючи на такі проблеми, як процес деградації панелей та поводження з фотоелектричними установками після закінчення терміну служби, компанії сонячної промисловості оптимістично налаштовані щодо подальшого зниження вирівняної вартості енергії (LCOE), причому очікується, що LCOE знизиться на 0,014-0,05 дол. США/кВт-год до 2050 рік [10].

Збільшення інвестицій у сонячну фотоелектричну енергію має вирішальне значення для досягнення кліматичної нейтральності та глобального енергетичного переходу, причому очікується, що середньорічні інвестиції в сонячну фотоелектричну енергію зростуть на 68% до 2050 року порівняно з

2018 роком. Передові технологічні рішення, такі як зміни в архітектурі клітин, забезпечують підвищення ефективності та зростання ринку сонячної енергії [10].

Попит українського суспільства на «чисту» енергію та участь країни в європейському «зеленому шляху» є основними рушійними силами зростання українського сонячного ринку, проте недосконала модель оптового ринку електроенергії, висока вартість електроенергії з ВДЕ та труднощі кінцевих споживачів через зростання цін на електроенергію є викликом для зростання українського ринку сонячної електрогенерації.

2.2 ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕНДЕНЦІЙ У СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ - ПІДХІД, ОРІЄНТОВАНИЙ НА МАЙБУТНЄ

Сонячна енергія стає все більш популярною як відновлюване джерело енергії, яке може задовольнити світовий попит на енергію. Швидкий прогрес у технологіях та інноваціях зробив сонячну енергію більш ефективною та рентабельною, що призвело до її поширення в різних галузях промисловості.

Методи прогнозування можна використовувати для визначення майбутніх тенденцій використання сонячної енергії. Один із підходів полягає в аналізі розвитку фотоелектричної енергії (фотовольтаїки) та основних типів матеріалів, які використовуються в сонячних технологіях.

Фотовольтаїка - це процес перетворення сонячної енергії на електричну енергію за допомогою сонячних панелей. Ця технологія стала все більш популярною завдяки своїй екологічності та здатності генерувати електроенергію без викидів парникових газів [11]. Але для прогнозування майбутніх тенденцій у цій сфері, необхідно ретельно вивчати різні аспекти розвитку технології сонячної енергетики.

Одним із ключових аспектів є аналіз матеріалів, які використовуються у виробництві сонячних панелей. З розвитком технологій з'являються нові матеріали, які можуть підвищити ефективність сонячних панелей і знизити їх вартість [11]. Наприклад, сучасні сонячні панелі використовують кремній, але дослідження та розробки інших матеріалів, таких як перовскіти або тонкі плівки, можуть зробити значний внесок у подальший розвиток сонячної енергетики.

Зокрема, важливо вивчати властивості цих матеріалів, їхню виробництво, вартість та технологічні переваги. Аналізуючи тенденції у розвитку таких матеріалів, можна приймати обґрунтовані рішення щодо вибору технології для виробництва сонячних панелей та передбачати їхні можливості у майбутньому. Такий аналіз може допомогти інвесторам, дослідникам і виробникам приймати рішення та розвивати галузь сонячної енергетики в екологічно та економічно ефективний спосіб [11].

Інший підхід полягає у відстеженні нових технологій для сонячних батарей і ключових тенденцій у виробництві фотоелектричних модулів. Розробники та виробники постійно працюють над удосконаленням сонячних елементів і модулів, щоб підвищити їх ефективність, довговічність і знизити витрати на виробництво. Це включає використання нових матеріалів, технічних рішень, методів будівництва та інноваційних ідей [11].

Необхідно також контролювати нові методи зберігання та управління виробленою сонячною енергією, такі як розробка сучасних систем накопичення або інтелектуальних мереж, щоб забезпечити більш ефективне використання сонячної енергії в будинках і промисловості.

Знання про такі нові технології та тенденції може допомогти при розробці стратегій щодо впровадження сонячних енергетичних систем, вибору оптимальних рішень для конкретних потреб та прогнозування того, які

нововведення можуть змінити ландшафт сонячної енергетики в майбутньому [11]. Такий аналіз є важливим інструментом для бізнесів, дослідників та організацій, що прагнуть використовувати сонячну енергію для досягнення своїх цілей ефективності та сталості.

Крім того, важливо проаналізувати минулі тенденції та пріоритети розвитку альтернативної енергетики, що може надати цінну інформацію щодо майбутніх прогнозів. Наприклад, у 2010 році було проаналізовано перспективи розвитку альтернативних джерел енергії, таких як сонячна енергетика в Україні. Аналіз враховує історичні дані про встановлену потужність сонячних електростанцій, обсяги інвестицій та державну підтримку сонячної галузі через національні та міжнародні проекти. Подібні аналізи можуть розкрити тенденції у зростанні популярності сонячної енергетики, зміни в регулюванні галузі, а також фактори, що впливають на прийняття рішень щодо використання альтернативних джерел енергії. Такий історичний аналіз може бути корисним для визначення тенденцій, які можуть продовжувати формувати сонячну енергетику у майбутньому.

Аналіз історичних даних та тенденцій розвитку альтернативних джерел енергії в Україні та світі дозволяє виявити фактори, що впливають на вибір сонячної енергетики. Ці фактори включають енергетичну політику, економічні зміни, зростання обізнаності про проблеми забруднення навколишнього середовища та зміни клімату, а також технологічні вдосконалення сонячних панелей і батарей. Дані про інвестиції, виробництво сонячних панелей і розгортання сонячних установок допомагають визначити тенденції та передбачити майбутні зміни [11].

Важливо також відзначити, що регулярний моніторинг економіки та її впливу на сонячний розвиток може допомогти передбачити майбутні тенденції. Наприклад, відновлення та модернізація економіки України може суттєво

вплинути на розвиток сонячної енергетики в країні та за її межами. Такі економічні фактори, як інвестиції в сонячну енергію, енергоефективність і програми стимулювання, можуть визначати темпи зростання сонячної промисловості [11]. Наприклад, залежно від економічної ситуації та рівня державної підтримки інвестори та підприємства можуть бути більш-менш схильні інвестувати в сонячні проекти. Тому моніторинг економічних змін і аналіз їх впливу на сонячну енергогенерацію є важливою частиною прогнозування майбутніх тенденцій.

Крім того, економічні зміни в інших країнах також можуть вплинути на розвиток сонячної енергетики через міжнародні інвестиції та торгівлю сонячними модулями. Зміни в глобальному енергетичному ринку та тарифні політики інших країн також мають значення для прогнозування майбутнього розвитку сонячної енергетики на національному рівні [11].

Загалом, поєднання найсучаснішого аналізу фотоелектричних та інших матеріалів, відстеження нових технологій, ретельного аналізу історичних даних і тенденцій в альтернативній енергетиці та економічних змін може допомогти формувати сонячні прогнози та стратегії розвитку.

2.3 РОЛЬ ФОРСАЙТУ В ІДЕНТИФІКАЦІЇ КЛЮЧОВИХ ГРАВЦІВ ТА КОНКУРЕНТІВ У СФЕРІ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Сонячна енергія стає дедалі важливішим джерелом відновлюваної енергії, що має потенціал для значного скорочення викидів вуглецю та вирішення проблеми зміни клімату. Проте галузь швидко розвивається та є високо конкурентною, на ринок виходить все більше гравців. Щоб досягти успіху в цій галузі, вкрай важливо визначити ключових гравців і потенційних конкурентів.

Важливо розуміти потенційні можливості та поточне конкурентне середовище для технологій відновлюваної енергетики. Форсайт є потужним інструментом для визначення ключових гравців сонячної промисловості. Це

допомагає визначити цінну інформацію, надану ОПЕК у формі прогнозів і цілей [12]. Форсайт також використовується для визначення таких факторів, як іноземні інвестиції та невидима конкуренція. Крім того, форсайт також відіграє ключову роль у допомозі зацікавленим сторонам визначити майбутні ключових акторів і у визначенні когнітивних моделей політичних прогнозів зацікавлених сторін [12].

Також, форсайт і планування портфоліо енергетичних технологій допомагають визначити ключових гравців галузі, які працюють у сфері відновлюваної енергетики. Він також використовується для визначення можливих сфер конкурентної переваги, а також різних концепцій, розділених на шість основних груп. Крім того, передбачення допомагає визначити потенційні можливості для відновлюваної енергії [12]. Усі ці фактори мають вирішальне значення для визначення ключових гравців у сонячному енергетичному просторі.

Динаміка ринку часто є хорошим індикатором потенційних конкурентів у галузі сонячної енергетики. Географічні відмінності все ще існують у галузі сонячної енергетики, при цьому Північна Америка та Європа мають ізоморфізм національних спільнот та більшу диверсифікацію вертикальних фокусів. Наприклад, у таких країнах, як Китай і Бразилія, розвиваються дослідницькі спільноти в галузі сонячної енергії. Ринкові стратегії та природне середовище є факторами, які впливають на спрямованість досліджень сонячної енергетики [13].

Протягом останніх двадцяти років сонячна енергетика є активною сферою досліджень. Щоб краще зрозуміти поточну динаміку ринку, необхідний ретельний аналіз конкурентного середовища. Це включатиме визначення ключових енергетичних технологій стратегічного значення, а також цілей, які визначають енергетичну безпеку [13]. Важливо також враховувати зовнішні

фактори, такі як рівень іноземних інвестицій в енергетичну галузь, наявність державних енергетичних компаній, а також економічне та політичне середовище. Крім того, слід також розглянути нові технології енергозбереження та нові технології відновлюваної енергії. Нарешті, пропозиція має визначити потенційні можливості для виробництва сонячних панелей і накопичувачів енергії. Врахування всіх цих факторів допоможе визначити потенційних конкурентів у сонячній енергетиці [12]. Найвагоміші елементи невизначеності (ризиків та можливостей) ринку сонячної енергетики наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Елементи невизначеності ринку сонячної генерації

Тип невизначеності	Зміст невизначеності
Ризики	1. Збільшення конкуренції: Швидкий розвиток галузі та вихід нових гравців може призвести до посилення конкуренції, що ускладнить здобуття ринкової частки.
	2. Невизначеність ринкових стратегій: Висока конкуренція та географічні відмінності у ринкових стратегіях можуть створювати невизначеність щодо оптимального напрямку розвитку.
	3. Зовнішні фактори: Економічне та політичне середовище, рівень іноземних інвестицій, та дії державних енергетичних компаній можуть становити ризики для стабільності галузі.
	4. Технологічні ризики: Швидкий розвиток нових технологій в енергетичному секторі може впливати на стратегічне значення певних технологій та вимагати постійного оновлення технологічного портфелю.
Можливості	1. Зростання попиту: Збільшення усвідомленості про екологічні проблеми та підтримка влади можуть призвести до зростання попиту на сонячні технології, створюючи нові можливості для ринкового росту.
	2. Інновації та конкурентні переваги: Використання форсайту та планування портфелю може допомогти визначити інноваційні технології та сфери конкурентної переваги, що сприятиме успішному конкуруванню на ринку.
	3. Географічні можливості: Розвиток дослідницьких спільнот

	у різних країнах, таких як Китай і Бразилія, може відкривати нові географічні можливості для розширення діяльності та співпраці в галузі сонячної енергетики.
	4. Розвиток нових технологій: Активне дослідження та розвиток нових технологій в енергетичній галузі може створити нові можливості для виробництва сонячних панелей та накопичувачів енергії, що відповідає вимогам ринку.

Джерело: розроблено автором за даними [12-13]

2.4 РИЗИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИХОДУ НА РИНОК СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЄВРОПІ ТА АЗІЇ

Розглядаючи ризики та можливості виходу на ринок сонячної енергії, важливо враховувати кілька ключових факторів. Європа, наприклад, значною мірою покладається на імпорт для задоволення своїх енергетичних потреб. У цьому випадку головним ризиком є потенційні перебої з поставками, спричинені торговими обмеженнями, особливо в європейській сонячній промисловості. Зусилля щодо диверсифікації джерел і зменшення залежності можуть бути ключовими аспектами стратегій розвитку.

Крім того, інвестори, розробники та оператори сектору відновлюваної енергетики стикаються зі значними ризиками на зрілих ринках. Змінні та непередбачувані законодавчі та нормативні умови та конкуренція з боку звичайних джерел енергії є важливими аспектами, які слід враховувати при розгляді можливостей у сонячній промисловості. Працюючи над пом'якшенням цих ризиків і використовуючи стратегії управління ризиками, компанії можуть максимізувати свій успіх на ринку відновлюваної енергії [14].

Також ринки відновлюваної енергетики більш чутливі до оптових цін на електроенергію, що може призвести до скорочення контрактів і збільшення ризику. Південно-Східна Азія, з іншого боку, значно збільшує свою сонячну потужність, а В'єтнам лідирує у відновлюваних джерелах енергії. Бразильський ринок сонячної енергії також важливий, оскільки країна має потенціал вийти на

ринок сонячної енергії та отримати вигоду від корисних для клімату мінералів. Технології сонячної та вітрової енергії зараз більш конкурентоспроможні, ніж будь-коли, і ця конкуренція, ймовірно, продовжиться, оскільки ціни на викопне паливо продовжуватимуть зростати [14].

Ринок сонячної енергії в Європі та Азії зростає, але не слід ігнорувати потенційні ризики, пов'язані з нею. Ризики торговельної політики є головним джерелом занепокоєння, оскільки ланцюжки постачання сонячних панелей вразливі до цих ризиків. З 2011 року зросла кількість торговельних обмежень, таких як антидемпінгові, компенсаційні та імпорتنі мита, які стягуються з частин ланцюга постачання сонячної фотоелектричної системи. Більше того, ці заходи покривають 15% світового попиту за межами Китаю, що може призвести до уповільнення розгортання сонячної фотоелектричної енергії [14]. Загалом, ризики, пов'язані з виходом на ринок сонячної енергії в Європі та Азії, незаперечні. Тому важливо враховувати ці ризики, щоб створити успішну стратегію та уникнути потенційних проблем.

З іншого боку, існують можливості, доступні на європейському та азіатському ринках сонячної енергії. Вартість сонячної енергії значно знизилася за останнє десятиліття, і очікується, що глобальний сектор сонячної енергії зростатиме в геометричній прогресії в найближчі роки [14]. Це в основному викликано збільшенням власного споживання та більшою кількістю фотоелектричних установок на дахах. Крім того, дана енергетична криза, спричинена високими цінами на електроенергію, посилила попит на сонячну енергію, оскільки споживачі та розробники все частіше купують сонячні панелі з Китаю. У Європейському Союзі сонячна енергетика зростає найвищими темпами із загальною встановленою потужністю 162 ГВт, а 5,7% загального виробництва електроенергії було отримано від сонячної енергії в 2021 році [15]. На азіатському ринку В'єтнам має найбільшу потужність як для сонячної, так і

для вітрової енергії, і уряд заохочує розвиток відновлюваної енергії. Це призвело до збільшення встановленої потужності сонячної енергії більш ніж у 47 разів у 2019 році [15].

Таїланд також активно просуває біоциклічну зелену економіку в рамках Азіатсько-Тихоокеанської рамкової програми економічного співробітництва 2022 року, яка передбачає дослідження відновлюваних джерел енергії, таких як біомаса, видобута з сільськогосподарських відходів. Це віщує потенційні можливості на ринку сонячної енергії Таїланду. Крім того, Таїланд також планує побудувати 16 плавучих сонячних електростанцій. Найбільша в світі плавуча сонячна електростанція буде введена в експлуатацію в Убонратчатхані, на північному сході Таїланду, в жовтні 2021 року. Це ще раз демонструє потенційний потенціал зростання тайського сонячного ринку. Економія від масштабу та вертикальна інтеграція виробництва необхідні для подальшого розкриття потенціалу європейського та азіатського ринків сонячної енергії для зменшення змінних витрат і підвищення конкурентоспроможності [15].

Виробники сонячних панелей також можуть використовувати свою продукцію для виробництва власної відновлюваної електроенергії на місці, зменшуючи як рахунки за електроенергію, так і викиди. Крім того, необхідні місцеві робочі місця та інвестиції для стимулювання зростання ринку сонячної енергії в Європі та Азії, а китайські виробники мають хороші можливості стати глобальними постачальниками технологій на цих ринках.

За оцінками, до 2030 року для створення нових сонячних фотоелектричних потужностей знадобляться інвестиції в ланцюг поставок у розмірі 120 млрд. дол. США. Це залучить основну частину інвестицій для підтримки зростаючого попиту в ключових галузях, таких як полікремній, зливки та пластини [15].

2.5 ПРОГНОЗУВАННЯ МОЖЛИВИХ ВПЛИВІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОЛІТИК ТА РЕГУЛЮЮЧИХ СТАНДАРТІВ НА РОЗВИТОК СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

В останні роки сонячна енергія була визнана перспективною альтернативою традиційним джерелам енергії. Однак на розвиток сонячної енергетики впливають різні фактори, зокрема енергетична політика та нормативні стандарти.

Енергетична політика та нормативні стандарти важливі для розвитку сонячної енергетики. В останні десятиліття енергетичні системи стали дедалі вразливішими до зовнішніх джерел, що призвело до нестабільності цін на енергоносії та геополітичної напруги. Це означає, що для збереження статус-кво необхідно буде змінити існуючу модель виробництва енергії. Це стало ще більш необхідним через неефективне використання палива та енергії, та повільне впровадження новітніх технологій [16]. Тому необхідно створити нову модель виробництва енергії, більш ефективну, забезпечуючи безпеку енергопостачання.

Основними причинами такого перегляду є неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів та повільна інтеграція новітніх технологій. Однак для забезпечення стабільності енергопостачання та розвитку стійких енергетичних систем необхідно розробити чіткі норми та стандарти, які сприятимуть переходу до більш ефективних моделей виробництва енергії. Сонячна енергія — це чисте відновлюване джерело енергії, яке можна використовувати для заміни традиційних джерел енергії та зменшення вразливості енергетичних систем [16]. Крім того, сонячна енергія є дешевшою та надійнішою, що робить її життєздатним варіантом для багатьох країн. Тому необхідно створити нові енергетичні моделі, щоб вирішити проблему невизначеності в енергетичній сфері та забезпечити ефективно та безпечно енергопостачання в майбутньому.

Енергетична політика та нормативні стандарти можуть бути потужними інструментами розвитку сонячної енергетики. Ці стандарти можуть зробити значний внесок у зниження енергетичної вразливості, тим самим маючи величезний вплив на ціни на енергію та темпи технологічного прогресу [16]. Крім того, політика та регулювання можуть покращити безпеку зовнішніх поставок енергії та зменшити ризик політичного впливу.

Український уряд розробив енергетичну стратегію, яка могла б відповідати цим цілям. Метою є створення більш різноманітного енергетичного балансу, підвищення енергоефективності та зменшення залежності країни від імпортованих джерел енергії [16]. Очікується також зменшення впливу виробництва та споживання енергії на навколишнє середовище. Стратегія включає такі заходи, як збільшення частки відновлюваних джерел енергії, підвищення енергоефективності та розвиток енергетичної інфраструктури. Крім того, це передбачає впровадження нових технологій і розробку нормативно-правової бази, яка заохочує впровадження відновлюваних джерел енергії. Якщо ця стратегія буде успішною, це може призвести до збільшення частки відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі країни, що призведе до більш безпечного енергопостачання та зниження цін на енергоносії [16].

Майбутня енергетична політика та нормативні стандарти є важливими факторами розвитку сонячної енергетики. Важливо передбачити потенційний вплив цих заходів на галузь. Несприятлива енергетична політика та правила можуть призвести до багатьох проблем, таких як неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів і повільне впровадження новітніх технологій. Крім того, регіональні тенденції використання енергетичних ресурсів як інструментів політичного та економічного впливу можуть зробити існуючі моделі виробництва енергії нежиттєздатними.

Щоб вирішити ці проблеми, заступник міністра енергетики України запропонував стратегію, яка передбачає реструктуризацію внутрішньої генерації [16]. Ця стратегія пропонує потенціал для зменшення вразливості енергетичних систем і підвищення енергетичної безпеки, а також допомагає зменшити витрати на енергію та створити стале енергопостачання. Проте прогнозування майбутнього впливу енергетичної політики та нормативних актів на розвиток сонячної енергетики є складним завданням через складність енергетичного сектора та постійну мінливість регіональних і глобальних енергетичних ринків.

Розвиток сонячної енергетики значною мірою залежить від енергетичної політики та нормативних стандартів [16]. Вразливість енергетичних систем до зовнішніх джерел призводить до нестабільності цін на енергію та геополітичної напруги, тому важливо передбачити майбутній вплив енергетичної політики та регулювання на сонячну енергію. Однак передбачити ці наслідки складно через складну природу енергетичної галузі та постійну нестабільність на регіональних і глобальних енергетичних ринках. Незважаючи на цю проблему, стратегії збільшення частки відновлюваної енергії, підвищення енергоефективності та розвитку енергетичної інфраструктури можуть зменшити вразливість енергетичних систем і підвищити енергетичну безпеку. Сонячна енергія, зокрема, виявилася дешевшим і надійнішим варіантом для багатьох країн, що робить її життєздатною альтернативою традиційним джерелам енергії. Таким чином, енергетична політика та нормативні стандарти служать потужними інструментами для розвитку сонячної енергетики [16]. Однак, щоб зберегти статус-кво, нинішня модель виробництва енергії має бути переглянута.

2.6. РОЗРОБКА СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФОРСАЙТ-ПІДХОДІВ

Сучасні досягнення в технології сонячної енергії допомагають створити стале майбутнє. Вчені всього світу працюють над технологією накопичення енергії, яка може допомогти домогосподарствам зберігати надлишок енергії. Це передбачає накопичення запасів енергії, наприклад, за допомогою батарей, для подальшого використання. Це на відміну від традиційного виробництва електроенергії, яке, як очікується, стане дорожчим. Вартість сонячної енергії з роками знизилася через технологічний розвиток і зростання конкуренції у виробництві. Очікується, що до 2030 року вартість альтернативної та традиційної енергетики буде однаковою [17]. Це свідчить про зростаючу конкурентоспроможність сонячної енергії та її розвиток як економічно ефективного джерела енергії.

Універсальність сонячних панелей вражає, оскільки вони можуть бути встановлені в будь-якому місці, забезпечуючи потенціал для виробництва енергії в будь-якому куточку світу. Ця універсальність робить сонячні панелі перспективним варіантом для забезпечення сталого виробництва енергії та зменшення залежності від звичайних джерел енергії [17]. Одним із ключових факторів, пов'язаних із виснаженням обмежених природних ресурсів, є зростаюче значення сталої та відновлюваної енергії для майбутнього нашого світу. Сонячна енергія, важливий представник цих джерел енергії, відома своєю екологічною чистотою та безперервністю постачання.

Розвиток сучасних сонячних технологій є результатом зростаючого попиту на стабільну, невичерпну енергію. Перспективи подальшого розвитку дуже ймовірні, оскільки для нього характерні постійні дослідження та інновації, спрямовані на підвищення ефективності та доступності сонячних технологій. Ця тенденція допомагає створювати більш стійкі, доступні та динамічні рішення для майбутнього виробництва енергії [17].

Уряди та зацікавлені сторони відіграють ключову роль у формуванні сталого сонячного майбутнього шляхом реалізації різноманітних стратегій і політики. Однією з ефективних стратегій є використання технології зберігання енергії для оптимізації використання сонячної енергії. Незважаючи на те, що сонячні батареї досить ефективні для вироблення електроенергії навіть взимку або в хмарну погоду, їх можливості можуть бути меншими порівняно з сонячними днями [18]. Важливим аспектом сталого сонячного майбутнього є розробка та впровадження технологій накопичення енергії, які можуть накопичувати надлишкову енергію, вироблену сонячними батареями, для використання в періоди бездіяльності. Це дозволяє підвищити стабільність і надійність сонячних енергетичних систем, зменшивши залежність від зовнішніх умов. Ці ініціативи допомагають покращити сонячну інфраструктуру та посилити її вплив на загальний енергетичний ландшафт, сприяючи розвитку відновлюваної та сталої енергії в майбутньому [18].

Крім того, щоб забезпечити стале сонячне майбутнє, міста повинні бути ефективно підключені до енергетичної мережі та мати доступ до ресурсів. Розвиток інфраструктури дозволить бездоганно та ефективно інтегрувати сонячну енергію у весь енергетичний ланцюг і є ключовим аспектом у забезпеченні енергетичної стабільності та надійності.

Заохочення громадян до впровадження сонячних ініціатив на рівні приватних домогосподарств має вирішальне значення для досягнення сталого сонячного майбутнього. Запровадження «зелених» тарифів могло б забезпечити фінансові стимули для тих, хто вирішив встановити сонячні батареї у своїх будинках, і могло б визначити успішні шляхи впровадження альтернативних енергетичних рішень. Це не тільки зробить сонячну енергію доступнішою для людей, але й надихне активний інтерес до сталого розвитку в усіх сферах життя.

Хоча альтернативні джерела енергії не завжди доступні та не можуть бути вироблені саме тоді, коли це необхідно, створення сталого сонячного майбутнього залежить від поступового впровадження інновацій та постійного вдосконалення технологій у цьому напрямку. Незважаючи на труднощі, перехід на сонячну енергію є лише одним кроком до енергоефективності та захисту навколишнього середовища [18].

Форсайт є потужним інструментом для прогнозування майбутніх тенденцій сонячної енергії. У 2017 році було проведено порівняльний аналіз перспективних прогнозів міжнародних енергетичних компаній щодо розвитку світової енергетики. Висновки показують, що розвиток сонячної енергетики залежить від низки факторів, включаючи монополії, країни, технологічні інновації та розвиток інфраструктури. Тому дослідження теоретичних аспектів української конвергентної технології в умовах нової промислової революції мають велике значення для розвитку ринку сонячної енергетики. Це допоможе забезпечити ефективне використання ресурсів і розвиток сонячної енергетики. Зокрема, розвиток сонячної енергетики залежатиме від формування механізмів управління, впровадження нових технологій, розвитку інфраструктури, інтеграції наявних сонячних ресурсів [17]. Крім того, розвиток сонячної енергетики залежатиме від наявності ресурсів, вартості сонячного виробництва та вартості зберігання енергії. Тому використання методів прогнозування для прогнозування майбутнього розвитку сонячної енергетики є ефективним способом управління процесом та забезпечення ефективного використання ресурсів.

SWOT-аналіз і сценарне планування можна використовувати для розробки сценаріїв розвитку сонячної енергетики. SWOT аналіз – це інструмент, який використовується для оцінки сильних і слабких сторін, можливостей і загроз при оцінці бізнесу або проекту. Він містить огляд

елементів, які слід враховувати під час прийняття рішень щодо розвитку проекту чи бізнесу [18].

Сценарне планування — це метод стратегічного планування, який використовує поточні умови та майбутні прогнози для створення та оцінки альтернативних сценаріїв. Його можна використовувати для аналізу потенційних результатів різних стратегій і дій. Сценарне планування може допомогти визначити можливості та потенційні ризики для проекту чи бізнесу. У випадку розвитку сонячної енергії планування сценаріїв може бути використано для визначення потенційних наслідків змін на ринку сонячної енергії, що можна досягти шляхом аналізу поточного середовища, оцінки взаємодії та ролі держави, врахування впливу монополій. Потім зібрану інформацію можна використовувати для створення та оцінки альтернативних варіантів розвитку сонячної енергії [17]. Це можна зробити, проаналізувавши сильні та слабкі сторони, можливості та загрози ринку сонячної енергії, тобто, можна визначити й оцінити потенційні результати різних стратегій і дій (Табл.2.2).

Таблиця 2.2

SWOT-аналіз розвитку сонячної енергетики України

	Позитивний вплив	Негативний вплив
--	------------------	------------------

Внутрішнє середовище	<p>Сильні сторони (STRENGTHS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Відновлювані джерела енергії, включаючи вітер, сонце та біомасу, є багатими в Україні. • Розвиток цих ресурсів підтримує внутрішнє виробництво електроенергії, тим самим зміцнюючи енергетичну безпеку та незалежність України. • Збільшення обсягів виробництва: Посилення інфраструктури для виробництва сонячної енергії. • Законодавча підтримка: Наявність сприятливого законодавства та фінансових стимулів для інвесторів. • Великий потенціал відновлювальних ресурсів: Погода та географічне розташування сприяють виробництву сонячної енергії. 	<p>Слабкі сторони (WEAKNESSES):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нестабільність законодавства: Зміни в законодавстві можуть впливати на інвестиційний клімат. • Залежність від імпорту технологій: Низький рівень виробництва сонячних технологій у країні. • Високі витрати на встановлення обладнання: Необхідність великих витрат на введення сонячних електростанцій. • Значна частина діючих та планованих проектів з відновлюваної енергетики знаходиться в окупованих або спірних регіонах
Зовнішнє середовище	<p>Можливості (OPPORTUNITIES):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Розвиток технологій: Посилення досліджень та розвитку новітніх технологій для зменшення витрат. • Розширення мережі сонячних електростанцій: Потенціал для збільшення кількості сонячних проектів. • Глобальна тенденція до використання відновлювальної енергії: Зростання попиту на сонячну енергію світовими ринками. • Україна має великий потенціал стати експортером енергії після війни, тим самим підтримуючи цілі Європейського Союзу щодо декарбонізації та енергетичної безпеки. • Розширення та розвиток відновлюваної енергетики в країні пропонує шлях до забезпечення енергетичної незалежності України та забезпечення більшої інтеграції з Європейським Союзом. 	<p>Загрози (THREATS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Зміни клімату: Непередбачувані зміни у кліматичних умовах можуть впливати на ефективність сонячних систем. • Політична нестабільність: Політичні та економічні турбуленції можуть впливати на інвестиційний клімат. • Конкуренція з іншими джерелами енергії: Зацікавленість у використанні альтернативних джерел енергії.

Джерело: розроблено автором за даними [17-18]

Використання перспективного підходу до розробки варіантів розвитку сонячної енергетики визначається як важливий інструмент стратегічного

планування та інноваційного розвитку в секторі відновлюваної енергетики. У цьому контексті застосування перспективного підходу дає можливість систематично аналізувати поточні та майбутні тенденції, беручи до уваги різні фактори, які визначають ринок сонячної енергії.

Отримані сценарії дозволяють ефективно прогнозувати можливу траєкторію розвитку галузі з урахуванням різних сценаріїв економічного, соціального та технологічного розвитку. Важливою перевагою перспективного підходу є здатність урахувати невизначеності та ризики, пов'язані зі зміною технологічних та економічних умов [17].

Підсумовуючи, можна підкреслити необхідність постійного моніторингу та адаптації до сценаріїв відповідно до змін в економічному, технологічному та соціальному контексті. Використання перспективного підходу до варіантів розвитку сонячної енергії є невід'ємною частиною розробки ефективних стратегій, спрямованих на стале та інноваційне впровадження сонячних технологій. Цей підхід допомагає досягти глобальних цілей скорочення викидів і розробити стале енергетичне майбутнє.

РОЗДІЛ 3. ФОРСАЙТ СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ

3.1 ПОТОЧНИЙ СТАН СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УКРАЇНІ

Сонячна генерація в Україні стає все популярнішою, про що свідчать розміщені там сонячні електростанції. Україна робить важливі кроки для розширення використання відновлюваної енергії та альтернативних видів енергії в рамках своєї ширшої стратегії зменшення залежності від традиційних викопних видів палива. За оцінками, до 2030 року наша країна має потенціал збільшити використання відновлюваної енергії в десять разів і скоротити споживання природного газу на 15% [19].

Промислові сонячні електростанції (СЕС) зараз розташовані не тільки на півдні країни. До 2022 року за сумарною потужністю СЕС лідирують такі регіони: Дніпропетровська – 290 МВт; Одеська – 240 МВт; Вінницька – 230 МВт; Херсонська – 100 МВт.

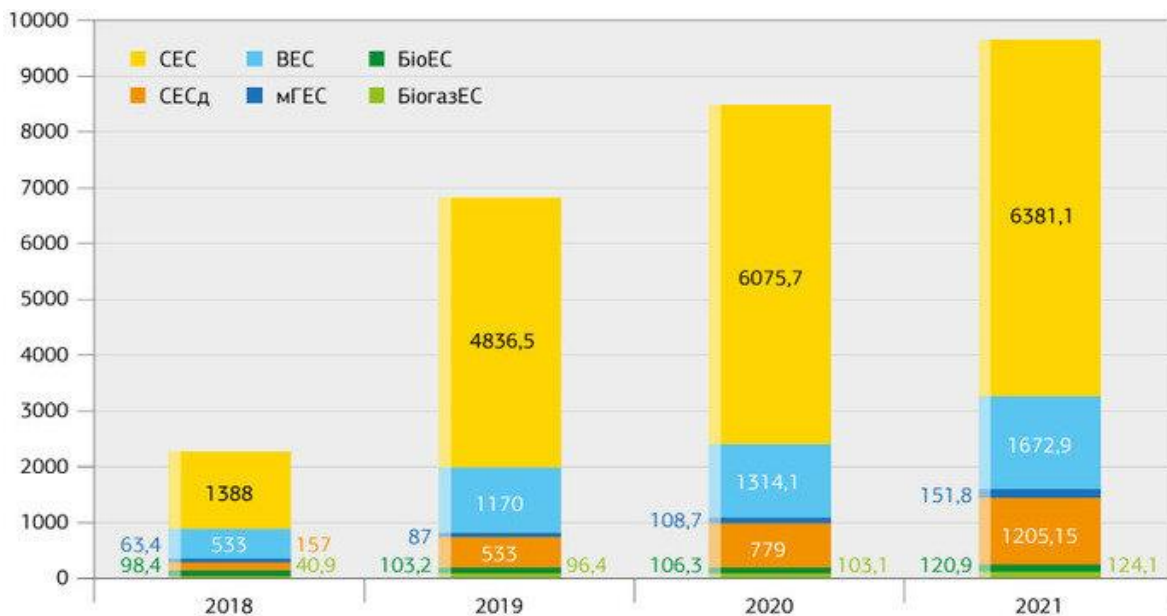


Рис. 3.1 Динаміка росту встановленої потужності об'єктів ВДЕ, які працюють за «зеленим» тарифом, МВт

Варто зазначити, що кліматичні та географічні умови України сприяють розвитку сонячної енергетики та будівництву електростанцій. Навіть у

північних регіонах країни потенціал розвитку галузі високий і не поступається більшості європейських регіонів [19].

Зараз українська сонячна енергетика знаходиться на тому етапі, який Європа пройшла 7-10 років тому (Табл. 3.1). Водночас ми маємо одну з найпривабливіших інвестиційних структур у Європі для розвитку цього сектору. Фактично тут створені сприятливі умови: наявність ресурсів і землі, пільгові тарифи, державна підтримка та цілеспрямована енергетична стратегія, яка спрямована на досягнення 25% виробництва чистої енергії до 2035 року.

Табл. 3.1.

Характеристика сонячних електростанцій в Україні

Назва СЕС	Потужність, МВт	Кількість сонячних модулів, тис. од.	Рік введення в експлуатацію
Яворівська	36.75- 73	268	2018-2019 рр.
Нікопольська	200	750	2019 р.
Покровська	240	840	2019 р.
Токмацька	Потужність першої черги становила — 11 МВт, та зросла до 50 МВт	160	2018 р.
Староказацька	43	220.	2012 р.
Кам'янець-Подільська	63,8	240.	2019 р.

Джерело: розроблено автором за даними [19-21]

Кремнієві сонячні батареї та фотоелектричні (PV) елементи – це дві технології, пов'язані з виробництвом сонячної енергії, і компанія Avenston має сонячні електростанції, розташовані в Україні, які успішно використовує. У жовтні 2018 року була запущена перша черга Яворівської СЕС, друга черга введена в експлуатацію в листопаді 2019 року [20]. Яворівська СЕС потужністю 36 МВт, встановлено 268 тис. сонячних модулів, є однією з найбільших

сонячних електростанцій Західної України. За оцінками, Яворівська СЕС щорічно вироблятиме 73,747 млн. кВт·год електроенергії.

Поряд з Яворівською СЕС Нікопольська сонячна електростанція є однією з найпотужніших і найбільших в Європі. Вона має потужність 400 МВт і здатна забезпечити електроенергією 140 000 домогосподарств. Очікується, що щорічно буде вироблятися 400 млн. кВт·год «зеленої» електроенергії, а також суттєво скоротитись викиди CO₂ в атмосферу на 420 тис. тонн на рік [20].

Покровська СЕС є другою за величиною сонячною електростанцією в Європі, потужністю 750 тис. сонячних панелей і 840 тис. сонячних панелей виробництва Risen (Китай). Її встановлена потужність становить 200 МВт, і її достатньо для забезпечення 200 000 приватних будинків або квартир. Інвестиції в будівництво Покровської СЕС склали 193 млн євро, очікується вироблення близько 280 млн. кВт·год на рік.

Ще одним прикладом успішного впровадження сонячної енергетики в Україні є Токмоцька СЕС, яка залучила додаткові інвестиції в обласний бюджет, зменшила викиди CO₂ в атмосферу та забезпечила щорічний дохід до бюджетів усіх рівнів понад 100 млн. грн. Кам'янець-Подільський цукровий завод також має на полях фільтрації сонячну електростанцію, де 220 тис. сонячних панелей і понад 50% комплектуючих станції виготовлені на українських підприємствах [19].

Староказацька сонячна електростанція має потужність 1 МВт, що забезпечує побутові потреби в електроенергії населення навколишніх сіл. Modus Group також реалізувала свій перший проект сонячної енергетики в Україні, який був побудований вартістю 11 мільйонів євро та має потужність майже 14 МВт. Така успішна реалізація проекту свідчить про потенціал для розвитку сонячної енергетики в Україні та сприяє енергетичній незалежності та екологічній безпеці України [20].

Незважаючи на успіх Нікопольської електростанції, перед виробництвом сонячної енергії в Україні все ще стоїть багато проблем. Станом на грудень 2019 року переважна більшість сонячних електростанцій в Україні є промисловими об'єктами ВДЕ [21].

Це пов'язано з тим, що законодавча база країни не передбачає достатніх стимулів для інвестування приватних інвесторів у сонячну енергетику. Крім того, український ринок недостатньо пристосований до виробництва компонентів для сонячної енергетики, таких як кремнієві сонячні елементи та фотоелектричні модулі. У результаті більшість матеріалів, які використовуються у виробництві сонячної енергії, імпортуються з-за кордону. Крім того, виробники сонячної енергії в Україні стикаються з проблемою високих втрат електроенергії [21]. Наприклад, у 2022 році збитки оцінювалися в 20,2%, а в січні 2023 року перший виведений з експлуатації об'єкт (Трифонівська сонячна електростанція) мав збитки в 17,9%.

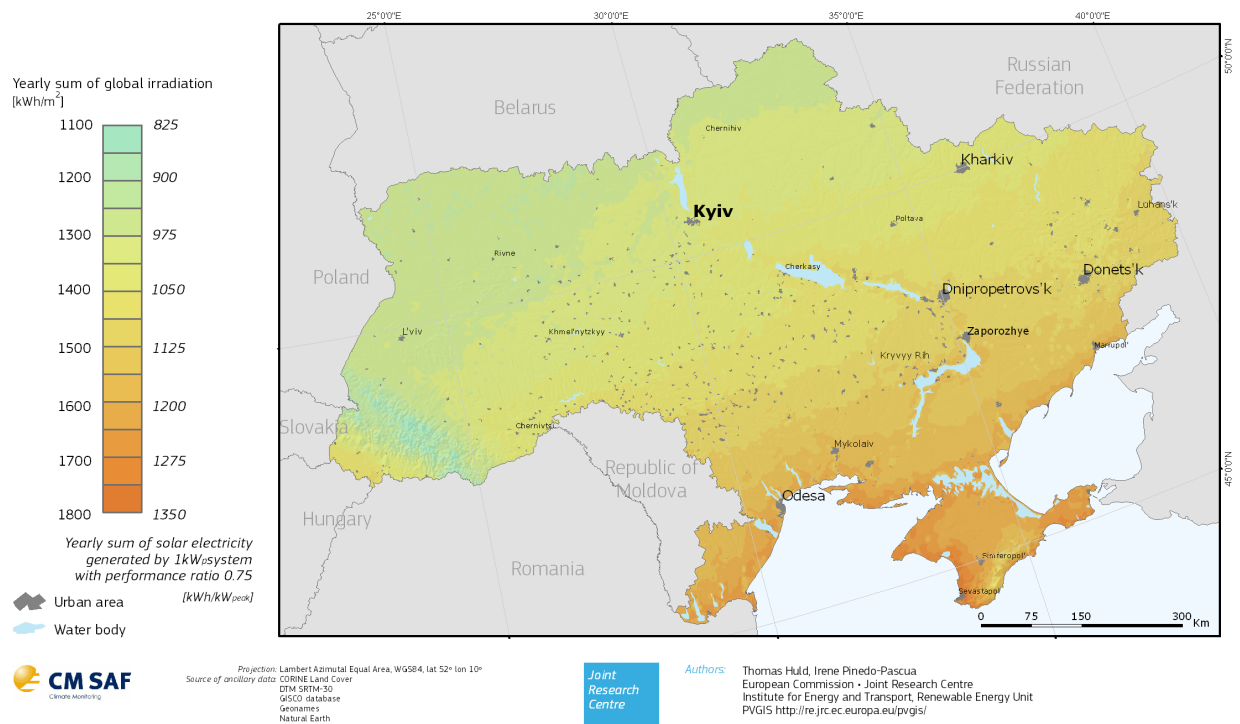


Рис. 3.2 Карта сонячного випромінювання України

Варто також зазначити, що світові тенденції розвитку сонячних електростанцій постійно змінюються, а це означає, що Україна має постійно коригувати та оновлювати свою внутрішню стратегію, щоб залишатися конкурентоспроможною на світовому ринку. Загалом, сонячні електростанції стають найбільш поширеними об'єктами відновлюваної енергетики в Україні, і їх розвиток, хоч і повільний, є перспективним.

3.2 ІНІЦІАТИВИ ТА ПРОГРАМИ ДЕРЖАВИ ЩОДО РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ. ЕВОЛЮЦІЯ УКРАЇНСЬКОГО СОНЯЧНОГО ЗАКОНОДАВСТВА

Україна є повноправним членом Енергетичного співтовариства з 2011 року, тому її пріоритетним вектором є розвиток альтернативної енергетики. Серед альтернативних (відновлюваних) джерел енергії технологією номер один в країні за встановленою потужністю є сонячна енергія. За офіційними даними НЕК «Укренерго», станом на жовтень 2021 року українська сонячна галузь має виробничу потужність 6194 МВт, частка сонячної енергії в загальній встановленій потужності сектору відновлюваної енергетики становить 77,87%, а частка встановленої потужності електроенергетики становить 11,05 % [22].

Є багато факторів, які сприяють успішному розвитку сонячної енергетики в Україні. Зокрема, це природні умови, тобто рівень інсоляції (кількість сонячної радіації на квадратний метр земної поверхні) на більшій частині України перевищує аналогічні показники Німеччини, одного зі світових лідерів з інсоляції. Технічно досяжний енергетичний потенціал української сонячної енергетики еквівалентний 6 млн. тонн на рік, його використання дозволить замінити приблизно 5 млрд. кубометрів природного газу. Середньорічна сумарна сонячна радіація 1 квадратного метра поверхні в Україні коливається від 1070 кВт·год/м² до 1400 кВт·год/м² на півночі, вища на півдні України. З цієї точки зору особливо привабливими для використання сонячної енергії є

Вінницька, Волинська, Житомирська, Запорізька, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Рівненська, Херсонська, Черкаська та Чернігівська області. У минулому, за радянських часів, перша промислова сонячна електростанція потужністю 5 МВт з'явилася в 1985 році поблизу міста Штолкіно в Криму [22]. За 10 років існування станція виробила 2 мільйони кіловат електроенергії, але була закрита через високі ціни на електроенергію.

Суспільні відносини, що виникають з об'єктивної необхідності використання сонячної енергії, зумовлюють необхідність правового регулювання. Тому, з огляду на необхідність дотримання та виконання міжнародних зобов'язань у сфері енергетики та навколишнього середовища за роки незалежності, Україна прийняла низку основних законодавчих актів, спрямованих на регулювання розвитку сонячної енергетики як альтернативної галузі енергетики.

Одним із перших основних нормативних актів, спрямованих на регулювання суспільних відносин в окремих сферах, став Закон «Про енергозбереження» від 1 липня 1994 року [22]. Цей закон визначає правову, економічну, соціальну та екологічну базову систему енергозбереження на всіх підприємствах для суб'єктів та громадян, які перебувають на території України. Закон визначає енергозбереження як діяльність, яка передбачає раціональне використання та збереження первинної енергії, перетворення енергії та природної енергії. Важливо, що увага зосереджена на стимулюванні розвитку «нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії», тобто енергії, яка постійно або періодично існує в навколишньому природному середовищі у вигляді потоків енергії від сонця, вітру та геотермального тепла, біомаси. А наступного року, після прийняття цього закону, згідно з указом Президента України від 6 жовтня 1995 р. створено Державний комітет України з енергозбереження, який координує роботу з: розробки та використання нетрадиційних та відновлюваних

джерел енергії, включаючи сонячне світло [22].

Слід зазначити, що в 1997 році було прийнято кілька нормативно-правових актів щодо розвитку альтернативних джерел енергії, в тому числі, сонячної. Таким чином, подальшому розвитку виробництва сонячної енергії сприяв Закон про електроенергетику від 16 жовтня 1997 року, який визначає правові, економічні та організаційні принципи діяльності в електроенергетиці. Метою цього закону є регулювання відносин у сфері виробництва, передачі, розподілу, постачання та використання енергії, забезпечення енергетичної безпеки, конкуренції в Україні та захист прав споживачів і працівників галузі.

Крім того, відповідно до ч. 6 ст. Відповідно до статті 15 цього Закону новою постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 771 затверджено «Порядок видачі, використання та припинення дії гарантій походження електричної енергії для суб'єктів господарювання, які виробляють електричну енергію з джерело альтернативних джерел енергії. Тому на вимогу виробника електричної енергії видається спеціальний електронний документ (гарантія), який підтверджує, що певна частка або певний обсяг електричної енергії вироблено в Україні з використанням альтернативних джерел енергії [22]. Гарантія видається Держенергоєфективності на електроенергію, що відпускається в мережу окремо для кожної установки та кожного альтернативного джерела енергії в процесі експлуатації та містить дані про тип альтернативного джерела енергії. Вироблена електроенергія, дата видачі, місце розташування генеруючої установки та кількість електроенергії, виробленої під час експлуатації (з точністю до 1 МВт). Залишок кВт/год буде перенесено на наступний робочий цикл. Гарантія діє протягом 12 місяців з дати видачі.

З метою підтримки розвитку сонячної енергетики та забезпечення загального енергозбереження Постановою Уряду від 5 лютого 1997 р. затверджено Національний комплексний план енергозбереження України та

Державну програму підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії малих Гідроенергетика і теплова енергетика, 31 грудня 1997 р. [22]. Зокрема, в останньому визначено найбільш перспективні напрямки використання сонячної енергії, а саме: пряме перетворення в низько потенційну теплову енергію без попередньої концентрації потоків сонячної радіації для виробництва гарячого водопостачання, теплопостачання та потреб сільського господарства; пряме перетворення за допомогою фотоелектричних перетворювачів тощо в джерело постійного струму. Однак ці документи не відіграли суттєвої ролі в розвитку сонячної енергетики через абстрактний характер нормативних актів.

Безперечно, особливу роль у розвитку сонячної енергетики та альтернативних джерел енергії в цілому відіграє Закон про альтернативні джерела енергії від 20 лютого 2003 року. Цей закон встановлює розвиток сонячної енергетики та альтернативних джерел енергії в правовому, економічному, екологічному та організаційному аспектах. Використовувати альтернативні джерела енергії та сприяти розширенню їх використання в паливно-енергетичному комплексі. Відповідно до Закону, сонячна енергія визначається як відновлюване джерело енергії поряд з іншими джерелами енергії (енергія вітру, геотермальна енергія, енергія хвиль, енергія припливів, енергія води, енергія біомаси тощо) [22]. У 2017 році закон додав визначення «відновлюваної енергії», щоб включити відновлювані невикопні джерела енергії, а саме сонячну енергію та інші джерела енергії.

Розвитку сонячної енергетики сприяло прийняття в Україні таких законів: «Внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо запровадження енергозберігаючих заходів» від 16 березня 2007 р., «Про деякі законодавчі акти України про встановлення «зелених» тарифів» від 25 вересня 2008 року Зміни до Закону». Статтею 9-1 «Закону про альтернативну енергетику» встановлено

коефіцієнт ціни «зеленої» електроенергії з метою стимулювання наземних об'єктів електроенергетики до використання сонячного випромінювання для виробництва електроенергії, «зелену» ціну на електроенергію сформовано для суб'єктів господарювання та приватних домогосподарств-виробників, які використовувати сонячне випромінювання для виробництва електроенергії. Відповідно до 9-10 ст. 9-1 Ціна «зеленої» електроенергії для підприємств сонячної енергетики та приватних домогосподарств-генераторів базується на «зеленому» тарифі на електроенергію, вироблену сонячним випромінюванням, помноженому на «зелений» коефіцієнт роздрібною ціни електроенергії для споживачів другого рівня напруги в січні 2009 рік [22].

У майбутньому система ціноутворення на «зелену» електроенергію буде вдосконалена шляхом доповнення Закону про електроенергетику та формулювання інших додаткових положень. Відповідно до Закону про внесення змін до Закону про електроенергетику щодо стимулювання генерації альтернативних джерел енергії, оприлюдненого 20 листопада 2012 року, стаття 17-1 Закону про електроенергетику визначає коефіцієнт ціни «зеленої» електроенергії для стимулювання виробництва енергії з відновлюваних джерел. Цей закон також доповнено ст. 17-3 «Локальна складова при створенні об'єктів електроенергетики» окреслює вимоги до розміру локальної складової та встановлює порядок розрахунків для об'єктів електроенергетики, які виробляють електроенергію з відновлюваних джерел енергії та мають намір отримувати «зелений тариф». Для об'єктів виробництва сонячної енергії, побудованих після 1 січня 2012 року, застосовуватимуться «зелені» ціни на електроенергію, але вони повинні відповідати місцевим вимогам щодо розміру модуля. Для сонячних електростанцій, будівництво яких розпочато після 1 січня 2012 року та введено в експлуатацію після 1 липня 2013 року, їх вартість встановлюється у розмірі 30% [22]. Використовуючи для виробництва

електроенергії сонячне випромінювання, його будівництво розпочато після 1 січня 2012 року та введено в експлуатацію після 1 липня 2014 року – коефіцієнт вироблення електроенергії досяг 50%. Насправді місцевий компонент є частиною предметного елемента українського походження і використовується під час його створення. Порядок визначення розмірів локальних компонентів затверджується НКРЕКП. Також НКРЕКП вирішила встановити «зелену» ціну на електроенергію для кожного конкретного об'єкта ВДЕ.

Питання сонячної енергетики пов'язані з використанням земельної ділянки, на якій розташована сонячна установка. З цією метою у 2010 році з метою врегулювання правових та організаційних засад надання та користування земельними ділянками для розміщення об'єктів енергетики було створено та дотримано правову систему використання земель в особливих зонах для розміщення об'єктів енергетики з метою забезпечення раціонального користування землею, а також безпеки для безперебійної роботи цих об'єктів. Для життя та захисту населення та господарських об'єктів від можливих аварій було прийнято Закон «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» [22]. На сьогоднішній день в Україні є багато ділянок, розташування яких є привабливим з точки зору максимізації ефективності виробництва енергії, але всі ці ефекти нівелюються значною віддаленістю цих ділянок від існуючих джерел енергії. Мережі може бракувати відповідної енергетичної інфраструктури, головним чином підстанцій. Вартість підключення електростанції до такої земельної ділянки або значно знизить інвестиційну ефективність такого проекту, або зробить його зовсім збитковим.

Податкове та митне законодавство України має бути інтегровано в систему правового захисту сонячної енергетики, а його специфікації включають положення про зменшення податку на землю для сонячних компаній та звільнення українських компаній від податку на прибуток від основної

діяльності. У сфері енергетики, яка використовує для виробництва енергії сонячне випромінювання, ввезення на митну територію України сонячного обладнання, обладнання та матеріалів, які використовують сонячне випромінювання для виробництва енергії, звільняється від оподаткування податком на додану вартість, а також звільняється від сплати мита на імпорт. призначене обладнання, обладнання та матеріали тощо [22].

У 2015 році Законом «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» було закріплено право побутових споживачів на встановлення в домогосподарствах електростанцій альтернативної енергетики. Встановлена сонячна потужність не повинна перевищувати 30 кВт.

Основні напрямки діяльності для реалізації стратегічних цілей сонячної галузі включають впровадження стабільної та передбачуваної політики, стимулювання будівництва сонячних електростанцій, здійснення міжнародної обмінної діяльності та заохочення міжнародних стратегічних та фінансових інвесторів до виходу на сферу. Ринок відновлюваної енергетики в Україні. На другому етапі впровадження ЕСУ планується оптимізація та інноваційний розвиток енергетичної інфраструктури (до 2025 року), а також очікується повна інтеграція об'єднаної енергосистеми України з європейською енергосистемою [22]. Третій етап ЕСУ пов'язаний із забезпеченням сталого розвитку (до 2035 року) і спрямований на інноваційний розвиток галузі та будівництво нових поколінь. Планується збільшити використання відновлюваної енергії до 25% від загального постачання первинної енергії за рахунок розширення транспортної інфраструктури з використанням неуглецевого палива та заміни вуглецевого палива іншими видами вуглецевого палива, де це економічно виправдано та технічно можливо [22].

Законодавство про сонячну енергетику сформувалося в рамках системи

законодавства про альтернативну енергетику. Незважаючи на те, що існує велика кількість нормативно-правових актів, які регулюють використання альтернативних джерел енергії, регулювання відносин у сонячній галузі подекуди фрагментарне та суперечливе. Державна підтримка контролюється відповідно до встановлених керівних принципів розвитку сонячної енергетики, але є переважно декларативною, непослідовною та подекуди ретроспективною.

Для реалізації національної політики у сфері економіки сонячної енергії необхідно сформулювати та прийняти окремі плани та стратегії розвитку використання сонячної енергії. Ці документи повинні чітко відображати реальну картину розвитку відповідних відносин з урахуванням сонячного потенціалу країни в цілому та окремих регіонів [22].

3.3 ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ НА ОСНОВІ ФОРСАЙТ-ПРОГНОЗІВ

Україна знаходиться у вигідному географічному положенні для використання ресурсів сонячної енергії, з вищими показниками інсоляції, ніж у Німеччині, провідної країні ЄС за використання сонячних електростанцій. Уряд України приділив велику увагу використанню відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної, з метою збільшення потужності до 94 ГВт [23]. Цьому сприяло запровадження «зелених» тарифів, які виплачуються інвесторам за електроенергію, яку вони постачають до Об'єднаної енергетичної системи України (ОЕК). Однак рівень розрахунків є низьким, у середньому 50%, що змушує інвесторів шукати інші способи отримання прибутку від своїх інвестицій.

До війни в Україні було близько 10 тис. індивідуальних і 2 тис. промислових сонячних електростанцій. На жаль, багато з цих сонячних електростанцій були пошкоджені або зайняті під час конфлікту. Це загальмувало розвиток сонячної енергетики в країні, але уряд все ще відданий

цій меті. Таким чином, Україні ресурси для розвитку сонячної енергетики, країна все ще має потенціал для збільшення своїх потужностей з виробництва сонячної енергії в майбутньому [23].

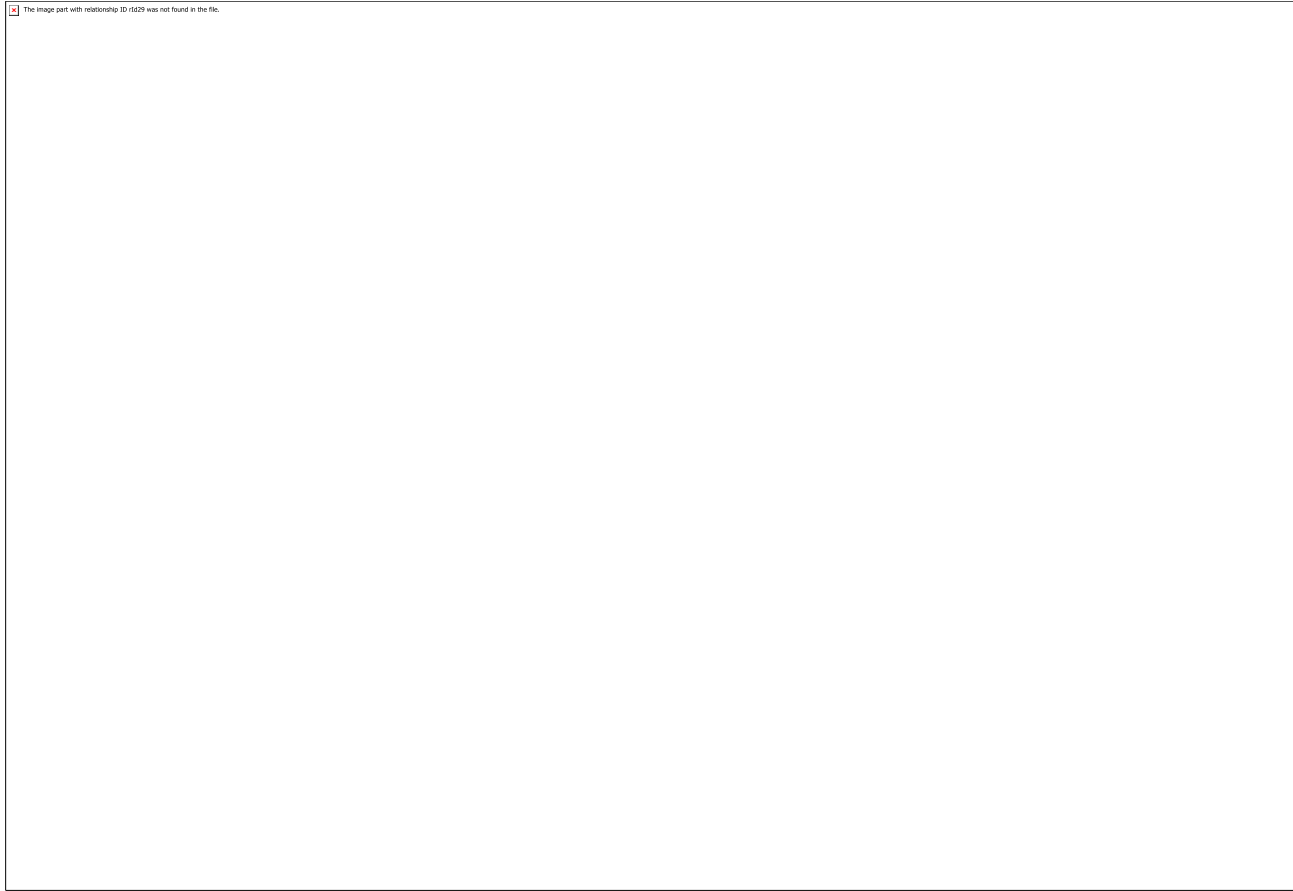


Рис. 3.3 Оцінка загального потенціалу потужності відновлюваних джерел енергії в Україні

Уряд України запровадив зелені тарифи, щоб заохотити інвесторів продовжувати будівництво сонячних електростанцій. Ці тарифи значно вищі за стандартні тарифи, що робить їх привабливими для інвесторів. Тому інвестори вклали значні кошти в будівництво цих сонячних станцій. Незважаючи на це, існує проблема неповної оплати державою інвесторам електроенергії, що постачається в Об'єднану енергетичну систему країни. Розрахункова ставка за електроенергію, що постачається ОЕК, відрізняється від компанії до компанії, але в середньому становить трохи більше 50%, що далеко не ідеально [23]. Ця

проблема існувала до війни і не була вирішена. Така відсутність платежів спричинила небажання інвесторів будувати нові сонячні електростанції та гальмувала розвиток сонячної енергетики в Україні. На щастя, географічне розташування країни дає багато переваг для розвитку сонячної енергетики. Країна отримує достатньо сонячного світла протягом року, яке можна використовувати для виробництва електроенергії та живлення будинків. Крім того, ця енергія є відновлюваною та не потребує спалювання викопного палива, що зменшує викиди вуглецю та допомагає боротися зі зміною клімату [24].

Протягом останніх кількох років уряд України вживає заходів для збільшення використання сонячної енергії в країні. Як наслідок, популярність сонячної енергетики в Україні значно зросла, завдяки великій кількості сонячних днів та сприятливим умовам для будівництва сонячних електростанцій. За прогнозами, ринок сонячної енергетики має позитивний потенціал для подальшого розвитку в майбутньому, а держава має всі необхідні передумови для успішного розвитку. Значну роль у розвитку сонячної енергетики в Україні відіграють інвестори, завдяки підвищенню тарифів на електроенергію. Зокрема, компанії Avenston та SUNSAY Energy Company активно інвестують у будівництво сонячних електростанцій. Україна, знаходячись у вигідному географічному положенні, має великий потенціал для розвитку сонячної енергетики. Уряд активно працює над використанням відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної, з метою збільшення потужності до 94 ГВт [24]. Запровадження «зелених» тарифів сприяло привертанню інвестицій, але проблеми у розрахунках та пошкодження сонячних електростанцій під час війни стали завадою. Незважаючи на це, Україна має резерви для збільшення виробництва сонячної енергії та позитивний прогноз для подальшого розвитку цієї галузі. Зусилля уряду та інвестиції відіграють ключову роль у цьому процесі [24].

3.4 ПОТОЧНИЙ СТАН ОПЕРАЦІЙ З УТИЛІЗАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В УКРАЇНІ

Відповідно до прийнятого в Україні закону «Про управління відходами», поводження з відходами – це комплекс заходів із збирання, транспортування, перероблення (перероблення, включаючи сортування та захоронення) відходів, включаючи нагляд за такими операціями та об'єктами для подальшої обробки та захоронення відходів.

Кожна операція комплексу здійснюється відповідно до нормативних вимог, необхідних для здійснення відповідної діяльності. Тому в інструкціях зі збирання та транспортування відходів, що перебувають у веденні підприємства, передбачено комплекс заходів безпеки, спрямованих на зменшення (повне усунення) негативного впливу на навколишнє середовище та людей діяльності під час збирання, тимчасового зберігання та вивезення відходів [25].

Табл. 3.2.

Поводження з відходами сонячних фотоелектричних панелей (SFEP) в Україні

Етап поводження та результати	Зміст етапу та заходи
Збирання та транспортування	<ul style="list-style-type: none">- Здійснюється комплекс заходів із збирання, транспортування, перероблення SFEP відповідно до закону "Про управління відходами".- Інструкції зі збирання та транспортування містять заходи безпеки для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей.
Сортування та зберігання	<ul style="list-style-type: none">- Виконується сортування відходів SFEP для ідентифікації конкретних типів відходів.- Забезпечується утримання відходів в умовах, що відповідають екологічним вимогам та безпеці для здоров'я людини та природи.
Утилізація та переробка	<ul style="list-style-type: none">- Утилізація небезпечних відходів SFEP здійснюється професійними підприємствами з ліцензіями.- Переробка, що включає вилучення цінних матеріалів (кремній, срібло, напівпровідникові елементи) хімічними процесами та механічне розділення елементів панелей.
Проблеми та	<ul style="list-style-type: none">- Недосконалість законодавчо-нормативної бази управління

виклики	<p>відходами SFEP.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Підвищення екологічної небезпеки утворення та накопичення відходів, включаючи ті, що входять до складу категорії відходів війни. - Недостатність інформаційної бази та моніторингу відходів SFEP. - Нерозвинутість процесів збирання, накопичення та передачі відходів на утилізацію. - Відсутність пропозицій щодо екологічно безпечної переробки та утилізації SFEP як ресурсоцінної вторинної сировини.
---------	--

Джерело: розроблено автором за даними [25]

Збирання відходів, як правило, передбачає добування, накопичення, зберігання та транспортування відходів до об'єкта поводження з відходами (або від одного об'єкта до іншого), які здійснюються суб'єктами господарювання у сфері поводження з відходами. Зберігання відходів передбачає їх утримання в умовах, безпечних для здоров'я людини та навколишнього природного середовища та відповідних відповідним екологічним вимогам. Основним фактором, що впливає на операції з поводження з відходами, є ідентифікація відходів, яка включає виділення конкретних типів відходів [25].

Для відходів SFEP можна визначити дві категорії небезпеки: небезпечні відходи та безпечні відходи. У той же час, враховуючи складність матеріалів виготовлення ПБВП, в одній панелі після демонтажу можуть бути елементи, що належать до різних категорій відходів. Законодавство ЄС передбачає класифікацію відходів SFEP як відходів електричного та електронного обладнання. При цьому таке обладнання визначається як обладнання, нормальна робота якого залежить від струмів та електромагнітних полів, та обладнання для генерування, передачі та вимірювання таких струмів та електромагнітних полів, призначене для використання з номінальною напругою не вище 1000 вольт змінного струму та 1500 вольт для постійного струму [25].

В Україні електричне та електронне сміття виділено в окрему групу, але прямої згадки про відходи ПБВП немає. Відходи SFEP можна розділити на різні

групи відповідно до національної класифікації відходів DK 005-96: Розділ В.1. (група 40 код 4010.2.9.12) та розділ Б.6 (група 77 код 7740.3.1.03). Зараз на розгляді знаходиться проект Національного класифікатора НК 005:2021 «Класифікатор відходів». Передбачається, що відходи сортувальника відповідають Європейському кадастру відходів. Відходи SFEP логічно віднести до групи електричних та електронних відходів. Комплекс заходів щодо поводження з відходами включає вивезення відходів, роботи з відходами, які не передбачають розміщення відходів через відсутність відповідної технології. Відповідно до нормативних процедур утилізацію небезпечних відходів здійснюють професійні підприємства з відповідними ліцензіями. Для відходів SFEP ця операція має обмежене застосування, оскільки переважна більшість панелей використовується повторно або утилізується [25].

Переробка відходів SFEP використовується там, де є можливість продовжити термін служби прострочених або пошкоджених панелей. Конструкцію очищають (відновлюють), а властивості панелі перевіряють перед повторним використанням SFEP. Утилізація непридатного SFEP спрямована на різні типи панелей, головним чином кремнієві панелі, на які припадає майже 90% відходів. Слід також зазначити, що непридатні частини панелей (до 15 %) після розбирання не підлягають переробці. Тому в процесі утилізації ПБВП утворюються вторинна сировина (скло, напівпровідникові матеріали та метали) та відходи [25].

До складу сонячних модулів входить сировина з ресурсною цінністю, склад якої варіюється від панелі до панелі. Отже, у процентному співвідношенні кристалічна кремнієва панель складається з 76% скла, 10% полімерного матеріалу, 8% алюмінію, 5% кремнієвого напівпровідника, 1% міді, менше 0,1% срібла, олова і свинцю. У тонкоплівкових модулях частка скла значно вища – 89% (CIGS) і 97% (CdTe) [25]. Сьогодні існує два види обробки фотомодулів:

чорнова та фінішна. У першому випадку витягуються основні матеріали модуля: алюміній, мідь, скло, пластик розкладається теплом. Під час цього другого процесу всі хімічні елементи можуть бути видалені з фотоелектричних елементів панелі. На етапі підготовки до утилізації відходів були використані різні технічні прийоми, які дозволили відокремити основні частини конструкції [25].

Як правило, послідовність операцій така:

1. Знімання захисної алюмінієвої рами з модуля.
2. Відокремлення розподільчої коробки.
3. Вилучення скла з кремнієвим сонячним елементом.
4. Відділення елементів панелі, що містять кремній та метали.

Демонтовану алюмінієву раму відправили на перепрофілювання панельної рами. Більшість скла можна переробити, але виникають проблеми з якістю матеріалу та його можливим забрудненням домішками. Подальше механічне розділення елементів панелей вимагає термічної обробки при температурі не нижче 500°C. Під час цього процесу пластик, який використовується для ущільнення панелей, випаровується. Операція вилучення цінних матеріалів (кремній, срібло, напівпровідникові елементи) здійснюється за допомогою хімічних процесів. Таким чином, операції обробки відходів SFEP поєднують механічні та хімічні процеси вилучення матеріалів. При цьому підвищений рівень екологічного ризику починається з термічного нагрівання і супроводжується хімічним впливом на деякі кремнієві компоненти панелі на етапі експлуатації.

Основними проблемами у сфері управління відходами СФЕП в Україні є:

- недосконалість законодавчо-нормативної бази у сфері управління відходами;

- підвищення екологічної безпеки утворення та накопичення відходів, у тому числі тих, що входять до складу категорії відходів війни;
- недосконалість інформаційної бази та моніторингу відходів,
- недостатній розвиток процесів організації процесів збирання, накопичення та передачі відходів на утилізацію;
- недостатність пропозицій щодо способів екологічно безпечної переробки та утилізації відходів СФЕП як ресурсоцінної вторинної сировини [25].

У вирішенні цих питань провідну роль відіграє нормативна частина. Наразі Україна вдосконалює законодавчу базу у сфері поводження з відходами шляхом прийняття законів та підзаконних актів, спрямованих на підвищення екологічної безпеки всіх операцій з поводження з відходами, у тому числі відходами СВВП. Прийнятий Закон України «Про поводження з відходами», який набуде чинності 9 липня 2023 року, визначає основні напрями діяльності щодо запобігання негативному впливу відходів на здоров'я людини та навколишнє природне середовище. Положення закону розглядаються з точки зору правових, організаційних та економічних засад поводження з відходами та підготовки до стимулювання повторного використання, переробки та відновлення відходів [25].

Національна стратегія поводження з відходами до 2030 року та Національний план управління відходами до 2030 року визначають напрямки розвитку управління відходами та гармонізують національну політику та стратегію планування управління відходами з європейськими підходами. Розглянути можливість запровадження економічних інструментів для покращення поводження з відходами, зокрема запровадження економічних стимулів для впровадження екологічно чистих технологій виробництва та розширення можливостей переробки (переробки) [25]. З точки зору господарювання, вдосконалити систему управління відходами. Планується

реформування системи інформаційного забезпечення у сфері поводження з відходами та створення інформаційного центру поводження з відходами для збору, обробки, аналізу та поширення інформації про поводження з відходами. Утилізація небезпечних відходів дуже цінується.

Важливим є окремий розділ документу, в якому розглядається формування національної політики у сфері поводження з відходами електричного та електронного обладнання. Планується розробити проект закону про відходи електричного та електронного обладнання, який встановлюватиме вимоги щодо збору, зберігання та обробки відходів електричного та електронного обладнання, а також сформулювати національні стандарти щодо відходів електричного та електронного обладнання. Очікується, що серед іншого буде створено інфраструктуру для збору та обробки відходів електричного та електронного обладнання [25].

Що стосується недоліків запропонованих методів поводження та утилізації відходів СВЯП, то слід зазначити, що, судячи із запропонованих та впроваджених технологій, процеси утилізації цих відходів не є досконалими навіть у розвинених країнах світу. Найбільш оптимістична оцінка для всіх панелей передбачає рівень збору 85% і ступінь відновлення 95% складових елементів. Безумовно, дослідження з утилізації відходів ВЯП як вторинної сировини потребують розширення та практичного застосування [25]. При цьому одним із головних завдань є збільшення частки відходів, які наразі не переробляються, але можуть бути використані як вторинна сировина.

3.5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ УКРАЇНСЬКИХ ВЛАДНИХ ОРГАНІВ ТА ГАЛУЗЕВИХ ГРАВЦІВ НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ФОРСАЙТУ

Результати форсайту можуть суттєво вплинути на рекомендації для української влади. США повинні прийняти більш активну роль у війні та попередити Росію про можливі наслідки конфлікту. Щоб вирішити основні

проблеми неефективної конкуренції після виходу Росії з регіону, слід запровадити етап відновлення. Цифра для Російської Федерації включає тих, хто отримав статус біженця або тимчасового притулку, а також тих, хто зареєстрований в країні. Агентство США з міжнародного розвитку (USAID) прагне зміцнити демократію та підтримати економіку в умовах тривалого конфлікту [26]. Вплив війни на ціни на продовольство, паливо та добрива є головною проблемою глобальної бідності та відсутності продовольчої безпеки. Порушення прав людини, вчинені обома сторонами конфлікту, були задокументовані в основній частині доповіді. Форсайт і прогноз — два поняття російської військової стратегії, які використовуються для прогнозування характеру майбутніх воєн. У Копенгагенському документі ОБСЄ/НБСЄ 1990 року зазначено, що «воля народу, вільно й чесно виражена через періодичні та справжні вибори, має бути основою влади уряду» [26]. Важливо, щоб ці рекомендації були дотримані, щоб забезпечити безпечну та стабільну Україну.

Після цього звіту учасникам галузі слід звернути увагу на нові можливості та виклики на поточному ринку. Це включає в себе необхідність визначення відкаліброваних заходів, які можуть допомогти США встановити свої високі ставки у війні. Крім того, компанії повинні взяти до уваги чотири сценарії, які можуть допомогти проілюструвати можливий розвиток подій за двома основними осями, наприклад, відносини Україна-Росія. Крім того, можна провести два дослідження подій на основі довоєнних даних, щоб зрозуміти, як чудово російська економіка змогла вистояти у війні [27]. Також рекомендується покращити дослідження глобального ланцюжка створення вартості (GVC) для кращого аналізу масштабів війни. Нарешті, компаніям слід вивчити ініціативи національних членів і афілійованих компаній у відповідь на війну та на підтримку України. Ці рекомендації базуються на прогнозованому аналізі, який забезпечує довгострокове розуміння середовища безпеки та інформує осіб, які приймають військові рішення, для стратегічного планування [27].

Щоб забезпечити ефективне впровадження рекомендацій, необхідно

вжити необхідних заходів. По-перше, існуючі практики менеджменту мають бути змінені, щоб включити принципи, методи та інструменти соціальної відповідальності. Це забезпечить збереження конкурентоспроможності, продуктивності та прибутковості українських корпорацій. Крім того, стандартні контракти типу ЕСКО повинні бути опубліковані для будівель і промисловості всіма мовами ЄС. Це дозволить державам-членам розробляти та впроваджувати програми використання ТРФ у державному секторі [26]. Крім того, слід реалізувати кілька досліджень і пілотних проектів для сприяння діяльності ЕСКО та ТРФ, головним чином у громадських будівлях і когенерації (ТЕЦ). Це сприятиме сталому розвитку української економіки та її енергетичних ресурсів. Таким чином, рекомендації можуть бути імплементовані на національному рівні, забезпечуючи таким чином розвиток української економіки більш ефективним та рентабельним способом [27].

ВИСНОВКИ

На закінчення слід підкреслити, що сонячна енергія стала необхідною ланкою в глобальному переході до відновлюваних джерел енергії. За останнє десятиліття галузь сонячної енергетики розвивалася швидко і отримувала активну підтримку від політичних та економічних сил у різних країнах. Втім, майбутнє сонячної енергії залишається непрогнозованим, адже воно залежить від багатьох факторів, таких як технологічний розвиток, політичні рішення, попит на ринку та екологічні виклики.

Незважаючи на досягнення, важливо визнати, що деякі аспекти технології сонячної енергії все ще вимагають оптимізації, зокрема, щодо високоефективних сонячних панелей та зберігання енергії. Розвиток цих напрямків важливий для максимізації потенціалу сонячної енергії та її конкурентоспроможності.

Технологічний прогрес, що призвів до зниження вартості сонячних панелей, відкриває нові можливості для більш широкого впровадження сонячної енергії. Прогнози свідчать про подальше зниження цін, роблячи її економічно вигідною у середньостроковій та довгостроковій перспективі. Запровадження сонячної енергії в енергетичні системи може сприяти стабілізації та зниженню вартості електроенергії в майбутньому, хоча це супроводжується викликами, пов'язаними з великими капітальними витратами та повільним впровадженням.

На світовому ринку сонячної енергетики визначається її ключова роль у глобальному виробництві електроенергії. Україна, де вже успішно реалізовані проекти сонячних електростанцій, має значний потенціал у цій галузі, хоча існують виклики, такі як потреба в модернізації інфраструктури та збільшенні використання сонячної енергії.

Необхідно підкреслити екологічну важливість сонячної енергії, яка

може допомогти зменшити викиди парникових газів та сприяти створенню екологічно стійких енергетичних систем.

Дослідження сучасних умов функціонування сфери сонячної генерації виявили високий рівень невизначеності та вплив зовнішніх викликів і загроз, що зумовлює доцільність використання Форсайт-методології для забезпечення інвестиційної привабливості галузі з урахуванням інтересів державних та приватних партнерів.

Одне з найважливіших місць у методології Форсайту займає проблема комбінування експертних методів з кількісними оцінками, ця проблема також задає вектор удосконалення та подальшого розвитку методологічних засад Форсайту. Таким чином, ті виклики, які поставлені перед методологією Форсайту, і той вектор трансформації Форсайту, який задається цими викликами, мають своє коріння у зростанні складності систем і проблем на етапі переходу до економіки знань, у прискоренні ритму еволюції і зростанні невизначеностей, у зміні ролі різних суб'єктів господарювання в еволюційному розвитку суспільства, а, отже, відповіді на ці виклики слід шукати в теорії складності, хаосу й еволюції.

Рекомендації, розроблені на основі методів форсайту, можуть стати важливим інструментом для формування стратегій розвитку сонячної енергетики на рівні держав та підприємств, сприяючи сталому та збалансованому енергетичному майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кірнос, І.О. (2013). ФОРСАЙТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЕРЖАВНОГО СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ. [Електронний ресурс]. URL: <http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/26596/1/Статья%20Форсайт.pdf>
2. Богачов, С., & Соловцова, О. (2013). ФОРСАЙТ ЯК МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ МАЙБУТНЬОГО. [Електронний ресурс]. URL: <http://skhid.kubg.edu.ua/article/download/18951/16746/28831>
3. Решетняк, О. І. (2019). ФОРСАЙТ-МЕТОДИ В УПРАВЛІННІ НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИМ РОЗВИТКОМ. [Електронний ресурс]. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2019/69.pdf
4. Ємельянов, В. М., Коваленко, І. І., & Гончарова, Н. В. (2021). ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ ФОРСАЙТ-ДОСЛІДЖЕНЬ У ДЕРЖАВНОМУ ТА ПУБЛІЧНОМУ УПРАВЛІННІ. [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/353497983_Principi_ta_metodi_forsa_jt-doslidzen_u_derzavnomu_ta_publicnomu_upravlinni
5. Литвак, Б. Г. (2013). Стратегічний менеджмент. [Електронний ресурс]. URL: https://stud.com.ua/18588/menedzhment/strategichniy_menedzhment
6. Ткаченко, Н. В., Хуторна, М. Е., Топазли, Р. А., Еїсай, С. А. І. А., Трофименко, І. Б. (2021). "Методологічні засади стратегічного планування капіталоутворювальної бази підприємств в умовах економіки знань." DOI: 10.18371/fcaptr.v6i41.251403
7. Рудь, Н. Т. (2019). "ФОРСАЙТ: Сутність та методологія прогнозування." DOI: 10.36910/6775-2707-8701-2019-16/61-13
8. Дейнеко, Л. В., Шелудько, Е. І. (2021). "Проведення досліджень перед форсайт: організаційний аспект." DOI: 10.15407/socium2021.02.026
9. Скрипниченко, М.І. (2021). ІНСТИТУЦІЙНО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ ФОРСАЙТ-ДОСЛІДЖЕННЯ «ЕКОНОМІКА УКРАЇНИ – 2050». [Електронний ресурс]. URL: http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2022/04/Forsite_Ukraine_2050-3.pdf
10. Чекунова, С. (2023). Перспективні технології фотоелектричної сонячної енергетики. [Електронний ресурс]. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/perspektyvni-tehnologii-fotoelektrychnoi-soniachnoi-energetyky>
11. Трофименко, О. (2020). ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ СФЕРІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ. [Електронний ресурс]. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2020-22-90>

12. Zeng, M. A. (2023). Foresight by online communities – The case of renewable energies. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162517306650>
13. Alizadeh, R., Lund, P. D., Beynaghi, A., Abolghasemi, M., Maknoon, R. (2016). An integrated scenario-based robust planning approach for foresight and strategic management with application to the energy industry. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162515003935>
14. Fallin, D., Lee, K., Poling, G. B. (2023). Clean Energy and Decarbonization in Southeast Asia: Overview, Obstacles, and Opportunities. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.csis.org/analysis/clean-energy-and-decarbonization-southeast-asia-overview-obstacles-and-opportunities>
15. Opportunities and risks for the EU renewables sector in 2021. (2021). [Електронний ресурс]. URL: <https://www.controlrisks.com/our-thinking/insights/opportunities-and-risks-for-the-eu-renewables-sector-in-2021>
16. Квітка, С.А. (2016). Форсайт як технологія проектування майбутнього: новітні механізми взаємодії публічної влади, бізнесу та громадянського суспільства. [Електронний ресурс]. URL: <http://aspects.org.ua/index.php/journal/article/download/281/276>
17. НОВА ЕНЕРГЕТИЧНА СТРАТЕГІЯ УКРАЇНИ: БЕЗПЕКА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, КОНКУРЕНЦІЯ. (2015). [Електронний ресурс]. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/NT1680>
18. Мельник, Ю.М. (2019). "Застосування форсайт-технології у розвитку промисловості національної економіки." URL: http://bses.in.ua/journals/2019/37_2019/41.pdf
19. Onyshchenko, V., Shchurov, I., Datsenko, V. (2022). Сонячна енергетика в Україні: аналіз та роль у забезпеченні економічної безпеки. Науковий журнал «Економіка і регіон», 1(84), 6-12. DOI: [https://doi.org/10.26906/EiR.2022.1\(84\).2539](https://doi.org/10.26906/EiR.2022.1(84).2539).
20. Сонячна енергетика в Україні, 2019. [Електронний ресурс]. URL: <https://avenston.com/articles/solar-in-ukraine-2019/>
21. Конеченков, А. (2022). Сектор відновлюваної енергетики України до, під час та після війни. [Електронний ресурс]. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/sector-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>
22. Чумаченко, І.Є. (2021). ЕВОЛЮЦІЯ ЗАКОНОДАВСТВА ПРО СОНЯЧНУ ЕНЕРГЕТИКУ В УКРАЇНІ. [Електронний ресурс]. URL: http://www.lsej.org.ua/11_2021/91.pdf

23. Савчук, Є. В. (2019). ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ. [Електронний ресурс]. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062019/6575
24. Кузнєцова, Лідія, та Білоцерківець, Олександр. "ФОРСАЙТ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ В КОНТЕКСТІ СВІТОВОЇ ПРАКТИКИ." 2021. [Онлайн]. Доступно за адресою: <https://doi.org/10.15407/eip2021.01.127>
25. Катенін, В., Самойленко, Н. (2022). СУЧАСНИЙ СТАН ОПЕРАЦІЙ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В УКРАЇНІ. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2022-313-5-89-93>
26. Damen, M. (2023). EU-Ukraine 2035: Strategic foresight analysis on the future of the EU and Ukraine. [Електронний ресурс]. URL: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU\(2023\)7474](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU(2023)7474)
54
27. Responsible Business Conduct During War in Ukraine: Context Assessment Study, 2023. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.undp.org/ukraine/publications/responsible-business-conduct-during-war-ukraine-context-assessment-study>