

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**

Науково-навчальний інститут бізнесу, економіки та менеджменту  
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування  
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Олександра КАРІНЦЕВА  
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_ грудня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня магістр**

зі спеціальності 051 Економіка,

(код та назва)

освітньо-професійної програми Економіка та бізнес-інновації  
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Забезпечення сталого розвитку енергетичної галузі на основі екстенсивного переходу на альтернативні джерела енергії

Здобувача(ки) групи Е.м-31  
(шифр групи)

Радул Аліни Олександрівни  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Аліна РАДУЛ  
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник доцент каф. ЕПтаБА, доцент, к.е.н Олександр МАЦЕНКО \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

**Суми – 2024**

*Міністерство освіти і науки України*

*Сумський державний університет*

**КАФЕДРА ЕКОНОМІКИ, ПІДПРИЄМНИЦТВА  
ТА БІЗНЕС-АДМІНІСТРУВАННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри економіки,

підприємництва

та бізнес-адміністрування

\_\_\_\_\_ Олександра КАРІНЦЕВА

«    » грудня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до кваліфікаційної роботи**

**для здобуття освітнього ступеня «магістр**

Студента(ки) групи Е.м-31, 2 курсу

ННІ БіЕМ

(найменування інституту)

Спеціальність: «051 Економіка»

Освітня програма: 8.051.00.11 «Економіка та бізнес-інновації»

Радул Аліна Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи: **Забезпечення сталого розвитку енергетичної галузі на основі екстенсивного переходу на альтернативні джерела енергії**

Затверджена наказом по СумДУ №\_від «\_\_»\_\_\_\_\_2024 р.

Термін подання здобувачем вищої освіти завершеної кваліфікаційної роботи: до «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_2024 р.

Вихідні дані до роботи: наукові статті, інтернет-джерела, періодичні видання, аналітичні звіти

Зміст основної частини кваліфікаційної роботи (перелік питань, що підлягають розробленню): роль альтернативної енергетики в економіці та її рушійна сила для соціально-економічного розвитку, економічні аспекти переходу на альтернативну енергетику, аналіз ринку ВДЕ, позиції компаній лідерів та конкуренція, характеристика американського лідера сонячних технологій First Solar.

Перелік ілюстрацій (мають бути представлені під час захисту): Частки різних джерел енергії в Україні та Європі. Частка виробництва електроенергії 2000-2028 рр. Збільшення потужностей ВДЕ за сегментами, 2016-2028 рр. Динаміка цін на різні види енергії за роками.

Дата видачі завдання: « 18 » листопада 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи: доцент, к.е.н Олександр МАЦЕНКО  
(вч. звання, Ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

Завдання прийняв(ла) до виконання: « 18 » листопада 2024  
р. \_\_\_\_\_

підпис студента(ки)

**Примітки:**

1. Це завдання є складовою кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня та розміщується після її титульного аркушу.
2. Після складання завдання, студент має ознайомитися із:
  - календарним графіком підготовки кваліфікаційної роботи із зазначеними строками виконання окремих етапів;
  - порядком перевірки кваліфікаційної роботи на наявність ознак академічного плагіату;

- критеріями оцінювання та вимогами до кваліфікаційної роботи.

## **АНОТАЦІЯ**

**Загальна характеристика роботи:** дипломна робота складається з 48 сторінок тексту, 3 розділів, 6 таблиць, 4 рисунки та списку з 17 використаних джерел.

**Об'єктом дослідження** є процеси та закономірності розвитку енергетичної галузі в умовах переходу на альтернативні джерела енергії, зокрема на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як сонячна енергетика.

**Предметом дослідження** є економічні відносини, механізми та інструменти забезпечення сталого розвитку енергетичної галузі в контексті розширення використання відновлюваних джерел енергії, зокрема через аналіз конкурентних стратегій та фінансових показників компаній-лідерів у сфері альтернативної енергетики (на прикладі First Solar).

**Мета дипломної роботи:** розробка теоретико-методологічних засад і прикладних підходів до оцінки впливу альтернативної енергетики на сталий розвиток економіки, а також аналіз стратегій та економічних показників провідних компаній у сфері відновлюваних джерел енергії (на прикладі First Solar) з метою формування рекомендацій щодо ефективного впровадження альтернативних джерел енергії у національну економіку.

**Для досягнення поставленої мети було поставлено такі завдання:**

- проаналізувати основні теоретичні аспекти альтернативної енергетики та її вплив на соціально-економічний розвиток, визначити її роль в економічній системі та її вплив на економічний розвиток;

- розглянути економічні аспекти переходу на ВДЕ та основні загрози, які можуть виникнути;

- дослідити діяльність компанії First Solar, проаналізувати її ринкові позиції та конкурентні переваги, економічні результати діяльності на основі фінансових звітів і зробити висновки щодо її ефективності.

**Використана методика:** SWOT аналізи, методи порівняльного аналізу, а також спостереження.

У першому розділі надані основи альтернативної енергетики, особливостей її діяльності, різновиди та особливості впровадження. Під різними сторонами розглядаються її вплив на соціальний, екологічний та особливо економічний розвиток. Аналізується яку роль може зіграти розвиток, та перехід на ВДЕ в загальному економічному розвитку світу.

У другому розділі досліджено економічні переваги та недоліки переходу на ВДЕ по кожному з напрямів, наведені міжнародні угоди та організації і механізми регулювання в сфері енергетики, та приклади урядових політик підтримки ВДЕ по країнах лідерах. Та як підсумок загрози, з якими може стикнутися світова економіка при переході на альтернативну енергетику.

У третьому розділі виконаний аналіз світових країн лідерів в сфері ВДЕ, наведений приклад Української компанії лідера, на існуючому в країні ринку зі сформованими конкурентами. Головним вектор зосередився на розгляді потужної Американської компанії First Solar, її потужностей та масштабів розвитку, економічних результатів та позицій на світовій арені.

**Ключові слова:** альтернативна енергетика, відновні джерела енергії, сонячна енергія, вітрові станції, гідроенергетика, економіка, екологія, інвестиції, конкуренції.

## SUMMARY

**General characteristics of the work:** the thesis consists of 48 pages of text, 3 sections, 6 tables, 4 figures and a list of 17 sources used.

**The object of the study** is the processes and patterns of development in the energy sector under the transition to alternative energy sources, particularly based on renewable energy sources (RES), such as solar energy.

**The subject of the study** is the economic relations, mechanisms, and instruments for ensuring the sustainable development of the energy sector in the context of expanding the use of renewable energy sources, particularly through the analysis of competitive strategies and financial indicators of leading companies in the field of alternative energy (using First Solar as a case study).

**The aim of the thesis** is to develop theoretical and methodological foundations and applied approaches for assessing the impact of alternative energy on sustainable economic development, as well as to analyze the strategies and financial indicators of leading companies in the renewable energy sector (using First Solar as a case study) to formulate recommendations for the effective implementation of alternative energy sources in the national economy.

**To achieve the goal, the following tasks were set:**

- to analyze the main theoretical aspects of alternative energy and its impact on socio-economic development, to determine its role in the economic system and its impact on economic development;

- to consider the economic aspects of the transition to renewable energy and the main threats that may arise;

- to investigate the activities of First Solar, analyze its market positions and competitive advantages, economic results of activities based on financial reports and draw conclusions about its effectiveness.

**The methodology used:** SWOT analyses, comparative analysis methods, as well as observations.

The first section provides the basics of alternative energy, the features of its activities, varieties and features of implementation. Its impact on social, environmental and especially economic development is considered from different sides. The role that development and transition to RES can play in the general economic development of the world is analyzed.

The second section examines the economic advantages and disadvantages of transition to RES in each of the areas, international agreements and organizations and regulatory mechanisms in the energy sector are given, and examples of government policies supporting RES in leading countries are given. And as a summary, the threats that the world economy may face when transitioning to alternative energy.

The third section analyzes the world's leading countries in the field of renewable energy, gives an example of a Ukrainian leader company in the existing market in the country with established competitors. The main vector focused on the consideration of the powerful American company First Solar, its capacities and scale of development, economic results and positions on the world stage.

**Keywords:** alternative energy, renewable energy sources, solar energy, wind farms, hydropower, economy, ecology, investments, competition.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЇЇ ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ЕКОНОМІЧНИЙ ПРОГРЕС .....	11
1.1 Альтернативна енергетика як рушійна сила соціально-економічного розвитку .....	11
1.2 Роль альтернативної енергетики в економіці .....	15
РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНІ ТА ЗАКОНОДАВЧІ ОСНОВИ ПЕРЕХОДУ ДО АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ .....	20
2.1 Економічні аспекти переходу на альтернативну енергетику .....	20
2.3 Законодавче регулювання енергетичного сектору з метою збільшення частки відновних джерел енергії .....	24
2.2 Загрози та проблеми, з якими може стикнутися світова економіка при переході на альтернативну енергетику .....	28
РОЗДІЛ 3. FIRST SOLAR ЯК ВЗІРЕЦЬ ПОТУЖНОГО ГРАВЦЯ В СФЕРІ СОНЯЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ .....	32
3.1 Загальні відомості та характеристика американського лідера сонячних технологій First Solar .....	32
3.2 Аналіз ринку, позиції компаній та конкуренція .....	34
3.3 Економічний аналіз діяльності компанії на основі її фінансових звітів .....	41
ВИСНОВКИ .....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	48



## ВСТУП

Актуальність теми дослідження даної роботи полягає в тому, що сучасний світ стикається з новими викликами у сфері енергетики, зокрема з необхідністю переходу до сталого розвитку [19, 21, 26, 38, 39, 42]. В умовах цифрової трансформації економіки виснаження традиційних ресурсів, посилення екологічних вимог та зростання попиту на енергетичні ресурси вимагають впровадження нових підходів у формуванні енергетичних систем [22, 28, 32, 33, 34, 40, 44, 43, 45, 48]. Використання цифрових технологій, таких як штучний інтелект, великі дані та Інтернет речей, сприяє оптимізації енергоспоживання, підвищенню ефективності управління енергетичною інфраструктурою та прискоренню переходу до стійких джерел енергії [24, 27, 31, 41, 46, 47, 49]. Альтернативна енергетика є одним із ключових напрямків, який сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля, забезпеченню енергетичної безпеки та стабільності економічного розвитку [18, 23, 25, 36]. Перехід на відновлювані джерела енергії створює нові можливості для економіки, зокрема у сферах інновацій, інвестицій та соціального розвитку [29, 30, 35, 37]. У цьому контексті дослідження ролі альтернативної енергетики у забезпеченні сталого розвитку, зокрема на прикладі компанії First Solar, дозволяє краще зрозуміти перспективи впровадження таких рішень у глобальну та національну економіку.

Метою роботи є розробка теоретико-методологічних засад і прикладних підходів до оцінки впливу альтернативної енергетики на сталий розвиток економіки, а також аналіз стратегій та економічних показників провідних компаній у сфері відновлюваних джерел енергії (на прикладі First Solar) з метою формування рекомендацій щодо ефективного впровадження альтернативних джерел енергії у національну економіку.

Завдання дослідження включають:

– аналіз теоретичних аспектів розвитку альтернативної енергетики та її ролі у забезпеченні сталого розвитку;

- дослідження економічних аспектів переходу на відновлювані джерела енергії;
- вивчення ринку відновлюваної енергетики та конкурентних позицій компанії First Solar як прикладу успішного гравця у сфері сонячних технологій;
- розробка рекомендацій щодо впровадження альтернативної енергетики в економіку України.

Об'єктом дослідження є процеси та закономірності розвитку енергетичної галузі в умовах переходу на альтернативні джерела енергії, зокрема на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як сонячна енергетика.

Предметом дослідження є економічні відносини, механізми та інструменти забезпечення сталого розвитку енергетичної галузі в контексті розширення використання відновлюваних джерел енергії, зокрема через аналіз конкурентних стратегій та фінансових показників компаній-лідерів у сфері альтернативної енергетики (на прикладі First Solar).

Практична значущість полягає у використанні отриманих результатів для розробки стратегій розвитку альтернативної енергетики, які сприятимуть енергетичній незалежності та сталому економічному зростанню.

У структурі роботи наведено теоретичний огляд (розділ 1), аналіз економічних аспектів та загроз (розділ 2), а також кейс компанії First Solar як приклад впровадження інноваційних підходів (розділ 3).

# РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЇЇ ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ЕКОНОМІЧНИЙ ПРОГРЕС

## 1.1 Альтернативна енергетика як рушійна сила соціально-економічного розвитку

Джерела енергії, якими користується людство сьогодні, поділяються на традиційні та альтернативні. Традиційні джерела – це нафта, газ та вугілля. Головним і найбільшим їх недоліком є те, що вони не відновлювальні. Саме цей фактор найбільше мотивує суспільство використовувати інші носії бо з часом, навіть досить багаті родовища, вичерпаються. Відповідно сьогодні є актуальним пошук інших варіантів отримання енергії.

Другим, не менш важливим фактором є негативний вплив на екологічне становище планети. В останні десятиліття ситуація дуже стрімко погіршується і зміни в кліматі відчуються все більше. Тож, єдиний спосіб для зниження змін клімату – перейти на джерела енергії, що є екологічно чистими та відновними.

Впродовж останніх років Європейський Союз ініціював прискорення розвитку нетрадиційних джерел енергії бо відслідковується різке зростання ціни на традиційні джерела енергії, а також недосконалість та низька ефективність технологій їх використання.

Розвиток альтернативної енергетики стає невід'ємною частиною й глобальної світової політики. Вона сприяє досягненню енергетичної незалежності країн, забезпечує нові робочі місця та сприяє технологічному прогресу.

Альтернативна енергетика — це галузь енергетики, що використовує відновлювані джерела енергії (ВДЕ), такі як сонце, вітер, вода, геотермальна енергія, біомаса та інші. Її основна мета — створити сталу енергетичну систему,

яка забезпечить енергетичну безпеку, зменшить негативний вплив на довкілля та сприятиме економічному зростанню.

Альтернативна енергетика є рушійною силою соціально-економічного розвитку і це те що назавжди змінить структуру світової економіки. Вона не тільки забезпечує сталу енергетику, але й сприяє глобальним змінам у напрямку зменшення впливу на клімат, створення нових можливостей для розвитку технологій та поліпшення якості життя. Інвестування в цей сектор сьогодні — це внесок у безпечне та стабільне майбутнє світу.

Використання таких джерел, як сонячні панелі чи вітрові турбіни, дозволяє значно скоротити викиди парникових газів, які є основною причиною глобального потепління.

Іншою важливою рисою є децентралізація генерації електроенергії. На відміну від великих централізованих електростанцій, альтернативна енергетика дозволяє розташовувати енергетичні об'єкти ближче до місць споживання. Це особливо актуально для віддалених районів, де традиційна інфраструктура може бути недоступною. Водночас використання таких технологій зменшує втрати енергії під час її транспортування, що також сприяє підвищенню ефективності, зменшення собівартості та відповідно ціни.

Розвиток альтернативної енергетики має численні аспекти, які впливають на економіку та суспільство. Передусім це стимулювання технологічного прогресу. Щороку вдосконалюються технології виробництва сонячних панелей, вітрових турбін і систем зберігання енергії, що робить альтернативну енергетику дедалі доступнішою та ефективнішою. Важливим є також залучення інвестицій. Сектор відновлюваної енергетики приваблює значний обсяг фінансування з боку урядів, приватних інвесторів та міжнародних організацій. У 2023 році вкладення в цей сектор перевищили 500 мільярдів доларів, що демонструє зростаючу довіру до «зеленої» енергетики.

Інвестиції в альтернативну енергетику стали настільки популярні, що експерти порівнюють їх з «зеленою лихоманкою». А капіталізація компаній, що працюють з «енергією майбутнього» дуже активно росте.

Інвестиційну привабливість альтернативної енергетики обумовлює перелік чинників: регулярні, прогнозовані та стабільні доходи, що дає можливість розраховувати прибуток на кілька років вперед

Соціальний вплив альтернативної енергетики також не можна недооцінювати. Вона створює тисячі нових робочих місць у галузях будівництва, інженерії та обслуговування. Наприклад, у 2022 році у сфері відновлюваної енергетики було зайнято понад 12,7 мільйонів людей у всьому світі. Ці цифри підтверджують, що інвестиції у «зелену» енергетику сприяють не лише технічному прогресу, але й економічному зростанню.

Використання локальних відновлюваних ресурсів дозволяє країнам зменшити залежність від імпорту викопного палива, що особливо важливо в умовах енергетичних криз. Хоча будівництво об'єктів ВДЕ вимагає значних початкових інвестицій, їхня експлуатація є дешевшою, а відсутність витрат на паливо дозволяє знижувати кінцеві витрати. Крім того, перехід на екологічно чисті джерела енергії сприяє покращенню якості життя, знижуючи забруднення повітря та вплив на здоров'я населення.

У сучасних умовах глобалізації інноваційна діяльність виступає головним чинником ефективного функціонування енергетичних підприємств і розвитку енергетичної галузі. Це зумовлено тим, що інновації є матеріальною основою підвищення ефективності виробництва, якості та конкурентоспроможності продукції, зниження витрат і виступають найважливішою умовою економічного зростання на якісно новій основі.

Загальним економічним ефектом альтернативних джерел енергії слугує зменшення залежності від зовнішніх чинників, локалізація ризиків енергопостачання на засадах самозабезпечення енергією, розвиток економічного потенціалу, та зниження витрат на енергію в усіх сферах господарювання.

Наразі розвиток альтернативної енергетики тільки набирає обороти і масштабується, і ці темпи в різних країнах зовсім різні. Всі розуміють

важливість даних змін та їх подальші позитивні результати, але нажаль не всі поки готові надавати гідні умови для їх розвитку, пільги та заохочення.

Наша країна також підхоплює та наскільки це зараз можливо намагається розвивати цю галузь, хоча порівняно з світовими країнами лідерами звичайно не так успішно.

У 2023 році частка відновлюваних джерел енергії у структурі виробництва електроенергії України, включаючи великі гідроелектростанції, досягла 22%, в той час, як в Європі цей показник становить майже в двічі більше - 42%. (рис. 1.1) [8].



Рисунок 1.1 – Частки різних джерел енергії в Україні та Європі

До початку повномасштабної вторгнення встановлені потужності ВДЕ в Україні становили 9,9 ГВт, з яких 2 ГВт припадали на вітрову енергетику, 6 ГВт на сонячну, та 0,2 ГВт на біомасу. На початок 2024 року потужності відновлюваної енергетики склали 8,7 ГВт. Попри виклики війни, за 2023 рік енергетики ДТЕК мережі під'єднали до системи понад 1400 нових об'єктів ВДЕ. Було введено в експлуатацію 182,3 МВт вітрових і близько 500 МВт сонячних електростанцій. Інвестиції в енергетичну інфраструктуру України, зокрема у відновлювані джерела енергії, були досить значними, враховуючі сучасні можливості. У 2023 році український бізнес інвестував лише у сонячну енергетику близько 150 млн доларів США.

З 2009 року діє “Зелений тариф”, що заохочує приватних власників встановлювати власні електровиробничі потужності для продажу електроенергії державі. Ставка зеленого тарифу у 2024 році становить 0,146 євро за 1 кВт-год. Але цього поки що замало, невідкладним кроком у напрямку покращення енергетичної ситуації в том числі в Україні, зменшення енергозалежності та покращення стану атмосферного повітря, повинна стати ефективна державна політики .

## **1.2 Роль альтернативної енергетики в економіці**

Екологічні переваги часто домінують у розмовах про відновлювані джерела енергії, але відновлювана енергетика робить значний внесок у місцеву, національну та глобальну економіку.

Міжнародне енергетичне агентство добре описує що енергія є двигуном, який рухає економічну активність, і є одним з основних чинників стабільності національних економік. Практично кожен продукт і послуга потребують енергії для виробництва і розподілу. Таким чином, енергія вплітається в саму тканину економіки – і відновлювальна енергетика є золотою ниткою.

Створення відновлюваної енергії всередині країни зменшує потребу в імпорті викопного палива з інших країн світу. І оскільки відновлювані ресурси не вичерпуються, ми можемо розраховувати на те, що ця незалежність триватиме довго.

Інвестиції в зелені технології також сприяють розвитку нових екологічно чистих підприємств та галузей, що генерують прибуток через екологічні інновації.

До пандемії COVID-19 ціни на електроенергію залишалися відносно стабільними в більшості регіонів світу. Проте у 2021 році вони почали зростати через відновлення економіки після пандемії та збільшення попиту на енергоносії. Війна в Україні в 2022 році значно вплинула на глобальні

енергетичні ринки, спричинивши різке зростання цін на газ, основний ресурс для генерації електроенергії в Європі. Середня ціна електроенергії в ЄС зросла до 0,28 €/кВт·год для побутових споживачів проти 0,22 €/кВт·год у 2020 році. У країнах, залежних від імпорту енергоносіїв, ціни для бізнесу зросли на понад 80%.

В 2023 році ціни дещо знизилися через стабілізацію газових ринків, теплу зиму та збільшення частки відновлюваної енергетики. Проте вони залишилися високими порівняно з рівнем до 2021 року.

Загалом за останні три роки ціни на традиційну електроенергію зросли на 20–50% залежно від регіону, а найбільше постраждали європейські країни через енергетичну кризу. Саме перехід на відновлювані джерела енергії частково допомагає стабілізувати ціни.

Глобальне щорічне збільшення відновлюваних джерел енергії зросло майже на 50% до майже 510 гігават (гВт) у 2023 році, що є найшвидшим темпом зростання за останні два десятиліття. Географія зростання інвестицій і працевлаштування у сфері альтернативних джерел енергії перемістилася до країн, що розвиваються: в 2015 році загальний об'єм «зелених» капіталовкладень в них вперше став вище, ніж у розвинутих країнах. Перше місце за об'ємами інвестицій посів Китай - що складає понад третину загального глобального інвестування, а серед країн, що розвиваються – Індія. Різкий злет інвестицій можна спостерігати в ПАР, Марокко, Чилі та Мексиці.

Заміна традиційних джерел енергії відновлювальними сприятиме скороченню витрат на енергію в усіх сферах господарювання, покращить екологічну ситуацію в державі, поглибить диверсифікацію джерел енергоносіїв і як наслідок - забезпечення енергетичної незалежності, що дозволить вирішити проблеми в національній енергетичній галузі.

Кожен вид альтернативної енергетики має свої економічні особливості, і оптимальний вибір залежить від регіональних умов, доступності ресурсів та фінансових можливостей. Для України найбільш перспективними є розвиток



сонячної, вітрової та біоенергетики, враховуючи її географічне положення, кліматичні умови та сільськогосподарський потенціал.

У найближчі п'ять років світ планує додати більше потужностей відновлюваних джерел енергії, ніж було встановлено з моменту побудови першої комерційної електростанції з відновлюваних джерел енергії понад 100 років тому.

Майже 3 700 ГВт нових відновлюваних потужностей будуть введені в експлуатацію протягом 2023-2028 років завдяки політиці підтримки в більш ніж 130 країнах. Очікується, що протягом наступних п'яти років буде досягнуто кількох етапів у галузі відновлюваної енергетики (рис. 1.2) [15].

1. У 2024 році вітрові станції та сонячні фотоелектричні системи разом вироблятимуть більше електроенергії, ніж гідроенергетика.

2. У 2025 році відновлювані джерела енергії перевершать традиційну вугільну енергетику і стають найбільшим джерелом забезпечення електроенергією.

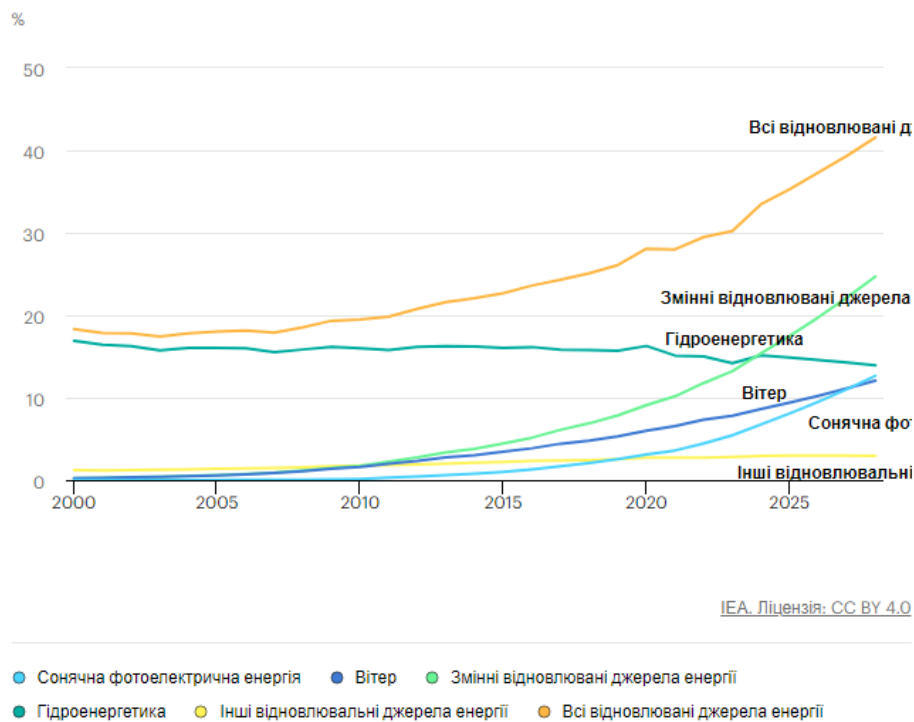


Рисунок 1.2 – Частка виробництва електроенергії 2000-2028 рр.

3. Вітрові та сонячні фотоелектричні системи обганяють виробництво ядерної електроенергії у 2025 та 2026 роках відповідно.

4. У 2028 році на відновлювані джерела енергії припаде понад 42% світового виробництва електроенергії, при цьому частка вітрових та сонячних фотоелектричних модулів подвоїться і сягне близько 25%.

Дивлячись на світові звіти вже в 2023 році лише тільки на сонячні фотоелектричні системи припало три чверті приросту відновлюваних потужностей у всьому світі (рис.1.3).

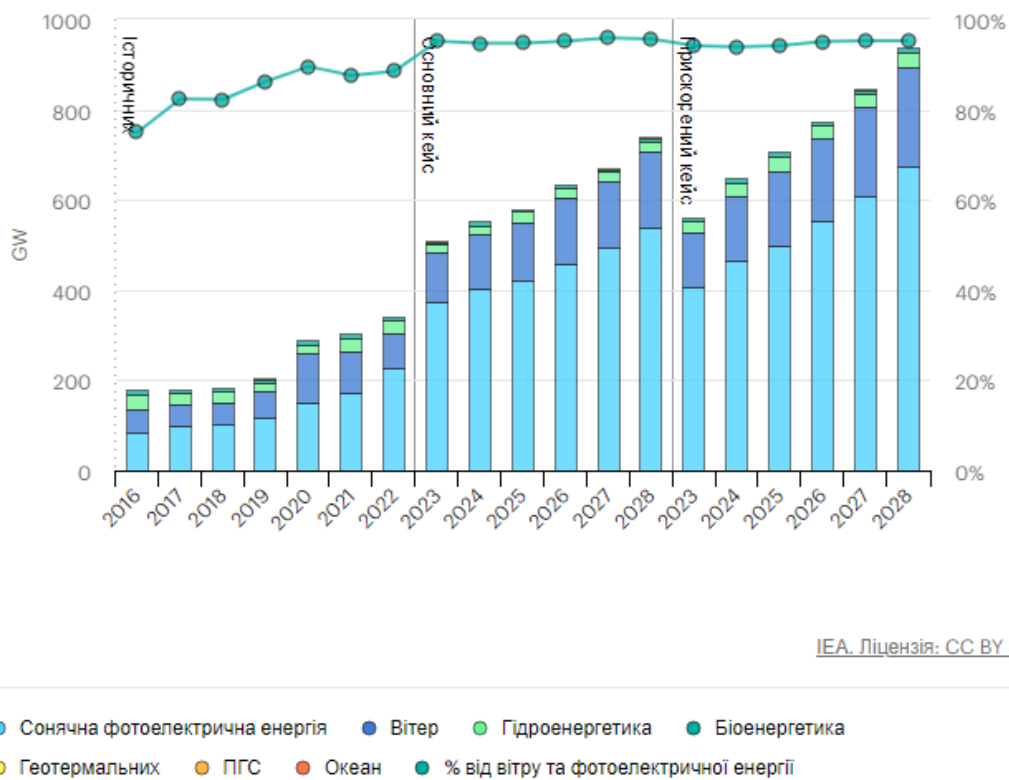


Рисунок 1.3 – Збільшення потужностей ВДЕ за сегментами, 2016-2028 рр.

Витрати на виробництво відновлюваної енергії різко знизилися в останні роки і, за прогнозами, продовжать знижуватися. Окрім початкових витрат на капітальне будівництво, поточні витрати на відновлювані ресурси обмежуються мінімальними витратами на експлуатацію та технічне обслуговування. Це робить відновлювані джерела енергії стабільним і передбачуваним джерелом недорогої електроенергії.

Світовим лідером у галузі відновлюваних джерел енергії є Китай, очікується, що до 2028 року на нього припаде 60% світових нових потужностей відновлюваних джерел енергії. Цей процес прискорюється в країні завдяки економічній привабливості технологій, а також сприятливому політичному середовищу, що забезпечує довгострокові контракти. Роль Китаю має вирішальне значення в досягненні глобальної мети потроєння відновлюваних джерел енергії, оскільки очікується, що до 2030 року країна встановить більше половини нових потужностей, необхідних у всьому світі.

Збільшення кількості сонячних фотоелектричних та наземних вітрових електростанцій у Сполучених Штатах, Європейському Союзі, Індії та Бразилії прогнозовано зросте більш ніж удвічі порівняно з останніми п'ятьма роками. Розширення відновлюваних джерел енергії також починає прискорюватися в інших регіонах світу, зокрема на Близькому Сході та в Африці, в основному завдяки політичним стимулам, які використовують переваги економічної конкурентоспроможності сонячної фотоелектричної енергії та наземної вітроенергетики.

## **РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНІ ТА ЗАКОНОДАВЧІ ОСНОВИ ПЕРЕХОДУ ДО АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

### **2.1 Економічні аспекти переходу на альтернативну енергетику**

За доповіддю Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії «Переваги відновлюваної енергетики: оцінка економічного ефекту» від 2016 року, економічні переваги ВДЕ є й досі недооціненими. Сектор відновлюваної енергетики, наразі відповідає за 600+ мільярдів доларів на рік, а до 2027 року прогнозно досягне 1,1 трильйона доларів, а вже в 2030 році збільшить глобальний ВВП на 1,1 % (приблизно \$1,3 трлн), добробут населення на 3,7%, а зайнятість у секторі відновлюваної енергетики – на щорічні 6% та зекономить понад 104 мільярдів доларів США на імпорті викопного палива [13].

А дослідження 2022 року Оксфордського університету показало, що перехід від викопного палива до відновлюваних джерел енергії може заощадити світу до 12 трильйонів доларів до 2050 року.

Погіршення стану клімату не обмежуються лише навколишнім середовищем. Звіт Всесвітнього екологічного фонду показав, що протягом останніх 10 років зміна клімату коштувала економіці США близько 240 мільярдів доларів щороку. І якщо зміна клімату триватиме безконтрольно, це може призвести до скорочення економіки США до 10% до кінця століття. Перехід на відновлювані джерела енергії допоможуть призупинити зміну клімату та зменшити економічні втрати.

Кожен вид альтернативної енергетики має свої економічні переваги та недоліки, які слід враховувати при впровадженні цих технологій.

#### **Вітрова енергетика.**

Переваги:

– після встановлення вітрових турбін витрати на виробництво енергії мінімальні, що робить вартість експлуатації низькою;

- основний ресурс – вітер, є необмеженим і безкоштовним джерелом енергії;

- у районах із сильними та постійними вітрами інвестиції швидко окупаються, є високо рентабельними та прибутковими;

- зменшення залежності від викопного палива знижує витрати на імпорт енергоносіїв.

Недоліки:

- будівництво та встановлення турбін вимагає значних фінансових вкладень, що робить початкові витрати дороговартісними;

- розміри прибутків напряму залежить від погодних умов, які неможливо контролювати;

- для транспортування енергії з вітрових станцій у віддалених районах потрібна додаткова інфраструктура.

### **Сонячна енергетика.**

Переваги:

- сонячна енергія доступна в більшості регіонів світу , і є особливо вигідною в країнах з високим рівнем сонячного випромінювання, тобто може досягати величезних масштабів;

- сонячні панелі мають тривалий термін служби (до 25-30 років), не потребують особливих постійних вкладень та оновлення;

- можливість автономного використання за індивідуальним бажанням навіть малого домогосподарства.

Недоліки:

- початкові матеріальні витрати на панелі та інвертори досить великі;

- залежність прибутку від погодних умов;

- для зберігання енергії потрібні дороговартісні акумулятори;

- для промислового виробництва енергії потрібні значні території, що збільшують витрати на оренду або навіть викупу земельних ділянок.

### **Геотермальна енергетика.**

Переваги:

- може забезпечувати стабільну генерацію енергії цілодобово, незалежність від погодних умов, а отже й стабільні, прогнозовані прибутки;
- геотермальні станції можуть працювати десятиліттями без значних додаткових витрат;
- може бути використана в районах з геотермальною активністю, знижуючи витрати на транспортування енергії.

#### Недоліки:

- початкове буріння свердловин та будівництво геотермальних станцій є дуже дорогим;
- обмеженість місць: Геотермальні ресурси доступні лише в певних регіонах;
- високі технологічні вимоги, які потребують якісного, дорогого обладнання.

### **Гідроенергетика.**

#### Переваги:

- висока ефективність/коефіцієнт корисної дії забезпечують великі обсяги виробництва;
- довговічність функціонування ГЕС понад 50 років;
- досить стабільні обсяги виробництва енергії;

#### Недоліки:

- великі початкові витрати на будівництво гребель;
- ризики катастроф: у разі руйнування греблі можливі значні затоплення, що можуть понести значні руйнування та фінансові збитки.

### **Біоенергетика.**

#### Переваги:

- дешева сировина, та вторинна переробка сільськогосподарських, промислових та побутових відходів;
- стимулює створення робочих місць у сільській місцевості.

#### Недоліки:

- висока вартість транспортування сировини до станції може бути дорогою;
- нестабільність обсягів сировини та її вартості, які залежать від врожаю та інших факторів.

International Energy Agency повідомило, що у 2023 році приблизно 96% нещодавно встановлених сонячних фотоелектричних та наземних вітрових потужностей мали нижчі витрати на генерацію, ніж нове вугілля та природний газ. Три чверті цих нових вітрових та сонячних електростанцій пропонували дешевшу електроенергію, ніж існуючі об'єкти, що працюють на викопному паливі. Тобто відновлювані джерела енергії з цього моменту ставатимуть все доступнішими.

Сонячна, наземна та морська вітроенергетика є найдешевшими джерелами відновлюваної енергії, причому сонячна енергія лідирує в цьому. Сонячна енергія стала найдоступнішою відновлюваною енергією в історії у 2021 році, після того, як вона стала дешевшою за газ. І оскільки витрати на сонячну енергію продовжують знижуватися, все більше людей будуть інвестувати, особливо тому, що це дозволяє їм знизити свої щомісячні витрати (рис. 2.1).

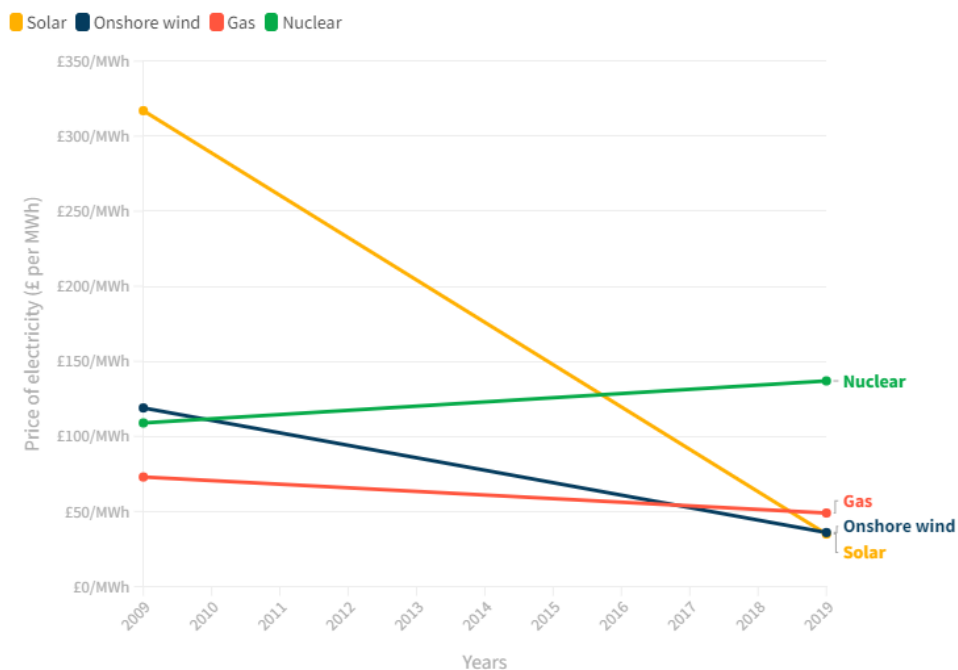


Рисунок 2.1 – Зміна цін на різні види енергії по роках

### **2.3 Законодавче регулювання енергетичного сектору з метою збільшення частки відновних джерел енергії**

Ефективне законодавче регулювання є ключовим чинником розвитку енергетичного сектору, спрямованого на збільшення частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Державна політика у цій сфері має ґрунтуватися на міжнародних зобов'язаннях, раціональному використанні ресурсів і впровадженні сучасних механізмів стимулювання.

Країни-лідери в цій сфері демонструють різноманітні підходи до законодавчого регулювання, яке включає фінансові стимули, цільові програми та правові механізми для сприяння сталому розвитку енергетики. Високі темпи розвитку цього сектора в цих країнах стали можливими завдяки ефективному законодавчому регулюванню, яке стимулює інвестиції, впровадження нових технологій та забезпечує сприятливі умови для переходу до сталої енергетики.

На глобальному рівні ключову роль у розвитку відновлюваної енергетики відіграють міжнародні угоди та організації:

1. Паризька кліматична угода (2015) зобов'язує 190 країн-учасниць скоротити викиди парникових газів, для обмеження глобального потепління. Кожна країна зобов'язана розробити і подати свої плани дій щодо скорочення викидів (NDCs), і поновляти їх кожні 5 років, щоб підвищити їхню амбітність. Розвинені країни зобов'язалися щорічно виділяти \$100 млрд до 2025 року для підтримки країн, що розвиваються, у боротьбі зі зміною клімату та адаптації до її наслідків.

2. Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії (IRENA) допомагає країнам розробляти політику та стратегії для переходу до чистої енергетики. Залучає інвестиції для проектів у сфері відновлюваної енергетики та спільно з Абу-Дабійським фондом розвитку (ADFD) реалізує програму фінансування ВДЕ у країнах, що розвиваються.



3. Програма ООН зі сталого розвитку (Цілі сталого розвитку 2030), яка складається з переліку цілей сталого розвитку в 21 пункт, №7 з яких наголошує на забезпеченні доступу до недорогої, надійної та стійкої енергетики для всіх.

Країни світу використовують різноманітні механізми регулювання для стимулювання розвитку ВДЕ:

1) "Зелений тариф" – економічний механізм, який забезпечує гарантовану закупівля електроенергії за вигідною ціною. Держава встановлює спеціальний тариф для виробників електроенергії з відновлюваних джерел, який зазвичай значно вищий, ніж ринкова ціна електроенергії, а виробники мають право продавати всю вироблену енергію національному оператору електромереж за встановленою ставкою. Тариф гарантується на довгий період 10-20 років, що забезпечує інвесторам стабільність і прогнозованість прибутків. Але в останні роки, з урахуванням здешевлення технологій ВДЕ, багато країн поступово переходять до системи аукціонів (тендерів) на розподіл потужностей.

2) Аукціони для розподілу потужностей – механізм стимулювання розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), який використовується для прозорого та конкурентного визначення вартості електроенергії, виробленої з альтернативних джерел. Аукціони забезпечують зменшення вартості виробництва енергії, оскільки компанії змагаються за найнижчу ціну. Процес аукціонів є відкритим і прозорим, що знижує ризик корупції, а конкурентна боротьба стимулює ефективність проектів. Для урядів це зручно, бо вони можуть чітко контролювати обсяг потужностей, які вводяться в експлуатацію, залежно від національних потреб, а інвестори отримують довгострокові контракти, що гарантує їм стабільний прибуток. Особливо популярними аукціони стали в Німеччині, Бразилії, Індії і ОАЕ.

3) Системи торгівлі викидами (ETS), які сприяють зниженню використання викопного палива. Учасники системи отримують або купують дозволи на певний обсяг викидів CO<sub>2</sub>, а якщо вона викидає менше, то може продати надлишкові дозволи на ринку. Виходить, що система ETS створює економічну мотивацію переходити на відновлювані джерела енергії і забезпечує

урядам фінансові ресурси для інвестування у проекти ВДЕ чи соціальні програми.

4) Квоти і субсидії для інвесторів, які вкладають кошти у ВДЕ.

Серйознім викликом законодавчого регулювання ВДЕ у світі може бути недостатня узгодженість між економічними та екологічними цілями. Нерівномірний доступ до технологій та фінансів у країнах, що розвиваються відносно країн світових лідерів.

Провідні країни світу мають свої особливості у регулюванні ВДЕ.

Європейський Союз є світовим лідером у сфері законодавчого регулювання ВДЕ завдяки стратегічним ініціативам і нормативним актам.. Основні нормативні акти, якими він керується це - директива 2018/2001/ЄС (RED II), яка встановлює ціль досягти 32% частки ВДЕ в енергетичному балансі до 2030 року та механізм підтримки ВДЕ в ЄС, який включає аукціони, системи "зелених сертифікатів" і фінансові інструменти, такі як фонд InvestEU.

Інвестиційні субсидії та фінансування досліджень у сфері енергетики популярні в багатьох країнах. Гарним прикладом є Німеччина з її політикою Energiewende ("Енергетичний перехід"), яка передбачає поетапне скорочення використання атомної енергії та вугілля.

У США регулювання відновлюваної енергетики здійснюється на федеральному та штатному рівнях. В Америці одні з найбільших інвестиції в дослідження і розвиток технологій, зокрема у сфері зберігання енергії. Основними нормативними актами є Акт про енергетичну незалежність та безпеку 2007 року та ініціативи, запроваджені в рамках адміністрацій президента.

В них введений Production Tax Credit (PTC) – податковий кредит для виробників енергії з ВДЕ. А Renewable Portfolio Standards – обов'язкові стандарти для штатів, встановлюють мінімальний рівень ВДЕ в енергетичному балансі.

Китай є найбільшим у світі виробником і споживачем енергії з ВДЕ із потужною законодавчою підтримкою у вигляді субсидій, квот і довгострокових договорів закупівлі електроенергії.

Основною його ініціативою зараз є план "Made in China 2025", який забезпечує пільги для інвесторів та підтримує проекти у галузі сонячної, вітрової, гідро- та біоенергетики. Окрім субсидії для будівництва об'єктів ВДЕ, держава ще й виставляє вимоги для енергетичних компаній закуповувати визначену частку енергії з ВДЕ.

Скандинавські країни демонструють приклад системного підходу до розвитку ВДЕ. Данія та Швеція є прикладами країн, які вже майже повністю перейшли на ВДЕ. Для цього вони використовують податкове стимулювання, національні енергетичні стратегії та законодавчу підтримку "зелених" сертифікатів.

Данія дотримується системи feed-in tariffs, яка забезпечує виробникам відновлюваної енергії гарантовано фіксовану оплату за продаж енергії. Високі податки на викопне паливо, та зниження ПДВ на обладнання для ВДЕ, зокрема сонячні панелі та вітротурбіни звичайно стимулюють підприємства переходити на відновлювані джерела енергії. Держава фінансує наукові розробки в галузі енергетики, підтримує стартапи, а місцеві громади фінансують проекти вітрових електростанцій із правом отримання частки доходів.

Норвегія повністю скасувала податків на купівлю електромобілів.

Держава інвестує значні кошти в дослідження та розробку технологій для виробництва сонячної, вітрової та біоенергетики, не дивлячись на те, що гідроелектростанції забезпечують країну електроенергією на 90%, і навіть експортується. Також країна активно співпрацює з ЄС у проектах з декарбонізації та розвитку ВДЕ, беручи участь у програмі Horizon Europe.

Україна також запровадила низку інструментів, які спрямовані на підтримку виробників енергії з відновлюваних джерел, з цікавих це:

– аукціони на розподіл квот підтримки, що діють з 2020 року. Система "зелених тарифів" поступово замінюється механізмом конкурентних аукціонів, які дозволяють знизити навантаження на державний бюджет;

– система Net Metering – яка дозволяє домогосподарствам використовувати власну генерацію енергії та продавати надлишки у загальну мережу.

Глобальні тенденції свідчать про поступовий перехід до сталих енергетичних систем. Майбутнє законодавства у цій сфері включає:

- розвиток ринків вуглецевих кредитів;
- інтеграцію нових технологій, таких як воднева енергетика та "розумні мережі";
- посилення співпраці між країнами для досягнення спільних кліматичних цілей.

Отже, законодавче регулювання енергетичного сектору на глобальному рівні є складним, але надзвичайно важливим процесом, який визначає успішність переходу до низьковуглецевої економіки.

## **2.2 Загрози та проблеми, з якими може стикнутися світова економіка при переході на альтернативну енергетику**

Швидке збільшення ВДЕ в найближчі п'ять років матиме наслідки для енергетичних систем у всьому світі. Ці труднощі стосуються не тільки самих технологій, але й соціально-економічних, політичних та інфраструктурних аспектів, що можуть ускладнити перехід та зменшити його ефективність. Вузькі місця в мережі створять значні проблеми та призведуть до збільшення обмежень у багатьох країнах, оскільки такі різкі розширення не в змозі йти в ногу з прискореним встановленням змінних відновлюваних джерел енергії.

Нове макроекономічне середовище створило і буде створювати додаткові виклики, які політикам необхідно вирішувати.

У 2023 році нові потужності відновлюваної енергетики, що фінансуються в країнах з розвинутою економікою, вперше піддалися впливу вищих базових відсоткових ставок, ніж у Китаї, і в середньому по всьому світу. В 2022 році базові процентні ставки центральних банків зросли з 1% до 5%. У країнах з перехідною економікою та тих, що розвиваються, такі відсотки призвели до вищих витрат, що перешкоджають швидшому розширенню відновлюваних джерел енергії.

Інфляція призвела до збільшення вартості обладнання, особливо для наземної та морської вітроенергетики. Вищі відсоткові ставки збільшують витрати на фінансування капіталомістких змінних відновлювальних технологій. Недосконалість політики в тому що вона повільно адаптується до нового макроекономічного середовища.

Вітроенергетична промисловість в 2023 році зазнала значного зниження ринкової вартості, оскільки європейські та північноамериканські виробники вітрових турбін спостерігали негативну чисту маржу протягом семи кварталів поспіль через нестабільний попит, обмежений доступ до сировини, економічні проблеми та зростання відсоткових ставок.

Не дивлячись на те, що перехід на альтернативну енергетику потребує значних фінансових вкладень, так ще й для реалізації цього переходу необхідні інвестиції у модернізацію вже існуючої енергетичної інфраструктури, а також в інфраструктуру зберігання енергії, що потребує значного часу та фінансових ресурсів.

Технології зберігання енергії, такі як акумулятори, наразі мають обмежену ємність і високу вартість і поки вони можуть не бути достатньо ефективними для того, щоб компенсувати нестабільність енергопостачання, що поки виключає факт повної енергетичної незалежності, зокрема в країнах, які не мають достатньо ресурсів для зберігання або ефективного використання енергії.

Перехід на ВДЕ не виключає необхідності в специфічних матеріалах і ресурсах для виробництва відповідних технологій для яких використовуються рідкоземельні метали та специфічні матеріали, на які існує значний попит. Це може призвести до конкуренції між країнами за доступ до цих ресурсів, що може мати геополітичні наслідки. Крім того, нові технології можуть створити нові економічні залежності, де країни, що володіють великими покладами рідкоземельних металів чи критичних ресурсів, можуть стати економічними центрами світової енергетики, а країни-імпортери цих ресурсів опиняться в залежності від них.

Також може виникати конкуренція через те, що країни, які мають сприятливі природні умови для виробництва енергії з відновлювальних джерел, зможуть значно зміцнити свої позиції в глобальній економіці, отримуючи конкурентні переваги в енергетичній сфері. Країни з великою кількістю сонячних годин на рік, особливо в тропічних і субтропічних зонах, можуть стати лідерами в розвитку сонячної енергетики. Це стосується таких держав, як Саудівська Аравія, Об'єднані Арабські Емірати, Індія, Австралія та багато країн Південної Африки, де висока інсоляція дозволяє отримувати велику кількість енергії з сонця. Країни з великою кількістю водойм і потужними річками, такі як Бразилія, Канада, Росія, Китай, Індія стануть лідерами секторі гідроенергетики.

Те, що окремі країни можуть стати лідерами у виробництві сонячної або гідроенергії через свої природні умови, несе в собі не лише економічні переваги, але й певні геополітичні та екологічні наслідки. Країни зі значними природними ресурсами для виробництва відновлювальної енергії, можуть збільшити свою економічну і політичну вагу на міжнародній арені, створюючи нові форми енергетичних союзів або навіть домінуючи в енергетичних питаннях. Природні ресурси можуть стати стратегічним активом та впливати на глобальну енергетичну політику.

Існує ризик того, що швидкий і неефективний перехід на альтернативну енергетику може призвести до технологічної залежності від певних джерел

енергії. Наприклад, надмірна залежність від сонячної енергії в певних регіонах, де сонячні умови можуть бути нестабільними, або від вітрових турбін в районах з непостійними вітровими умовами, може спричинити енергетичні коливання.

## **РОЗДІЛ 3. FIRST SOLAR ЯК ВЗІРЕЦЬ ПОТУЖНОГО ГРАВЦЯ В СФЕРІ СОНЯЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

### **3.1 Загальні відомості та характеристика американського лідера сонячних технологій First Solar**

Компанія First Solar заснована в 1999 році і є провідною американською компанією в галузі сонячних технологій і світовим постачальником відповідально вироблених екологічних сонячних модулів, які сприяють боротьбі зі зміною клімату. Компанія є унікальною серед десяти найбільших світових виробників сонячної енергії тим, що є єдиною компанією зі штаб-квартирою в США і не виробляє її в Китаї. Удосконалені тонкоплівкові фотоелектричні (PV) модулі First Solar представляють наступне покоління сонячних технологій, забезпечуючи конкурентоспроможну, високоефективну альтернативу звичайним фотоелектричним панелям з кристалічного кремнію.

First Solar має найбільшу виробничу площу в Західній півкулі в Огайо, США, з третьою фабрикою, яка має бути введена в експлуатацію в штаті в першій половині 2023 року, а нова фабрика, четверте американське виробниче підприємство компанії, як очікується, буде введено в експлуатацію на південному сході США в 2025 році. До 2025 року компанія планує мати глобальну щорічну виробничу потужність понад 20 гігават (ГВт), а її площа охоплює США, Індію, Малайзію та В'єтнам. Перші тонкоплівкові фотоелектричні модулі Solar виробляються за допомогою повністю інтегрованого, безперервного процесу під одним дахом, який не залежить від китайських ланцюжків поставок кристалічного кремнію. Його запатентований, вертикально інтегрований процес перетворює листи скла на повністю функціональні сонячні панелі приблизно за чотири години завдяки поєднанню висококваліфікованих працівників, архітектури Industry 4.0, зв'язку між машинами, штучного інтелекту та підключення до Інтернету речей.



Лідерство First Solar у відновлюваній енергетиці є результатом майже 15-річного досвіду виробництва, розробки, фінансування, інжинірингу, будівництва та експлуатації провідних світових джерел сталої сонячної енергії.

Спроектовані та розроблені в науково-дослідних центрах у Каліфорнії та Огайо, передові тонкоплівкові фотоелектричні модулі First Solar встановлюють галузеві стандарти якості, довговічності, надійності, дизайну та екологічності.

Тонкоплівкова фотоелектрична технологія First Solar дозволяє виробляти енергоефективні модулі з чудовою швидкістю деградації, температурним коефіцієнтом, спектральною реакцією та реакцією затінення, а також найменшим впливом на навколишнє середовище в галузі. Вертикально інтегрована технологія виробництва компанії забезпечує меншу кількість етапів процесу та швидший час виробництва з чудовою простежуваністю та прозорістю.

Від закупівлі сировини та виробництва до переробки модулів після закінчення терміну служби, підхід First Solar до технологій втілює сталий розвиток та відповідальність перед людьми та планетою. Ось чому First Solar має довгу історію встановлення орієнтирів у сфері переробки, відповідального управління ланцюгами поставок, прозорості, а також вуглецевого та водного сліду своїх технологій.

First Solar є членом Альянсу відповідального бізнесу (RBA), а в травні 2022 року завершила перший аудит Програми валідованої оцінки RBA на своїх виробничих потужностях в Огайо, досягнувши платиного статусу, найвищого можливого рейтингу. Крім того, First Solar взяла на себе зобов'язання забезпечити 100% своїх глобальних виробничих операцій відновлюваною енергією до 2028 року та досягти нульового рівня викидів до 2050 року.

Протягом останніх двох десятиліть First Solar взяла на себе зобов'язання постачати високоякісний, відповідально вироблений американський сонячний продукт на світовий ринок. Результатом сукупних інвестицій у дослідження та розробки понад 1,5 мільярда доларів США, тонкоплівкова фотоелектрична (PV) сонячна технологія First Solar була розроблена та спроектована в Огайо та

Каліфорнії та є унікальною американською. Більше того, завдяки своїм унікальним виробничим процесам тонкоплівкова технологія First Solar має найнижчий вплив на навколишнє середовище серед усіх доступних сьогодні фотоелектричних модулів.

### **3.2 Аналіз ринку, позиції компаній та конкуренція**

Глобальний ринок сонячної енергетики швидко розвивається завдяки зниженню вартості технологій та зростанню попиту на чисту енергію, а та як першим в списку основних споживачів є саме США First Solar має неабиякі перспективи розвитку. Вони вже є лідером у сегменті тонкоплівкових модулів та займають провідні позиції у Північній Америці з часткою ринку близько 10-12% у глобальному виробництві сонячних модулів.

First Solar постачає сонячні модулі і рішення для енергетичних проєктів у понад 100 країнах, а також є піонером у сфері екологічного менеджменту серед виробників сонячних модулів. Вони відіграють ключову роль у переході до відновлюваної енергетики. Завдяки інноваціям і зосередженості на стійкості, компанія утримує провідні позиції в індустрії, що швидко розвивається. Її стратегії відповідають сучасним тенденціям енергетичної трансформації.

Компанія нагороджена незмінно високими оцінками Altman-Z і рейтингами «Найкращий виконавець» у рейтингу надійності модулів PVEL, а також входить до числа елітних постачальників модулів у світі за рівнем банківської ефективності.

Довіра кредиторів зумовлена багатьма факторами. Продуктивність і довговічність модуля відіграють ключову роль. Зрештою, важлива стабільність гарантійних зобов'язань на допоміжний модуль компанії. Завдяки власній технології CdTe компанія зменшує залежність від кремнієвих поставок, що часто підпадають під геополітичні ризики. First Solar пишається своїм міцним балансом протягом кількох десятиліть, доводячи, що збереження енергії в

сонячній промисловості не тільки можливе, але й необхідне. Незалежні аналітики погоджуються з цим. First Solar незмінно отримує преміальну оцінку банківської спроможності AA від PV Module Tech, що ставить її в число найвищих постачальників модулів у всьому світі. Суворі методологія PV Module Tech вимірює міцність виробництва, фінансовий стан та впізнаваність бренду, серед багатьох інших атрибутів.

У 2019 році First Solar стала найбільшим виробником сонячних модулів в Америці та Західній півкулі. Компанія має два діючі заводи в Огайо, а третій, як очікується, буде введений в експлуатацію в штаті в першій половині 2023 року. Крім того, компанія інвестує 1,2 мільярда доларів США в розширення своєї присутності в Огайо до понад 7 ГВт до 2025 року, одночасно будуючи новий завод потужністю 3,5 ГВт, четвертий у країні, на південному сході США, який, як очікується, також буде введений в експлуатацію в 2025 році.

Основними конкурентами компанії First Solar є:

1. LONGi Green Energy Technology (Китай)

Світовий лідер у виробництві монокристалічних кремнієвих модулів, який має дуже масштабне виробництво, та низькі витрати, що значно підвищує його конкурентність.

2. JinkoSolar (Китай)

Один із найбільших виробників традиційних модулів, зосереджений на зниженні собівартості та розширенні в регіонах, що розвиваються.

3. Trina Solar (Китай):

Спеціалізується на інноваціях у високоефективних модулях і є головним конкурентом First Solar у сегменті великих проєктів.

4. Canadian Solar (Канада):

Компанія, що має сильні позиції на північноамериканському ринку, та фокус на гібридних рішеннях.

5. SunPower (США):

Конкурент у преміальному сегменті, орієнтованому на високу ефективність модулів для житлових і комерційних систем.

Останні роки стали періодом стрімкого розвитку відновлюваної енергетики у світі. Такі країни, як Китай, США, Німеччина, Іспанія та Данія, є беззаперечними лідерами у цій галузі, демонструючи високі темпи зростання, впровадження нових технологій та досягнення амбітних цілей. (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Країни лідери відновлюваної енергетики

Країна	Виробництво ВДЕ (%)	Основний напрямок розвитку	Мета на майбутнє
<b>Китай</b>	30%+	Сонячна та вітрова енергія	Вуглецева нейтральність 2060
<b>США</b>	23%	Вітер та сонце	100% чиста енергія до 2050
<b>Німеччина</b>	46%	Вітер та біоенергія	80% ВДЕ до 2030
<b>Іспанія</b>	38%	Сонячна енергія	Зростання експорту ВДЕ
<b>Данія</b>	48%	Вітрова енергія	100% ВДЕ до 2050
<b>Україна</b>	8%	Сонце, вітер, біоенергія	Відновлення інфраструктури

Китай є світовим лідером у виробництві електроенергії з відновлюваних джерел. У 2022 році понад 50% всіх нових потужностей сонячної енергетики у світі було встановлено саме в Китаї. Також країна демонструє видатні результати у вітровій енергетиці. Такий розвиток став можливим завдяки масштабній державній підтримці, значним інвестиціям у дослідження та розробки, а також амбітній меті країни — стати вуглецево-нейтральною до 2060 року.

США також активно розвивають сектор відновлюваної енергетики. У 2022 році зростання цього сектору склало 14%, причому головний акцент зроблено на розвиток сонячної та вітрової енергетики. Федеральні програми підтримки та значні інвестиції сприяли зростанню обсягів генерації електроенергії з відновлюваних джерел. До 2050 року США планують повністю перейти на чисту енергію.

Німеччина, завдяки програмі «Energiewende», стала лідером у Європі за часткою відновлюваних джерел енергії, у 2022 році понад 46% електроенергії в

країні було вироблено завдяки вітровій, сонячній та біоенергетиці. Німеччина планує досягти 80% електроенергії з відновлюваних джерел до 2030 року, активно інвестуючи у розвиток офшорних вітрових станцій.

У 2023 році 19% електроенергії Іспанія виробила завдяки сонячній енергії, а загальна частка відновлюваних джерел у енергосистемі досягла 38%.

Данія є світовим лідером за часткою електроенергії, виробленої з вітру. У 2022 році 48% всієї електроенергії країни було отримано завдяки вітровим електростанціям, зокрема офшорним.

Що стосується України, то до 2022 року країна демонструвала стабільне зростання у галузі відновлюваної енергетики. Завдяки програмі «зелений тариф» та залученню іноземних інвестицій, до початку повномасштабної війни частка ВДЕ в енергосистемі становила понад 8%.

На сьогодні флагман української біоенергетики та одна з провідних українських компаній в сфері альтернативної енергетики це Clear Energy Group. Загальна потужність компанії 20 проєктів компанії Кліар Енерджі у сферах виробництва енергії з альтернативних джерел сягає 26 МВт, а щорічне виробництво електроенергії перевищує 91 млн КВт/год. В Україні компанії «Кліар Енерджі» є фактичними лідерами за об'ємами генерації електроенергії з біогазу.

Нині Clean Energy успішно ввела в експлуатацію 16 сонячних електростанцій, якими було вироблено 275 800 000 кіловат енергії, що допомогло зменшити викиди CO<sub>2</sub> в атмосферу на 280 тис. тон. Наразі кількість встановлених сонячних панелей становить 877 тис. одиниць на 16 станціях, що загалом займають 430 га земельних ділянок на території України, а їх загальна максимальна потужність в 2020 році сягнула 246 МВт.

CLEAR Energy має стійку позицію в ніші середніх компаній із фокусом на інновації та екологічну відповідальність. Її спеціалізація на біоенергетиці дозволяє виділятися на фоні конкурентів. Однак компанія потребує більшої впізнаваності на міжнародній арені та диверсифікації джерел доходу, щоб уникнути залежності від «зеленого тарифу».

Український ринок відновлюваної енергетики демонструє значний потенціал для розвитку, попри виклики, спричинені економічними кризами та війною. Відновлювані джерела енергії (ВДЕ) стали стратегічним напрямом у політиці енергетичної незалежності України.

На ринку України активно працюють як великі корпорації, так і середні компанії, подібні до CLEAR Energy. Основними конкурентами є:

Великі підприємства:

#### 1. ДТЕК ВДЕ

Контролює понад 1 ГВт встановленої потужності в секторі сонячної та вітрової енергетики та володіє власною інфраструктурою для виробництва, транспортування та продажу електроенергії.

Основна перевага це доступ до значних фінансових ресурсів та підтримка державних структур.

#### 2. UDP Renewables

Спеціалізується на сонячній енергетиці, реалізуючи масштабні проекти.

Партнери: іноземні інвестори, зокрема з Іспанії та Канади.

Основна перевага це активне залучення міжнародного фінансування.

Середні підприємства (ключові конкуренти):

#### 3. ECOSYSTEMA Group

Лідер у секторі біоенергетики, активно працює з проектами переробки органічних відходів, створюючи додану вартість у формі тепла, електроенергії та органічних добрив.

Їх конкурентна перевага це унікальний досвід у галузі поводження з відходами.

#### 4. ГРІНЕКО Енерджі

Спеціалізується на малих та середніх проектах у сфері СЕС. Орієнтується на локальні громади, допомагаючи їм досягти енергетичної незалежності.

Конкурентна перевага - швидкість реалізації проектів.

Отже, компанія First Solar стикається зі значною конкуренцією, особливо з боку китайських виробників, які мають великі масштаби виробництва та

нижчі витрати. Їх позиція на ринку сильна, але для подальшого зростання компанії необхідно розширювати географію присутності, диверсифікувати продукцію та вдосконалювати свої технології.

Для розуміння загальної картини діяльності зробимо SWOT-аналіз First Solar:

Сильні сторони (Strengths):

1. Унікальна технологія CdTe:

Тонкоплівкові модулі менш залежні від дефіцитних матеріалів, таких як кремній.

2. Енергоефективність у спекотному кліматі:

Модулі компанії мають меншу деградацію при високих температурах, що відкривають ринки збуту до Африки та жарких країн та збільшують їх конкурентність там.

3. Стійкість до геополітичних ризиків:

Виробничі потужності переважно знаходяться в США та Європі, що знижує залежність від великого гравця Китаю.

4. Екологічність:

Активна програма з переробки модулів робить компанію привабливою для екологічно свідомих споживачів.

Слабкі сторони (Weaknesses):

1. Обмежений масштаб виробництва:

First Solar поки не може змагатися з китайськими виробниками за обсягами виробництва та масштабами збуту.

2. Вузька технологічна спеціалізація:

Фокус лише на CdTe може бути ризиком, якщо ця технологія втратить популярність.

3. Залежність від великих проєктів:

Компанія менш активна у сегменті житлових установок.

Можливості (Opportunities):

1. Зростання попиту на відновлювану енергію:

Уряди США, ЄС, та інших країн активно підтримують сонячну енергетику, а загальні світові тренди все більше приходять до всього екологічного та відновного.

## 2. Розширення у нові регіони:

Латинська Америка, Африка та Близький Схід мають великий потенціал для сонячних установок.

## 3. Партнерства:

Можливість співпраці з енергетичними гігантами для розробки гібридних систем.

## 4. Інновації:

Подальше вдосконалення CdTe може ще більше знизити витрати.

## Загрози (Threats):

### 1. Конкуренція з боку китайських виробників:

Зниження цін на кремнієві модулі ускладнює конкуренцію.

### 2. Зміна політики субсидій:

Зниження державної підтримки США може вплинути на попит та рентабельність виробництва.

### 3. Ризики постачання матеріалів:

Кадмій і телур є менш поширеними матеріалом, що може спричинити логістичні проблеми.

### 4. Екологічні виклики:

Незважаючи на програми з переробки, технологія CdTe все ще залежить від токсичних матеріалів.

У 2023 році First Solar витратила приблизно 1 мільярд доларів на американські матеріали та послуги на рік, підтримуючи робочі місця з постачальниками, а також було створено приблизно 16 245 прямих, непрямих і індукованих робочих місць, що становить приблизно 1,6 мільярда доларів США річного трудового доходу.

First Solar несе й велику соціальну місію в США, вони роблять 3 види пожертв у рамках Глобальної благодійної програми: корпоративні



пожертви, пожертви на сайті і пожертвування на розвиток бізнесу . У 2023 році компанія First Solar пожертвувала понад 520 000 доларів США готівкою та в натуральній формі (рис. 3.2).

Таблиця 3.2 – Пожертвування компанії

Global Charitable Giving Program	Type	2023
Manufacturing and Office Site Donations	Community	\$209,868
Business Development Donations	Community	\$184,250
Corporate Charitable Fund Donations	Corporate	\$126,400
	<b>Total</b>	<b>\$520,518</b>

Очікується, що остання інвестиція First Solar додасть економіці США приблизно 3,2 мільярда доларів США, відображаючи вплив виробництва сонячної енергії на країну. Крім того, так як компанія продовжує розширюватися, очікується, що до 2025 року вона працевлаштує понад 3000 осіб у чотирьох штатах, що зробить її найбільшим роботодавцем в американському секторі виробництва сонячної енергії. Прогнозується, що до 2025 року First Solar також підтримуватиме приблизно 15 000 непрямих та індукованих робочих місць в результаті своїх поточних та майбутніх виробничих операцій.

### 3.3 Економічний аналіз діяльності компанії на основі її фінансових звітів

Станом на серпень 2024 року ринкова капіталізація First Solar становила 24,37 мільярда доларів. Це робить First Solar світовою 812-тою найдорожчою компанією за ринковою капіталізацією.

Цей показник свідчить про стабільне зростання позицій компанії на глобальному ринку та її здатність адаптуватися до викликів і змін у галузі відновлюваної енергетики. Значний прогрес у технологічних процесах і розширення виробничих потужностей дозволяють First Solar зміцнювати свою конкурентоспроможність. Далі детально розглянемо фінансове становище

компанії, її економічні показники та структуровані дані у вигляді таблиць для кращого розуміння її ефективності.

В більшості дохід компанії складається з продажі проектів розробки або готових систем, включаючи модулі встановлені в цих системах і доходів від енергії, виробленої такими системами. В попередні роки доходи склалися також з послуг експлуатації технічного обладнання, які надавалися третім сторонам (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Дані чистого обсягу продажів за останні роки по сегментах в тисячах доларів

тис.\$	Рік			Приріст			
	2023	2022	2021	2023 від 2022		2022 від 2021	
Модулі	3 296,81	2 428,28	2 331,28	868,53	36%	96,90	4%
Інше	21,79	191,04	592,00	-169,25	-89%	-400 956,00	-68%
<b>Чистий обсяг продажів</b>	<b>3 318,60</b>	<b>2 619,32</b>	<b>2 923,38</b>	<b>699,28</b>	<b>27%</b>	<b>-304,06</b>	<b>-10%</b>

Чистий обсяг продажів в сегменті модулів виріс на 868 млн доларів у 2023 році в основному завдяки обсягу проданих Ватт на 28% і збільшенню середньої ціни їх продажу на 6%, що свідчить про помітне збільшення попиту на продукцію компанії. А чистий обсяг продажів від інших операцій зменшився через продаж однієї з сонячних електростанцій.

Ці результати свідчать про стратегію компанії, орієнтовану на збільшення основних продажів модулів, в той час як додаткові сегменти, отримали менше уваги або стикнулися з економічними труднощами.

Важливе зниження собівартості продукції у 2023 році в порівнянні з 2022 роком (на 36,5%) свідчить про значне підвищення ефективності виробництва та зниження витрат. Це є наслідком масштабування виробництва, оптимізації операційних витрат та покращення технологічних процесів що дозволило зменшити витрати на одиницю продукції. Водночас порівняно з 2021 роком, собівартість знизилася на 14,2%, що вказує на стійку тенденцію до поліпшення фінансових результатів. Компанія значно покращила свою рентабельність, що

підтверджується зниженням собівартості реалізованої продукції та можливим зростанням цін на продукцію. Покращення валового прибутку може також свідчити про зростання попиту на продукцію компанії, особливо на тлі світової тенденції до переходу на відновлювані джерела енергії. Лише незначне збільшення витрат на адміністративні та загальні потреби свідчить про добру фінансову дисципліну і ефективне управління компанією (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Консолідовані дані у відсотках від чистих продажів за 2021-2023 рр.

Показник	2023	2022	2021
Чистий обсяг продажів	100,0	100,0%	100,0%
Собівартість реалізованої продукції	60,8%	97,3%	75,0%
Валовий прибуток	39,2%	2,7%	25,0%
Продажі, загальні та адміністративні	6,0%	6,3%	5,8%
Дослідження та розробки	4,6%	4,3%	3,4%
Запуск виробництва	2,0%	2,8%	0,7%
Судовий збиток	1,1%	-	-
Прибуток від продажів(нетто)	0,2%	9,7%	5,0%
Операційний дохід (збиток)	25,8%	-1,0%	20,1%
Чистий збиток в іноземній валюті	-0,6%	-0,6%	-0,3%
Процентний дохід	2,9%	1,3%	0,2%
Процентні витрати	-0,4%	-0,5%	-0,4%
Інший чистий дохід (витрати)	-0,9%	1,2%	-
Податок на прибуток	-1,8%	-2,0%	-3,5%
Чистий прибуток(збиток)	25,0%	-1,7%	16,0%

2023 рік продемонстрував високий приріст валового прибутку (>500%).

Це є свідченням значного покращення ефективності компанії (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Показники валового прибутку за 3 роки

тис.\$	2023	Приріст	2022	Приріст	2021
<b>Валовий прибуток</b>	1 300,679	>500%	69,858	-90%	729,954
<b>% чистих продажів</b>	39,20%		2,70%		25%

На валовий прибуток можуть впливати численні фактори, але за ці роки його зріст обумовлений зниженням транспортних витрат, збільшенням ціни продажу за один Ватт модулів компанії і їх загальне зниження вартості.

Істотне зростання валового прибутку як відсотка від чистих продажів свідчить про високу рентабельність і ефективне зниження витрат, що є наслідком масштабування виробництва та вдосконалення технологій, а також здатності до оптимізації собівартості.

З фінансової точки зору, прибуток на акцію за весь рік у 2023 році становив 7,78 дол. США порівняно зі збитком на акцію в розмірі (0,41) центів у 2022 р. Компанія закінчила 2023 рік із валовим залишком коштів у розмірі 2,1 мільярда доларів США порівняно з 2,6 мільярда доларів США на кінець 2022. Хоча у 2023 більше операційних грошових потоків, вони були компенсовані капітальними витратами, пов'язаними з розширенням виробничих потужностей (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Консолідовані звіти про діяльність First solar.

тис.\$	2023	2022	2021
<b>Чистий обсяг продажів</b>	3318,602	2619,319	2923,377
<b>Собівартість реалізованої продукції</b>	2017,923	2549,461	2193,423
<b>Валовий прибуток</b>	1300,679	69,858	729,954
<b>Операційні витрати:</b>			
<i>Продаж, загальні та адміністративні</i>	197,622	164,724	170,32
<i>Дослідження та розробки</i>	152,307	112,804	99,115
<i>Запуск виробництва</i>	64,777	73,077	21,052
<i>Програш у судовому процесі</i>	35,59	-	-
<b>Загальні операційні витрати</b>	450,296	350,605	290,487
<b>Прибуток від продажів бізнесу, нетто</b>	6,883	253,511	147,284
<b>Операційний дохід (збиток)</b>	857,266	-27,236	586,751
<b>Втрата іноземної валюти, нетто</b>	-21,533	-16,414	-7,975
<b>Процентний дохід</b>	97,667	33,284	6,179
<b>Процентні витрати, нетто</b>	-12,965	-12,225	-13,107
<b>Інші (витратні) доходи, нетто</b>	-29,145	31,189	314
<b>Дохід до сплати податків</b>	891,29	8,598	572,162
<b>Витрати з податку на прибуток</b>	-60,513	-52,764	-103,469
<b>Чистий прибуток (збиток)</b>	<b>830,777</b>	<b>-44,166</b>	<b>486,693</b>
Чистий прибуток (збиток) на акцію:	7,78	-0,41	4,41
Середньозважена кількість акцій, що використовується для розрахунку на акцію	106,795	106,551	106,263

Різкий перехід від збитковості у 2022 році до рекордного чистого прибутку у 2023 році свідчить про сильні фінансові позиції компанії та демонструє її здатність швидко адаптуватися до змін у ринку.

Зниження собівартості продукції на 36,5% у 2023 році завдяки підвищенню ефективності, оптимізації процесів та економії масштабу стало визначальним фактором покращення фінансових результатів та свідчить про успішне масштабування виробництва та високий попит на продукцію компанії.

First Solar успішно збільшує обсяги продажів, підтримуючи конкурентну позицію на глобальному ринку сонячної енергетики, її драйверами є інвестиції в дослідження та роботу над інноваціями, що зросли в 2023 році на 35% та розширення виробництва.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі було проведено комплексний аналіз ролі альтернативної енергетики у забезпеченні сталого економічного розвитку, а також досліджено діяльність країн лідерів в цій сфері та провідних компаній, зокрема американської компанії First Solar. Дослідження підтвердило, що перехід до альтернативних джерел енергії є критично важливим для досягнення енергетичної безпеки, скорочення викидів парникових газів і забезпечення стійкого економічного зростання у глобальному масштабі.

Розвиток відновлюваної енергетики стимулює інновації, створює нові робочі місця та сприяє економічній незалежності країн за рахунок зменшення залежності від імпорту викопного палива. Аналіз економічних аспектів переходу на ВДЕ показав, що, попри значні початкові капітальні витрати, у довгостроковій перспективі альтернативна енергетика дозволяє значно скоротити витрати на енергоносії, а також підвищує стійкість енергосистем до зовнішніх ризиків, таких як зміни цін на викопне паливо. Водночас було виявлено низку викликів, зокрема потребу у модернізації інфраструктури, створенні потужностей для зберігання енергії та подоланні геополітичної конкуренції за критичні ресурси, необхідні для виробництва сонячних панелей і вітрових турбін.

Законодавче регулювання відіграє ключову роль у розвитку відновлюваної енергетики. Використання таких інструментів, як "зелений тариф", аукціони на розподіл потужностей та системи торгівлі викидами, дозволяє створити економічно вигідні умови для розвитку ВДЕ. На прикладі провідних країн, таких як Німеччина, Китай, США та Скандинавські держави, було показано, що стабільна державна політика, фінансова підтримка інвесторів та інтеграція новітніх технологій сприяють швидкому зростанню частки ВДЕ в енергобалансі.

Дослідження діяльності компанії First Solar дозволило розкрити механізми, які забезпечують її лідерство на ринку сонячної енергетики.

Компанія демонструє ефективність впровадження інноваційних технологій, використання екологічно чистих виробничих процесів та створення високопродуктивних сонячних модулів. Її приклад підтверджує, що впровадження сталих енергетичних рішень може бути не лише екологічно вигідним, але й економічно успішним, дозволяючи досягти конкурентних переваг на світовому ринку.

Наукова новизна роботи полягає в інтеграції теоретичних аспектів розвитку альтернативної енергетики з практичними кейсами, що дозволяє оцінити вплив відновлюваних джерел енергії на економіку. У роботі запропоновано рекомендації щодо стимулювання розвитку ВДЕ в Україні, включаючи вдосконалення законодавчої бази, підвищення рівня інвестиційної привабливості галузі та впровадження новітніх технологій.

Таким чином, результати дослідження можуть бути використані для формування стратегій сталого розвитку енергетичного сектору України. Це сприятиме зниженню енергозалежності країни, покращенню екологічної ситуації та створенню умов для інтеграції української економіки у світовий ринок "зеленої" енергетики.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. First Solar [Електронний ресурс] . URL: <https://www.firstsolar.com/>
2. Чи є First Solar великою компанією? [Електронний ресурс] // Довідник експерта. – 2024. URL: <https://vidkritist.figa.cx.ua/vzaiemodiya/chi-ie-first-solar-velikoyu-kompaniieyu.html>
3. Фінансовий звіт First Solar [Електронний ресурс] // Investing. – 2024. URL: <https://ru.investing.com/equities/first-solar-inc-financial-summary>
4. Солнечные батареи First Solar [Електронний ресурс] // Green Tech Trade. URL: <https://greentechtrade.com.ua/ru/first-solar/>
5. First Solar, Inc. [Електронний ресурс] // Фрідом фінанс. URL: <https://ffin.ua/upload/article/e0286789c45e53cebf0e47adcc2befc4.pdf>
6. Деградація сонячних модулів 0,2% на рік – нова гарантія First Solar [Електронний ресурс] // Enerdgy URL: <https://e-energy.in.ua/novyny/degradaciya-sonyachnyh-moduliv-0-2-na-rik-nova-garantiya-first-solar.html>
7. Альтернативні джерела енергії [Електронний ресурс] // ПІВДЕНЬ ЕНЕРГО ЗБУТ. URL: [Альтернативні джерела енергії - ПІВДЕНЬ ЕНЕРГО ЗБУТ](#)
8. Альтернативна енергетика [Електронний ресурс] // UkraineInvest. URL: [Альтернативна енергетика - UkraineInvest](#)
9. Енергія та енергетика [Електронний ресурс]. URL: [19.05-Pry-roda-P-11.pdf](#)
10. Альтернативна енергетика як напрямок енергетичної стійкості країни [Електронний ресурс] / О.В. Кубатко, Л.Л. Калініченко, А.А. Треус // Науковий журнал "Підприємство та інновації". – 2024. URL: [АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА ЯК НАПРЯМОК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ КРАЇНИ | Підприємництво та інновації](#)
11. Альтернативна енергія - рушійна сила соціально-економічного розвитку [Електронний ресурс] / Старченко Л. В, Лукавая О. М. URL: [Alternatyvna\\_enerhiia.pdf](#)
12. Інноваційно-інвестиційна діяльність у розвитку альтернативних джерел енергії [Електронний ресурс] / Г. М. Христенко, І. С. Гурська // Наукове фахове видання Ефективна економіка. – 2021. URL: [ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ У РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ](#)
13. Відновлювана енергетика: переваги для всіх [Електронний ресурс] / Оксана Алієва, Марина Ларіна // Heinrich-Böll-Stiftung. – 2016. URL: [Відновлювана енергетика: переваги для всіх | Heinrich Böll Stiftung | Київ – Україна](#)
14. The Economic Benefits of Renewable Energy [Електронний ресурс] // Energy Texas Plans. URL: [The Economic Benefits of Renewable Energy | Get to Learnin' with Our Knowledge Center - Energy Texas](#)
15. Renewables [Електронний ресурс] // International Energy Agency. URL: [About - IEA](#)



16. Is renewable energy cheaper than fossil fuels in 2024 [Електронний ресурс] // Eco Expert. – 2024. URL: [The Eco Experts](#)
17. На шляху до чистого світу [Електронний ресурс] // ShiStrategies. URL: [На шляху до чистого світу | ShiStrategies](#)
18. Економіка і бізнес : підручник / за ред. Л. Г. Мельника, О. І. Карінцевої. Суми : Університетська книга, 2021. 316 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/83721>
19. Економіка розвитку: європейський досвід упровадження досягнень Industries 3.0, 4.0 та 5.0. : навч. посіб. / за ред. Л. Г. Мельника, Ю. М. Завдов'євої. Суми : Університетська книга, 2022. 608 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91525>
20. Економіка та бізнес-інновації: підручник / за ред. д.е.н., проф. Л. Г. Мельника, д.е.н., проф. О. І. Карінцевої. – Суми : Університетська книга, 2023. – 702 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91523>
21. Завражний К., Кулик А. Аналіз моделі діяльності компанії як основа для успішної цифрової трансформації та сталого розвитку. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Економічні науки». 2024. №1(111). С. 12-18. DOI: <https://doi.org/10.37734/2409-6873-2024-1-2> <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/94966>
22. Карінцева, О. І., Литвиненко, С. М., Харченко, М. О., Ібрагім, Х. Ж., Дейнека, А. В., Чортюк, М. В. (2023). Розвиток креативної економіки як провідний напрям цифрових трансформацій: досвід Європи та практика України. Підприємництво і торгівля, (37), 27-40. <https://doi.org/10.32782/2522-1256-2023-37-03> <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/93539>
23. Карінцева, О., Кубатко, О., Любчак, В., Вороненко, В., Барченко, Н., & Мартинова, Н. Реструктуризація національного господарства до моделі цифрової економіки: доступ до інтернету. Економіка та суспільство, (66). 2024. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-126>. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97169>
24. Кубатко О., Озімс С., Вороненко В. Вплив штучного інтелекту на прийняття бізнес-рішень. Mechanism of an Economic Regulation. 2024. № 1(103). С. 17-23. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/94995>
25. Кубатко, О., Вороненко, В., Дяденко, О. (2024). Цифрові трансформації для безпеки персоналу підприємства в умовах надзвичайних ситуацій. Mechanism of an Economic Regulation, 2(104), 46-53. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/96769>
26. Мельник Л. (2021) Сучасні тренди економічного розвитку: Досвід ЄС та практика України: підручник / за ред. Л. Г. Мельника. Суми: ПФ «Видавництво “Університетська книга”», 2021. 432 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89235>
27. Мельник Л. Г., Калініченко Л. Л., Карінцева О. І., Псарьов О. В., Розгон Ю. В. Перспективи і проблеми застосування штучного інтелекту в економічних системах: досвід ЄС та України. Приазовський економічний вісник. 2024. Вип. 1 (37). С. 21-32 DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-4263/2024-1-4>.

28. Мельник Л., Карінцева О., Калініченко Л., Розгон Ю., Чортюк М. Цифрові репутаційні перспективи України як фактор євроінтеграції в умовах інноваційної економіки. Економіка та суспільство, (52). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-78> ISSN 2524-0072 <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/93535>

29. Мельник Л.Г., Бурлакова І.М. Ключові засади формування соціальної солідарної економіки. Практики соціальної солідарної економіки: європейський досвід для сталого розвитку України: монографія / за ред. д-рки екон. наук, проф. І. М. Сотник. Суми: Сумський державний університет, 2024. С. 10-23. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97244>

30. Мельник Л.Г., Бурлакова І.М. Форми соціальної солідарної економіки. Практики соціальної солідарної економіки: європейський досвід для сталого розвитку України: монографія / за ред. д-рки екон. наук, проф. І. М. Сотник. Суми: Сумський державний університет, 2024. С. 24-34. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97244>

31. Мельник, Л., Вороненко, В., Розгон, Ю., Ковальов, Б., Мазін, Ю. (2024). Вплив інтелектуального капіталу та штучного інтелекту на цифрові трансформації. Управління змінами та інновації, (9), 36-43. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/95156>

32. Мельник, Л., Карінцева, О., Калініченко, Л., Харченко, М., & Лебідь, М. (2024). Економічні засади цифрової трансформації підприємств України. *Цифрова економіка та економічна безпека*, (4 (13)), 19-25. <https://doi.org/10.32782/dees.13-3>

33. Мельник, Л., Карінцева, О., Калініченко, Л., Харченко, М., & Тарасенко, С. (2024). Цифрова трансформація бізнес-процесів в Україні: кращі практики вітчизняного бізнесу та сучасні виклики. Механізм регулювання економіки, (2 (104)), 54-60. <https://doi.org/10.32782/mer.2024.104.07> <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/95813>

34. Мельник, Л., Ковальов, Б. (2020). Проривні технології в економіці і бізнесі (Досвід ЄС та практика України у світлі III, IV, і V промислових революцій). Сумський державний університет, с. 180. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/79621>

35. Практики соціальної солідарної економіки: європейський досвід для сталого розвитку України : монографія / за заг. ред. д-рки екон. наук, проф. І. М. Сотник. Суми: Сумський державний університет, 2024. ISBN 978-966-657-986-0. 137 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97244>

36. Сотник І. (2018) Підприємництво, торгівля та біржова діяльність / І. Сотник, Л. Таранюк. – Суми: Університетська книга, 2018. – 572 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/80114>

37. Сотник І. М. Соціальна та солідарна економіка: електронний навчальний посібник. Суми: СумДУ, 2022. 247 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/88469>

38. Сучасні тренди економічного розвитку. Книга 1: Трансформації економічних систем: досвід ЄС в реалізації Industries 3.0, 4.0, 5.0: навчальний

посібник / за ред. Л. Г. Мельника. Суми: Університетська книга, 2022. 608 с.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91526>

39. Сучасні тренди економічного розвитку. Книга 2: Кращі практики ЄС для сестейнового розвитку : навч. посіб. / за ред. Л. Г. Мельника, Ю. М. Завдов'євої. Суми : Університетська книга, 2022. 608 с.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91527>

40. Kovalov, B., Karintseva, O., Kharchenko, M., Khymchenko, Y., & Tarasov, V. (2023). Methods of evaluating digitization and digital transformation of business and economy: the experience of OECD and EU countries. *Економіка розвитку систем*, 5(1), 18-25. <https://doi.org/10.32782/2707-8019/2023-1-3>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91585>

41. Kubatko O., Ozims S., Voronenko V., Konovalenko I. Artificial intelligence for business efficiency and civil defence fostering. *Economic Scope*. 2024. № 190, с. 141-147. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/95127>

42. Melnyk L., Matsenko O., Kalinichenko L., Holub A., Sotnyk I. Instruments for ensuring the phase transition of economic systems to management based on Industries 3.0, 4.0, 5.0. *Mechanism of Economic Regulation*. 2023. No. 1. P. 34-40.  
<https://doi.org/10.32782/mer.2023.99.06>.

<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/91226>

43. Melnyk, L., Sommer, H., Kubatko, O., Rabe, M., Fedyna, S. The economic and social drivers of renewable energy development in OECD countries // *Problems and Perspectives in Management*, 2020, 18(4), стр. 37–48  
[http://dx.doi.org/10.21511/ppm.18\(4\).2020.04](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.18(4).2020.04)

<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/82719>

44. Nikulina M., Sotnyk I., Derykolenko O., Starodub I. Unemployment in Ukraine's economy: COVID-19, war and digitalization. *Mechanism of Economic Regulation*. 2022. No. 1-2 (95-96). P. 25-32. DOI:  
<https://doi.org/10.32782/mer.2022.95-96.04>.

<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89630>

45. Sotnyk I., Voronenko V., Maslii M., Nikulina M., Xing L. How digital transformation of the economy can improve employment in Ukraine. *Kyiv Economic Scientific Journal*. 2023. No. 1. P. 76-85. <https://doi.org/10.32782/2786-765X/2023-1-10>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/92320>

46. Tarasenko S., Karintseva O., Duranowski W., Bilovol A., Voronenko V. Awareness and readiness to use artificial intelligence by the adult population of Ukraine: Survey results. *Problems and Perspectives in Management*. 2024. 22 (4). С. 1-13. DOI: 10.21511/ppm.22(4).2024.01.

47. Tarasenko S., Karintseva O., Slabko T. Analysis of AI policy in Ukraine: normative impact on the restructuring of the economy // *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2024. Вип. 2 (132). С. 37-44.  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/96436>

48. Voronenko V., Kovalov B., Kharchenko M., Hrytsenko P., Omelyanenko V. The Development of the digital transformation of socio-economic and ecological systems. *International Journal of Ecology & Development*. 2024. Vol. 39. No. 1. P. 1-

10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10839944>  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/95121>
49. Zavrazhnyi, K., Kulyk, A., Voronenko, V., Sokolov, M., & Antunes de Abreu, O. (2024). Formation of strategic directions for the use of artificial intelligence in the enterprise to achieve the goals of sustainable development. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 5(58), 470–483. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/97179>