

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Тамара ДУДАР  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»**

**Тема:** «Екологічні аспекти використання відновлюваних джерел енергії в Україні»

**Виконавець:** здобувачка групи ЕК-401 Хоречко Дарина Василівна

**Керівник:** доцент кафедри екології, к.ф.-м.н. Гай Анжела Євгенівна

**Нормоконтролер:** \_\_\_\_\_

Андріан ЯВНЮК

**КИЇВ 2024**

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,  
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Тамара ДУДАР

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання кваліфікаційної роботи**

Хоречко Дарини Василівни

1. Тема кваліфікаційної роботи «Екологічні аспекти виростання відновлюваних джерел енергії в Україні» затверджена наказом ректора від «03» квітня 2024 р. № 504/ст.
2. Термін виконання роботи: з 20.05.2024 р. по 16.06.2024 р.
3. Вихідні дані роботи: літературні джерела, нормативно-законодавча база та методичні матеріали, що охоплюють даний напрям.
4. Зміст пояснювальної записки: загальні положення, характеристика використання відновлюваних джерел енергії в Україні, екологічні наслідки використання відновлюваних джерел енергії.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки.

## 6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Вибір та обґрунтування теми роботи	11.03.2024	
2	Розроблення плану виконання кваліфікаційної роботи	13.04.2024-14.04.2024	
3	Аналіз літературних джерел з вибраного напрямку досліджень	15.04.2024-30.04.2024	
4	Збір, організація та аналіз інформації	01.05.2024-11.05.2024	
5	Обробка інформації (групування, узагальнення в таблицях, створення графіків, схем)	12.05.2024-19.05.2024	
6	Опрацювання та форматування зібраних даних	20.05.2024-24.05.2024	
7	Розрахунок оцінки економічних переваг використання відновлюваних джерел енергії	23.05.2024-26.05.2024	
8	Складання висновків та рекомендацій	27.05.2024-30.05.2024	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи згідно вимог діючих стандартів	31.05.2024-02.06.2024	
10	Передзахист кваліфікаційної роботи	03.06.2024	
11	Захист кваліфікаційної роботи	11.06.2024	

7. Дата видачі завдання: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи:

\_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Гай А.Є.

Завдання прийняла до виконання

\_\_\_\_\_  
(підпис випускника)

Хоречко Д.В.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Екологічні аспекти використання відновлюваних джерел енергії в Україні»: 61 с., 16 рис., 13 табл., 18 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: оцінка екологічних наслідків для довкілля від використання відновлюваних джерел енергії.

Мета роботи: на основі доступної інформації визначити екологічні аспекти використання відновлюваних джерел енергії та їх вплив на довкілля.

Методи дослідження: теоретичний аналіз наукових джерел, порівняння, узагальнення, синтез та систематизація інформації; обробка теоретичних та дослідницьких даних, розрахункова робота.

В роботі наведені дані енергетичного потенціалу різних відновлюваних джерел енергії, розкрито питання екологічних аспектів, тобто взаємодію об'єктів відновлюваних джерел енергії з навколишнім середовищем, показано як позитивний так і негативний вплив на довкілля відновлюваної енергетики, розраховано оцінку економічних переваг використання альтернативних джерел енергії.

ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ, ЕНЕРГІЯ ВІТРУ, ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГІЯ, ГІДРОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГІЯ, ЕНЕРГІЯ БІОМАСИ, ВОДНЕВА ЕНЕРГІЯ, ПЕРСПЕКТИВИ, ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ.

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ .....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....</b>	<b>10</b>
1.1. Енергетична стратегія України .....	10
1.2. Використання електроенергії в Україні .....	12
1.3. Кількість енергетичних ресурсів, які було втрачено через війну .....	16
1.4. Використання альтернативних джерел енергії в ЄС .....	19
1.5. Місце України в енергетичній структурі ЄС .....	20
1.6. Нормативно-правові документи, які регламентують використання відновлюваних джерел енергії.....	22
1.7. Висновки до розділу .....	22
<b>РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....</b>	<b>24</b>
2.1. Загальні відомості відновлюваних джерел енергії .....	24
2.2. Енергія Сонця .....	27
2.3. Енергія вітру .....	31
2.4. Геотермальна енергетика .....	33
2.5. Гідроенергетика .....	35
2.6. Енергія біомаси.....	38
2.7. Воднева енергетика.....	43
2.8. Висновки до розділу .....	46
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....</b>	<b>48</b>
3.1. Загальні характеристики впливу відновлюваної енергетики на довкілля .....	48
3.2. Вплив використання сонячної енергії на природне середовище .....	48
3.3. Вплив використання енергії вітру на природне середовище .....	50

3.4. Вплив використання геотермальної енергії на природне середовище.....	52
3.5. Вплив використання гідроенергетики на природне середовище.....	53
3.6. Вплив використання енергії біомаси на природне середовище.....	54
3.7. Вплив використання водневої енергії на природне середовище.....	55
3.8. Оцінка економічних переваг застосування відновлювальних джерел енергії.....	56
3.9. Висновки до розділу.....	57
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>59</b>
<b>СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>60</b>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

ВДЕ – відновлювані джерела енергії;

ВЕС – вітроелектростанція;

ВЕУ – вітроелектроустановка;

ГАЕС – гідроакумулювальна електростанція;

ГЕС – гідроелектростанція

ЄС – Європейський союз;

СЕС – сонячна електростанція.

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Актуальність цієї теми полягає в ряді деяких причин.

В першу чергу це залежність від імпорту енергетичних ресурсів, особливо природного газу (Розвиток відновлюваних джерел енергії може допомогти зменшити цю залежність і забезпечити більшу енергетичну незалежність країни.) Також, не менш важливими є - енергетична безпека країни, що полягає в зменшенні вразливості України перед змінами на зовнішніх енергетичних ринках.

- зменшення забруднення повітря, збереження природних ресурсів та підвищення якості довкілля, що є єдиною із мети глобальних цілей сталого розвитку

Для України необхідним є нарощування обсягів виробництва енергії об'єктами відновлюваної енергетики, з метою збереження традиційних джерел енергії, зменшення залежності України від імпорту енергетичних ресурсів та підвищення рівня екологічної безпеки енергетичного сектору.

Розвиток відновлюваної енергетики - одна із глобальних цілей сталого розвитку людства.

Розпорядженням КМУ від 21 квітня 2023 року №373-р схвалено нову Енергетичну стратегію України на період до 2050 року. Під час дії воєнного стану документ закритий, проте з інформації у відкритих джерелах можна сформулювати основні стратегічні цілі - трансформація власного енергетичного сектору за рахунок нарощування потужностей генерації з відновлюваних джерел енергії.

Основний стримуючий фактор розвитку та трансформації енергетичного сектору України - війна та її наслідки. Водночас війна продемонструвала необхідність розвитку розподіленої незалежної генерації як основного напрямку енергетики.

З моменту повномасштабного вторгнення України вдалося за рахунок приватних інвесторів ввести в експлуатацію нові генеруючі потужності з



відновлюваних джерел енергії: ВЕС - 157 МВт, СЕС - 56 МВт, біоенергетичних потужностей - 23 МВт.

***Мета і завдання виконання кваліфікаційної роботи.***

***Мета роботи*** – на основі доступної інформації визначити екологічні аспекти використання відновлюваних джерел енергії та їх вплив на довкілля.

***Завдання роботи:***

- опрацювати літературні джерела та інформаційні ресурси за темою кваліфікаційної роботи;
- визначити основні відновлювані джерела енергії, що є перспективними для використання в Україні;
- провести аналіз потенціалу відновлюваних джерел енергії в Україні;
- визначити переваги і недоліки використання відновлюваних джерел енергії та їх вплив на складові довкілля;
- сформулювати висновки щодо використання відновлюваних джерел енергії та їх впливу на довкілля.

***Об'єкт дослідження*** – оцінка екологічних наслідків для довкілля від використання відновлюваних джерел енергії.

***Предмет дослідження*** – складові довкілля, об'єкти відновлюваної енергетики, потенціал відновлюваних джерел енергії.

***Методи дослідження*** – аналіз літературних джерел, аналіз статистичних даних, аналіз усіх етапів життєвого циклу технологій використання ВДЕ, розрахунок економічних переваг використання відновлюваних джерел енергії.

# РОЗДІЛ 1

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1. Енергетична стратегія України

Зі зростанням населення зростає потреба у використанні природних ресурсів для забезпечення комфортного життя. Використання нової техніки вимагає більшого споживання електроенергії, що призводить до забруднення довкілля. Генерація енергії з вичерпних природних джерел шкідлива для навколишнього середовища та робить негативний вплив на екосистеми Землі. Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова енергетика, майже не шкодять довкіллю, тому вони важливі для глобального сталого розвитку.

Цілі сталого розвитку – це така система цілей, яка має на меті покращити життя людей та зменшити негативний вплив функціонування людини на навколишнє середовище. Всі 17 цілей тісно між собою пов'язані та мають значний вплив одна на одну. Дії в одній сфері впливають на результати в інших, тому розвиток прагне збалансовану соціальну, економічну та екологічну стійкість.

Енергетична стратегія представляє собою комплексну модель дій держави, спрямовану на досягнення національної безпеки та задоволення потреб суспільства у енергії за оптимальними витратами, з економічним обґрунтуванням [1].

Головною метою енергетичної стратегії є підвищення енергетичної безпеки країни, підвищення ефективності використання енергоресурсів, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та забезпечення стійкого та якісного постачання енергії, з економічним обґрунтуванням [12].

Стратегія енергетичного розвитку України до 2035 року передбачає збільшення частки відновлюваних джерел енергії у загальній енергетичній структурі до 25%,

зниження імпортозалежності енергетики з 51% (у 2015 році) до 33% (у 2035 році), а також повну відповідність стандартам Європейського союзу в галузі енергетики [2].

Об'єднана енергетична система України є основою електроенергетики країни, що забезпечує централізоване постачання електроенергії для внутрішніх споживачів та здійснює взаємодію з енергетичними системами інших країн, забезпечуючи експорт та імпорт електроенергії. Об'єднана енергетична система складається з різних електростанцій, магістральних електричних мереж Укренерго та розподільчих електромереж (обленерго), які об'єднуються спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної та теплової енергії.

Генерація електроенергії – складний процес перетворення різних джерел енергії в електрику або інші види енергії відомий як виробництво електроенергії. Він передбачає перетворення енергії, отриманої з викопного палива, ядерних реакцій і відновлюваних джерел, таких як сонце або вітер, і накопичення у вигляді електроенергії, придатної для безлічі застосувань. Це перетворення зазвичай відбувається на великих об'єктах, таких як електростанції, і здійснюється різними методами, які є специфічними для джерела енергії: виробництво енергії з викопного палива, атомна енергетика, відновлювана енергетика.

Відновлювані джерела енергії, як відомо, є екологічно чистими та більш стійкими в довгостроковій перспективі, враховуючи, що ці ресурси нескінченні, є найкращим союзником у змаганні за нульові викиди.

Структура генерації електроенергії в Україні в 2021 році зображена на рис.1.1.

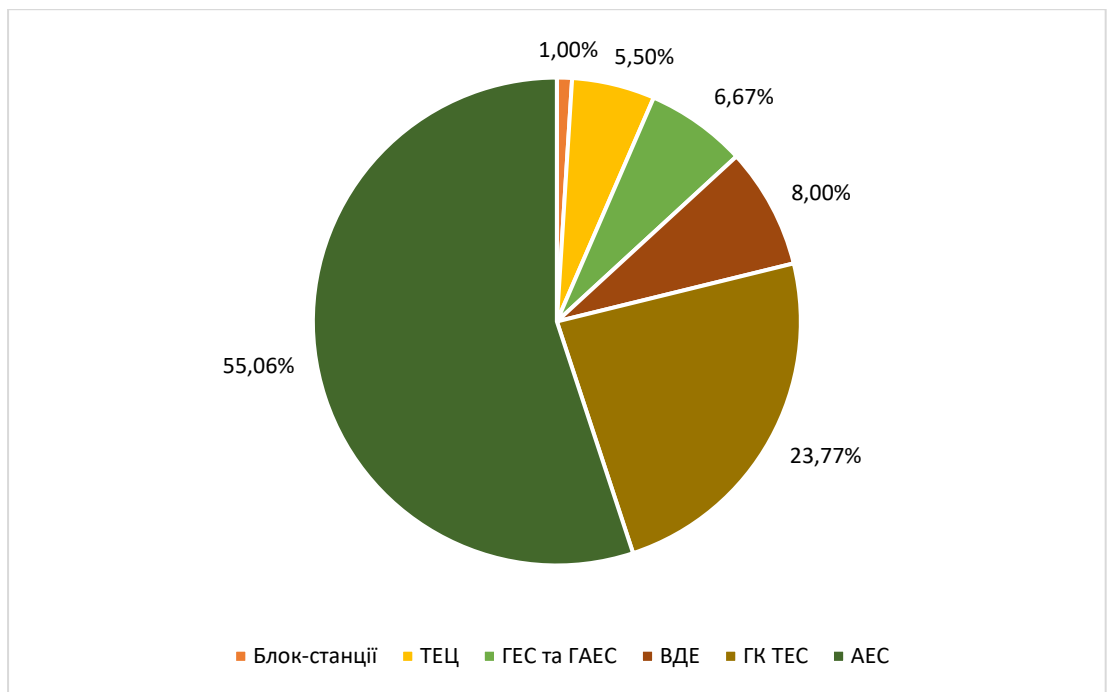


Рис. 1.1. Структура генерації електроенергії в Україні за 2021 рік

## 1.2. Використання електроенергії в Україні

Розглянемо структуру споживання електроенергії в Україні.

В 2021 році загальне споживання електроенергії в Україні становило 154 826 млн кіловат-годин (за даними Міненерго). Проте 29 343 мільйонів кіловат-годин було втрачено в процесі розподілу, що становить приблизно 19% від загального обсягу. Решта обсягу складає "чисте" (нетто) споживання [3].

Структура споживання електроенергії в Україні за основними групами споживачів зображена на рисунку 1.2. Частки промислових споживачів у загальному енергоспоживанні в Україні розглянуто на рисунку 1.3.

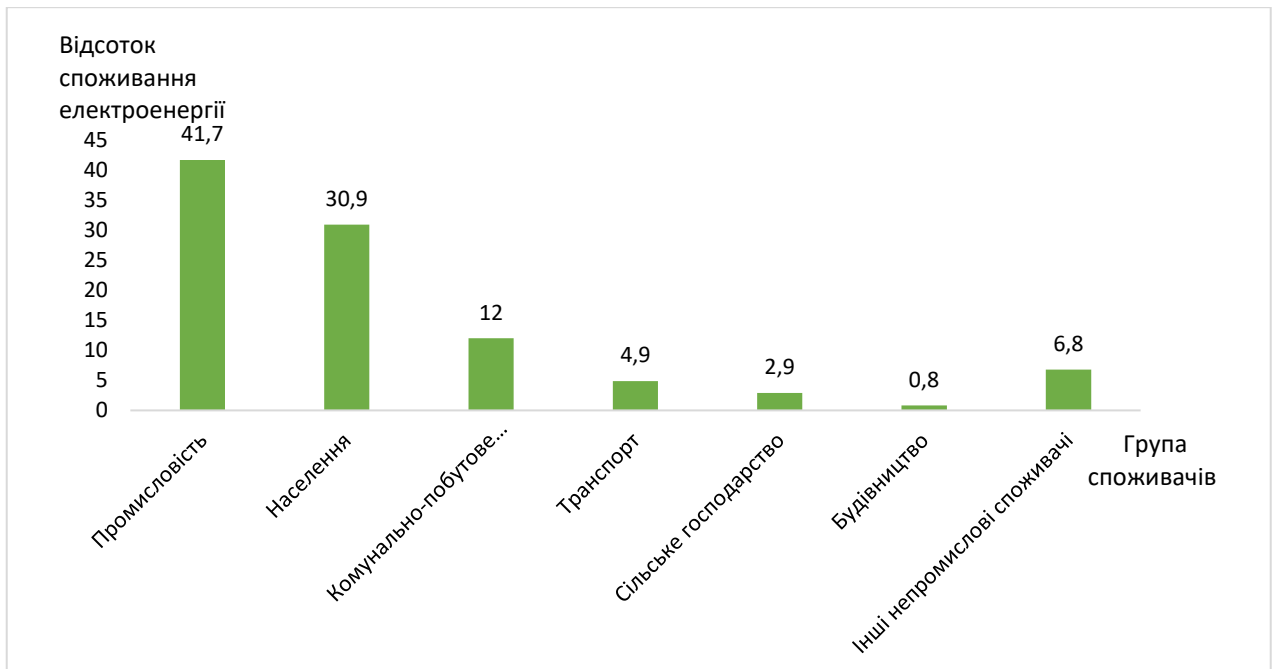


Рис. 1.2. Структура споживання електроенергії в Україні за основними групами споживачів

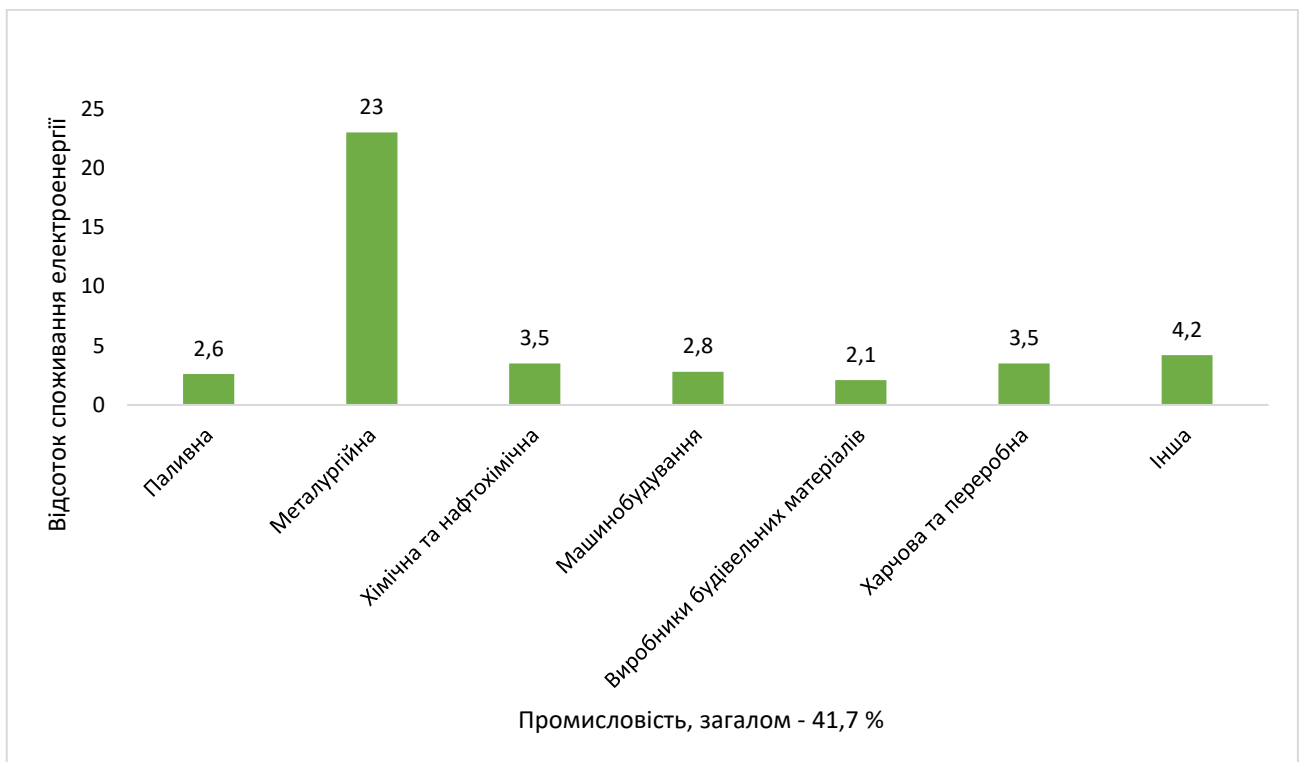


Рис. 1.3. Структура споживання електроенергії в Україні за основними групами споживачів промислового сектору

Держстат відстежує стан такого показника, як продуктивний енергетичний баланс України. Зараз найсвіжіші дані доступні за 2020 рік. Ці дані дещо деталізують наведені вище дані Міненерго. Принципово структури енергоспоживання у 2020 та 2021 роках мало відрізнялися [3].

Загальне кінцеве споживання електроенергії становить 113 510 млн кВт\*год [3]. Частка споживання електроенергії за різними секторами зображена на рис.1.4. Загалом в промисловій діяльності частка споживання електроенергії становить 40,4%, де чорна металургія займає найбільше місце (13,4%) (рис. 1.5). В свою чергу транспорт складає 5% від загальної кількості спожитої енергії та основну частину цієї електроенергії споживає залізничний транспорт (рис. 1.6).

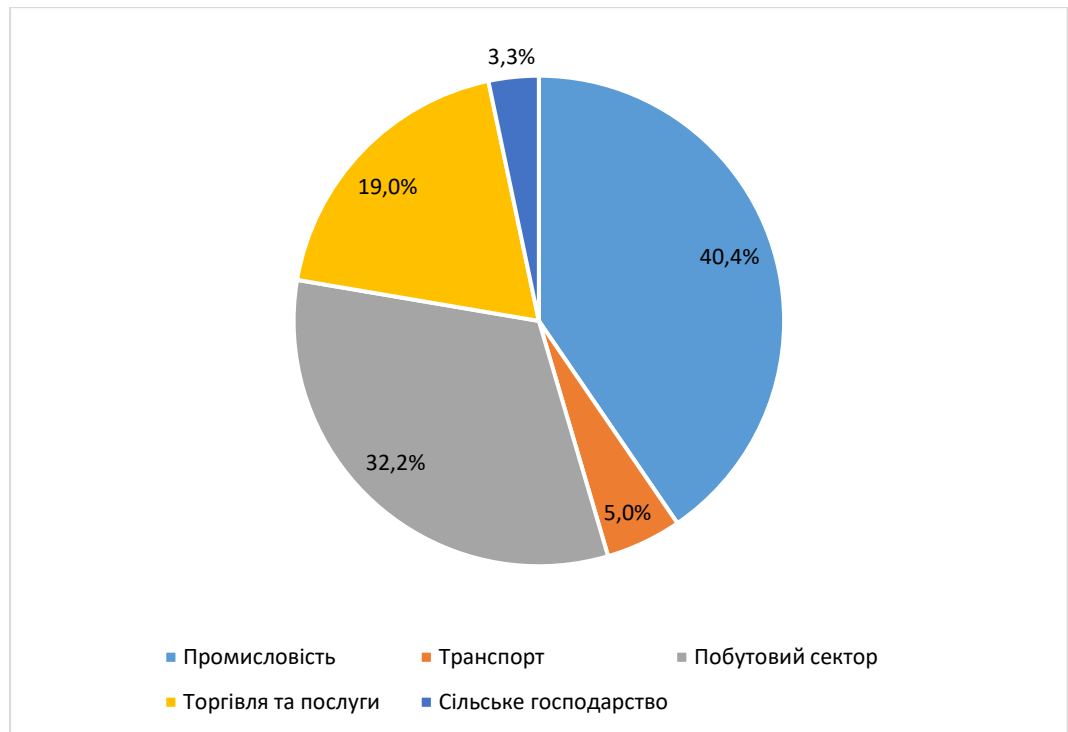


Рис. 1.4. Частка споживання електроенергії за різними секторами



Рис. 1.5. Частка споживання електроенергії різними сферами промислового сектору



Рис. 1.6. Частка споживання електроенергії різними видами транспорту

### 1.3. Кількість енергетичних ресурсів, які було втрачено через війну

Якщо порівняти сонячні електростанції з вітровими, гідро- та біоелектростанціями, то перші – це найбільш популярний вид генерації електроенергії в Україні. Їх кількість становить 75% від усіх об'єктів відновлюваних джерел енергії.

Станом на 24 квітня 2024 року в Україні нараховується 1369 сонячних електростанцій (за даними реєстру національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг).

Кількість сонячних електростанцій за областями України станом на 24 квітня 2024 року представлено на рис. 1.7 [4].

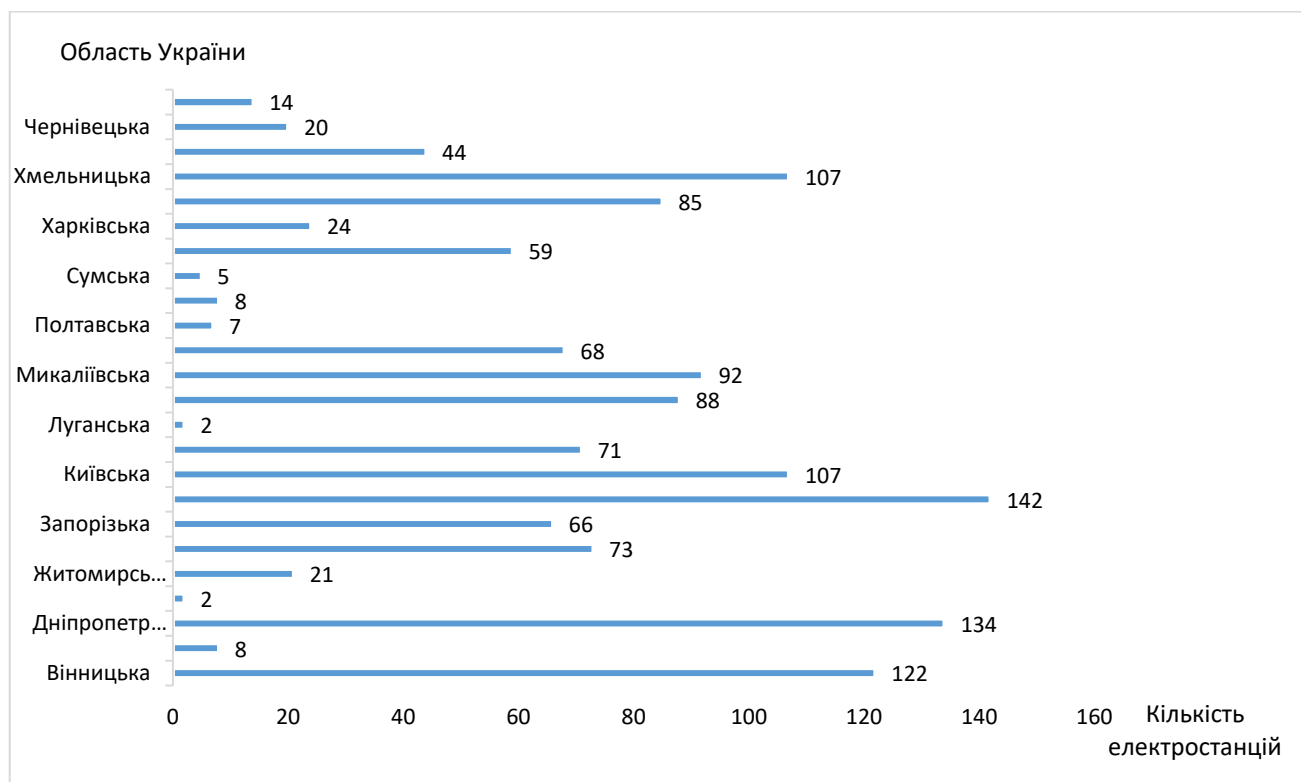


Рис. 1.7. Кількість сонячних електростанцій за областями України станом на 24 квітня 2024 року



Ми можемо побачити, що близько половини всіх сонячних електростанцій розташовані у 6 областях: Івано-Франківській (142), Дніпропетровській (134), Вінницькій (122), Хмельницькій та Київській (по 107 станцій), Миколаївській (92). Найменше – у Луганській та Донецькій (по 2 станції), Сумській (5) та Полтавській (7).

Частина сонячних електростанцій, які розташовані на тимчасово окупованих територіях Херсонської, Запорізької, Донецької та Луганської областей, наразі не працюють у складі ОЕС України. Близько 13% промислових СЕС в Україні зруйновано або пошкоджено за два роки воєнних дій.

За підрахунками АСЕУ (асоціація сонячної енергетики України), на окупованих територіях зараз опинилися 62 промислові СЕС із загальною встановленою потужністю більш ніж 950 МВт. Ця цифра не враховує значної кількості малих домашніх сонячних електростанцій з потужністю до 30 кВт.

Щодо вітроелектростанцій, у складі «зеленого» електропостачання України працюють 34 вітрові електростанції, включаючи ті, що розташовані на тимчасово окупованих територіях. Найбільшими серед них є Ботієвська, Приморська, Мирненська, Орлівська, Овер'янівська та Новоазовська вітрові електростанції (табл.1.1).

За даними Української вітроенергетичної асоціації, з початку широкомасштабної війни в Україні зупинено понад 3/4 вітроенергетичних потужностей, тобто з загальних 1 673 МВт, наразі не працює близько 1 462 МВт українських ВЕС, а 5 вітрових турбін в Херсонській області, що встановлені на Мирненській, Сиваській та Новотроїцькій вітроелектростанціях, сьогодні є знищеними.

## Характеристика найбільших ВЕС України

Назва ВЕС	Місцезнаходження	Характеристика	Генеруюча потужність
<b>Ботієвська ВЕС</b>	Розташована неподалік від села Приморський Посад у Мелітопольському районі Запорізької області	Найбільша ВЕС в Україні Має в складі 64 вітрові турбіни потужністю по 3 МВт кожна Станція генерує близько 686 млн кВт*год енергії щорічно та дозволяє знизити шкідливі викиди CO <sub>2</sub> в атмосферу на 730 тис. тон. Це прирівнюється до викидів 365 тисяч автомобілів	200 МВт
<b>Приморська ВЕС</b>	Розташована неподалік від села Борисівка Запорізької області	Має в складі 52 вітрові турбіни потужністю 3,8 МВт кожна Станція генерує близько 650-700 млн кВт*год енергії щорічно, скорочуючи викиди CO <sub>2</sub> на 700 тис. тон в рік	200 МВт
<b>Мирненська ВЕС</b>	Розташована на землях Мирненської об'єднаної територіальної громади на Херсонщині	Має в складі 35 віротурбін потужність 4,2 МВт кожна та 4 ВЕУ потужністю по 4 МВт Станція генерує близько 574 млн кВт*год енергії щорічно і скорочує викиди CO <sub>2</sub> на 455 тис. тон щорічно	163 МВт
<b>Орлівська ВЕС</b>	Розташована в Приморському районі Запорізької області	Має в складі 26 вітрових турбін потужністю 3,8 МВт кожна	98,8МВт
<b>Новотроїцька ВЕС</b>	Розташована в Новотроїцькому районі Херсонської області	Має в складі 12 віротурбін потужністю 3,65 МВт кожна та 8 ВЕУ потужністю 3,6 МВт кожна	72,6 МВт
<b>Овер'янівська ВЕС</b>	Розташована на Херсонщині в межах Генічеського району	Скорочує 210 тис. тон викидів CO <sub>2</sub> в рік Приблизна генерація електроенергії в рік сягає 266 млн кВт*год	68,4 МВт
<b>Новоазовська ВЕС</b>	Розташована в селі Безіменне Донецької області	Має в складі 23 вітрові турбіни потужністю 2,5 МВт кожна	79,3 МВт

Гідроелектростанції займають третє місце у енергетичному комплексі України після теплових та атомних електростанцій.

Наразі в Україні знаходиться десять гідроелектростанцій, які розташовані на річках Дніпро та Дністер, і входять до складу компанії Укргідроенерго, це: Київська ГЕС та Київська ГАЕС (м. Вишгород, Київська область), Канівська ГЕС (м. Канів, Черкаська область), Кременчуцька ГЕС (м. Світловодськ, Кіровоградська область), Середньодніпровська ГЕС (м. Кам'янське, Дніпропетровська область), Дніпровська ГЕС-1 та Дніпровська ГЕС-2 (м. Запоріжжя, Запорізька область), Дністровська ГЕС та Дністровська ГАЕС (м. Новодністровськ, Чернівецька область)

В результаті повномасштабної російської збройної агресії проти України Дніпровська ГЕС тимчасово припинила свою роботу, оскільки ГЕС-2 знаходиться у критичному стані, а ГЕС-1 теж наразі не працює.

6 червня 2023 року було повністю зруйновано Каховську ГЕС, внаслідок підриву її дамби. В результаті українська енергетика зазнала близько 5% втрат потужностей генерції електроенергії з відновлюваних джерел, а саме 355 МВт із загальних 7530 МВт.

#### **1.4. Використання альтернативних джерел енергії в ЄС**

На рівні ЄС відновлювані джерела енергії складають найбільшу частку виробництва електроенергії, за ними йдуть викопне паливо та ядерна енергія. Відсоток відновлюваної енергії та інших видів енергії, що використовується для виробництва електроенергії, різний у кожній країні ЄС.

Зараз ЄС працює над реформою ринку електроенергії ЄС, щоб уникнути цінових шоків у майбутньому.

У 2022 році ЄС виробив 2 641 ТВт-год (терават-годин) електроенергії. Майже 40% цього отримано з відновлюваних джерел. Викопне паливо становило 38,7%, а атомна електроенергія – понад 20%. Газ був основним викопним паливом, що використовувався для виробництва електроенергії (19,6%), а потім вугілля (15,8%).

Чисте виробництво електроенергії в ЄС за видами палива (2022 рік). У 2022 році 39,4% електроенергії було вироблено з відновлюваних джерел енергії, 38,7% з викопного палива та 21,9% з атомної енергії (таблиця 1.2).

Електроенергія в Європейському Союзі стає все більш екологічною з кожним роком. Починаючи з 2004 року, частка відновлюваних джерел енергії у виробництві електроенергії зростає більш ніж удвічі. Прогнозується, що цей тренд буде продовжуватися в найближчі роки, оскільки Європейський Союз зобов'язався досягти кліматичної нейтральності до 2050 року.

Таблиця 1.2

**Частка виробництва електроенергії за 2022 рік**

Джерело генерації електроенергії	Вид джерела	Відсоток	Загальний відсоток
Викопне паливо	Газ	19,6%	38,7%
	Вугілля	15,8%	
	Олія	1,6%	
	Інше	1,7%	
Відновлювані джерела енергії	Вітер	15,9%	39,4%
	Гідро	11,3%	
	Соняна	7,6%	
	Біомаса	4,4%	
	Геотермальна	0,2%	
Атомна енергія	Атомна енергія	21,9%	21,9%

**1.5. Місце України в енергетичній структурі ЄС**

Україна забезпечує прийняття основних законів, а також нормативно-правових актів, спрямованих на імплементацію європейського права в українську правову систему у сфері палива та енергетики.

Закон України «Про ринок природного газу» набув чинності 1 жовтня 2015 року. Прийняття закону означало виконання зобов'язань України перед Енергетичним Співтовариством, взятих на себе підписанням Договору про заснування Енергетичного Співтовариства та імплементацію положень та вимоги Третього енергопакету ЄС (Директива ЄС 2009/73/ЄС «Про спільні правила внутрішнього ринку природного газу» та Регламент ЄС 715/2009 «Про умови доступу до мереж транспортування природного газу»).

Україна отримує підтримку та інвестиції в сферу відновлюваної енергетики від різних країн та міжнародних фінансових організацій. Це свідчить про зацікавленість та підтримку іноземних партнерів у розвитку чистих та ефективних джерел енергії в Україні. Серед кредиторів та інвесторів у сектор ВДЕ в Україні входять: Європейський банк реконструкції та розвитку, Чорноморський банк торгівлі та розвитку, Американська міжнародна фінансова корпорація розвитку, Федеральний земельний банк Баварії BayernLB, Інвестиційний фонд для країн, що розвиваються, НЕФКО, Китай, США, Велика Британія, Німеччина, Нідерланди, Швеція, Данія, Норвегія, Франція, Люксембург, Бельгія, Іспанія, Канада, Туреччина тощо [5].

Це важливі кроки для забезпечення енергетичної безпеки та сталого розвитку країни. Інвестиції з різних країн та міжнародних організацій свідчать про довіру до потенціалу українського сектора ВДЕ.

Розпорядження Кабінету Міністрів України № 111 від 4 березня 2004 року, що стосується заходів для реалізації пріоритетної політики Програми інтеграції України в Європейський Союз, свідчить про зобов'язання України до приведення власного законодавства та стратегій у відповідність із стандартами та вимогами ЄС. Це може включати розробку та впровадження енергетичних стратегій, які сприяють розвитку ВДЕ, зменшенню викидів шкідливих речовин, підвищенню енергоефективності та покращенню енергетичної безпеки. Такий це допомагає Україні не лише в адаптації до європейських стандартів, а й у підвищенні конкурентоспроможності та залученні інвестицій у сектор ВДЕ.

## **1.6. Нормативно-правові документи, які регламентують використання відновлюваних джерел енергії**

22 вересня 2016 року Верховна Рада України прийняла Закон України «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг». Цей закон став важливим кроком у зміцненні енергетичного сектора та покращенні регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг в Україні.

Нова Енергетична стратегія України до 2035 року, під назвою «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», є важливим стратегічним документом, спрямованим на забезпечення сталого розвитку енергетичного сектора країни.

Крім того, розроблено та реалізовано План заходів з реалізації Першого етапу Енергетичної стратегії України до 2020 року, який був затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 6 червня 2018 року під номером №497. Цей план допомагає впроваджувати стратегічні цілі та завдання, визначені в Енергетичній стратегії, і сприяє досягненню результатів у відповідності з визначеними термінами.

## **1.7. Висновки до розділу**

Сьогодні використання відновлюваних джерел енергії має високі перспективи як в Україні, так і у всіх країнах ЄС, адже воно запобігає активному забрудненню атмосфери повітря різними парниковими газами та зберігає вичерпні природні ресурси планети. Відновлювані джерела енергії, як відомо, є екологічно чистими та більш стійкими в довгостроковій перспективі, враховуючи, що ці ресурси нескінченні, є найкращим союзником у змаганні за нульові викиди

Енергетична стратегія України має на меті підвищити енергетичну безпеку країни, підвищити ефективність використання енергоресурсів, зменшити негативний

вплив на навколишнє середовище та забезпечити стійке та якісне постачання енергії, з економічним обґрунтуванням.

З кожним роком частка використання відновлюваних джерел енергії стрімко зростає. Хоча за останні два роки ми можемо спостерігати зменшення кількості електростанцій з відновлюваних джерел енергії, через війну в Україні.

Процес виробництва електроенергії - це складний механізм перетворення різноманітних джерел енергії на електрику або інші форми енергії. Цей процес включає в себе конвертацію енергії, отриманої з різних джерел, таких як викопне паливо, ядерні реакції та відновлювані джерела, такі як сонце та вітер, у форму електроенергії, придатну для різноманітних цілей. Зазвичай цей процес відбувається на великих електростанціях та використовує різні технології, що відповідають джерелу енергії, такі як вугільна енергетика, атомна енергетика та відновлювана енергетика.

Відомо, що відновлювані джерела енергії є екологічно чистими та більш стійкими у довгостроковій перспективі. Оскільки ці ресурси нескінченні, вони є ключовими у зусиллях по досягненню нульових викидів.

## РОЗДІЛ 2

# ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

### 2.1. Загальні відомості відновлюваних джерел енергії

На сьогодні як у світі, так і в Україні одним з головних пріоритетів енергетичної системи є генерація електроенергії за допомогою відновлюваних джерел енергії. Цьому сприяли енергетична нестабільність країн, що пов'язана з енергетичними кризами та постійне забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами, що утворюються в процесі використання традиційних енергоносіїв.

Відновлювана енергетика – це галузь енергетики, яка займається генерацією енергії з відновлюваних джерел енергії.

Відновлювані джерела енергії – це потоки енергії, що можуть мати постійний або періодичний прояв дії у довкіллі. Ці потоки енергії загалом можна розділити на дві групи: безпосередня пряма енергія сонячного випромінювання та явища, як наслідок прояву сонячної енергії, а саме енергія вітру, води, біомаси та тепла енергія навколишнього середовища.

Загальна енергетична система Землі включає:

- динамічний потік енергії, що проходить над поверхнею Землі;
- статичний запас енергії, такий як органічне паливо, ядерна та геотермальна енергія, що знаходяться під поверхнею Землі.

На поверхню Землі та на її атмосферу направлені наступні три енергетичні потоки із наступною потужністю:

- сонячне випромінювання: 174400 ТВт;
- гравітаційна енергія планет: 3 ТВт;



- тепловий потік із середини Землі: 30 ТВт [6].

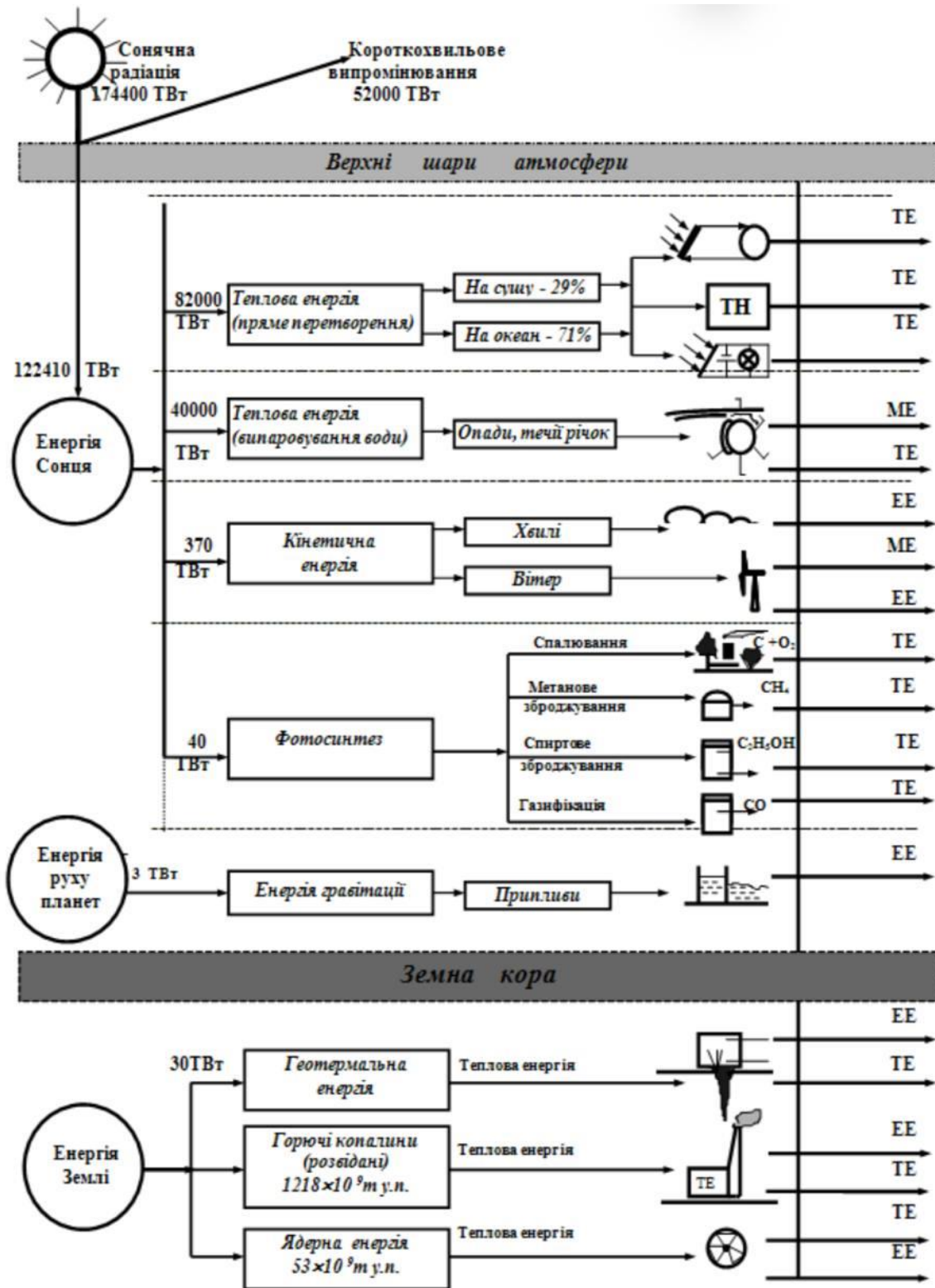


Рис. 2.1. Схема енергетичного балансу планети [2]

Класифікація відновлюваних джерел енергії включає такі категорії: енергія випромінювання Сонця, енергія вітру; гідроенергія (енергія течій води, хвиль, припливів); теплова енергія навколишнього середовища: землі, повітря, морів та океанів; енергія біомаси; геотермальна енергія.

За якістю, відновлювані джерела енергії поділяються на наступні категорії:

- відновлювані джерела механічної енергії (гідроенергія, вітрова енергія, енергія хвиль та припливів);
- теплові відновлювані джерела енергії (пряма енергія Сонця, енергія біопалива);
- відновлювані джерела енергії на основі фотонних процесів (джерела, що використовують фотосинтез і фотоелектричні явища) [6].

Використання відновлюваних джерел енергії стає все більш привабливим у всьому світі з ростом усвідомлення необхідності зменшення залежності від вичерпних вуглеводневих ресурсів та зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище, зокрема шкідливих викидів парникових газів, таких як діоксид вуглецю. Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна, вітрова, гідроенергія та інші, можуть замінити велику частину викопних енергетичних джерел і допомогти знизити викиди парникових газів, що сприяє боротьбі з кліматичними змінами.

Кількісні показники енергетичних ресурсів відновлюваних джерел енергії наведені в таблиці 2.1 [7].

### Енергетичний потенціал відновлюваних енергоресурсів планети

Відновлювані енергоресурси	Енергетичний потенціал відновлюваних енергоресурсів, млрд т у.п./рік		
	Теоретично-можливий	Технічно-досяжний	Доцільно-економічний
Променева енергія Сонця	86000	5	1
Теплова енергія морів і океанів	7500	1	0,1
Енергія вітру	860	5	1
Гідроенергія, зокрема:	6,065	3	1,52
<i>енергія водотоків</i>	<i>3</i>	<i>2,91</i>	<i>1,5</i>
<i>енергія хвиль</i>	<i>3</i>	<i>0,05</i>	<i>0,01</i>
<i>енергія припливів</i>	<i>0,065</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>
Енергія біомаси, зокрема:	40	2,55	2,0
<i>лісів</i>	<i>15</i>	<i>1,5</i>	<i>1,5</i>
<i>рослин</i>	<i>10</i>	<i>1,0</i>	<i>0,5</i>
<i>водоростей</i>	<i>15</i>	<i>0,05</i>	<i>0</i>
Геотермальна енергія	16	0,4	0,2
<b>Всього</b>	<b>94422,065</b>	<b>16,95</b>	<b>5,82</b>

## 2.2. Енергія Сонця

Сонячна енергія - це надзвичайно поширене та доступне джерело енергії, що може бути використане навіть у хмарну погоду. Швидкість, з якою Земля перехоплює сонячну енергію, величезна – близько в 10 000 разів більша, ніж швидкість споживання енергії людством [8].

Технології, що використовують сонячну енергію, можуть забезпечувати тепло, охолодження, освітлення, електроенергію та паливо для різноманітних потреб. Вони включають в себе використання фотоелектричних панелей та сонячних дзеркал для концентрації сонячного випромінювання та перетворення його на електричну енергію.

Сонячне випромінювання, або світло, є джерелом життя на Землі, і сонячні технології дозволяють використовувати це випромінювання для отримання корисної енергії.

На рисунку 2.2 показано розподіл сонячного випромінювання при проходженні від Сонця до Землі [7].

На величину енергії сонячної радіації впливають астрономічні та метеорологічні фактори, такі як: висота Сонця над горизонтом, хмарність, тривалість світлового дня, прозорість атмосфери та вологість повітря.

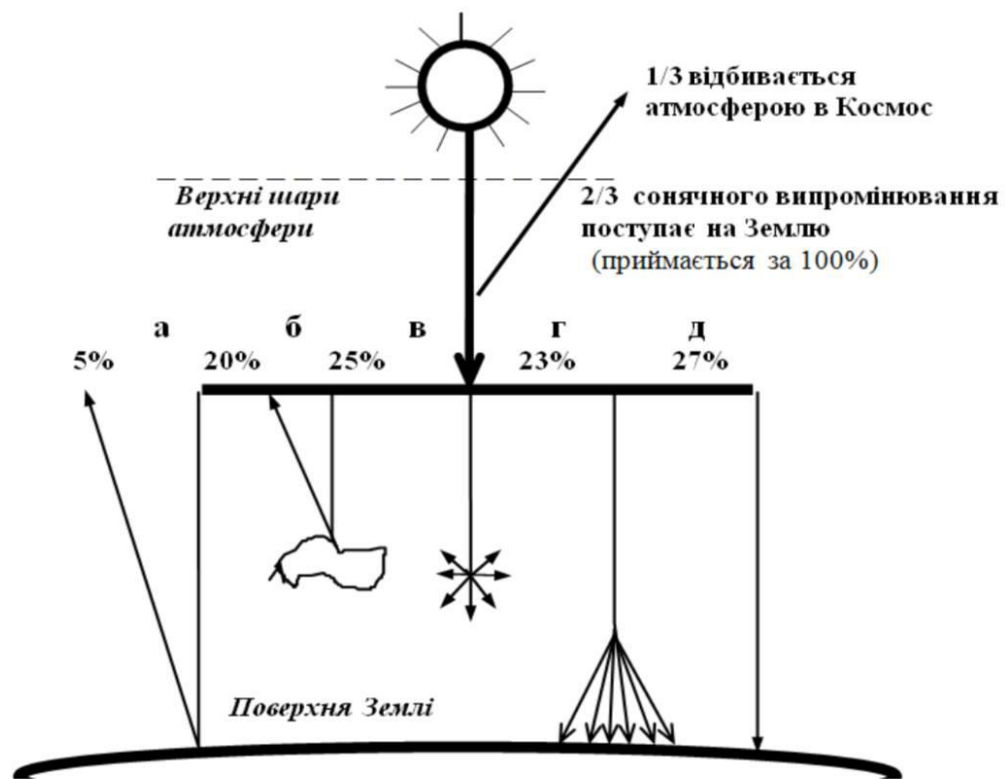


Рис. 2.2. Розподіл сонячного випромінювання

**а** – відбиття від поверхні Землі – 5%; **б** – відбиття хмарами – 20%; **в** – поглинання атмосферою – 25%; **г** – розсіювання в атмосфері з попаданням на Землю – 23%; **д** – пряме попадання на Землю – 27%.

Україна має досить великий перелік сприятливих умов для використання енергії Сонця. Середня кількість сумарної сонячної радіації, що потрапляє на 1 м<sup>2</sup> поверхні на території України, за рік в північній частині сягає від 1070 кВт\*год/м<sup>2</sup>, в південній – 1400 кВт\*год/м<sup>2</sup> і вище. Зокрема, країна розташована у помірному кліматичному поясі, де середньорічна кількість сонячного випромінювання висока. Деякі регіони країни, такі як південна частина, мають особливо високий сонячний потенціал, що зображено на рис. 2.3 та рис. 2.4.

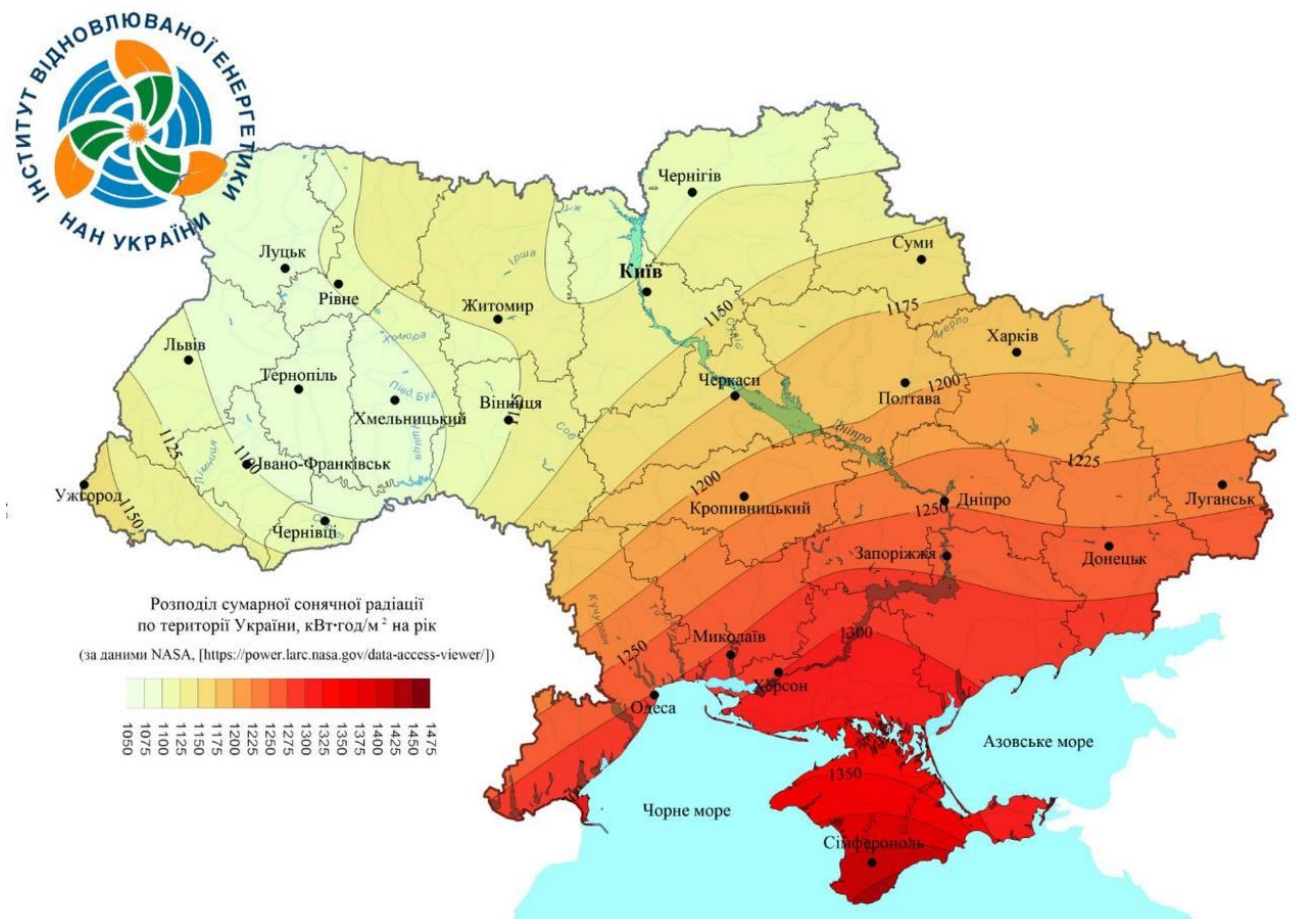


Рис. 2.3. Розподіл сумарної сонячної радіації по території України [9]

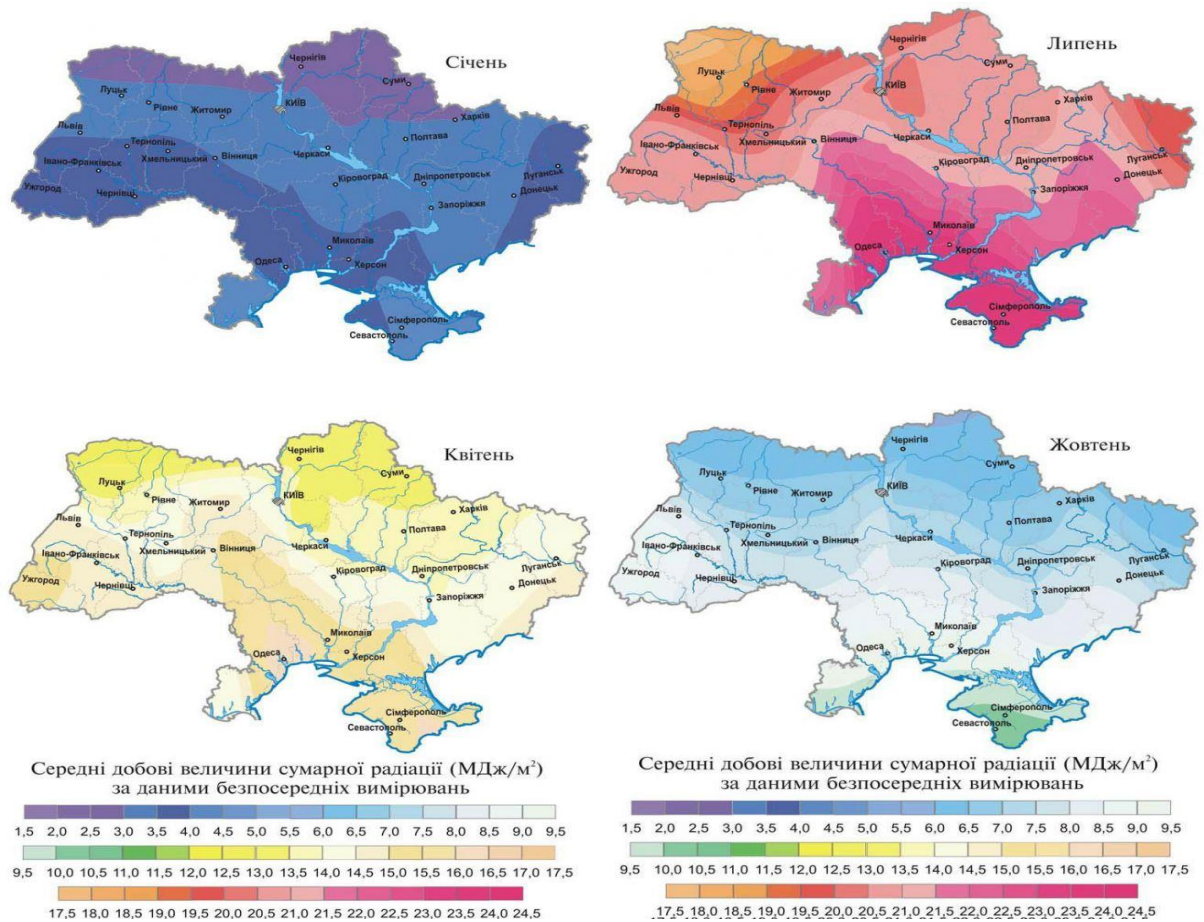


Рис. 2.4. Величини сумарної сонячної радіації по місяцях [10]

Сонячна енергетика використовується у двох основних практичних напрямках:

1) перетворення сонячної енергії в електричну енергію:

- фотоелектричний метод перетворення: електромагнітне випромінювання оптичного діапазону Сонця перетворюється в електроенергію постійного струму за допомогою фотоелектричних перетворювачів (ФЕП), відомих також як фотоелектричні панелі (ФП), сонячні елементи (СЕ) або фотоелементи (ФЕ);

- термодинамічний метод перетворення: концентрована сонячна енергія використовується для одержання пари в котлі. Ця пара, обертаючи турбіну з електрогенератором, виробляє електроенергію;

2) перетворення сонячної енергії в теплову енергію: опалення, гаряче водопостачання, технологічні процеси [11].



### 2.3. Енергія вітру

Вітер, як постійно відновлюване джерело енергії, є таким завдяки дії Сонця. Нерівномірне нагрівання атмосфери Сонцем, неправильна поверхня Землі (гори та долини) та обертання планети навколо Сонця – усе разом створює вітер. Оскільки вітру достатньо, він є стійким ресурсом, поки сонячні промені нагрівають планету. Саме сила вітру, яка залежить від його швидкості має колосально велику енергію.

Енергія вітру є важливим джерелом відновлюваної енергії, яка використовує кінетичну енергію руху повітря. Основними компонентами систем вітроенергетики є великі вітряні турбіни, які розташовані на землі або в морській / прісній воді.

Потенціал вітрової енергії в Україні залежить від поділу територій країни на райони (рис. 2.5).

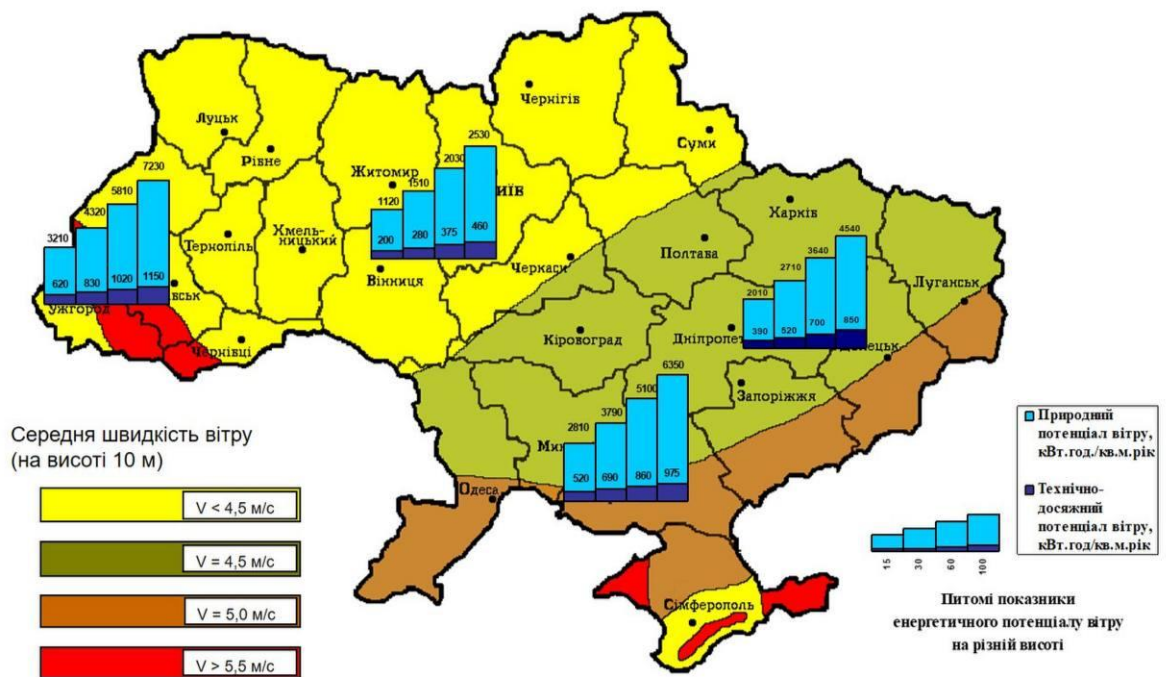


Рис. 2.5. Енергетичний потенціал вітрової енергії в Україні

На основі результатів районування можна виділити регіони з великим потенціалом для будівництва вітрових електростанцій, що сприяє ефективному використанню ресурсів та спрямовує розвиток вітроенергетики в найбільш обіцяючі напрямки (таблиця 2.2).

### Поділ територій України на райони за вітровим потенціалом

Район	Характеристики поділу на райони					Оцінка потенціалу енергії вітру
	Середньо-річна швидкість вітру, м/с	Питома потужність енергії вітру, Вт/м <sup>2</sup>		Загальні вітрові енергетичні ресурси, МДж/м <sup>2</sup>		
		потенційна	використана	потенційна	використана	
Узбережжя Чорного та Азовського морів, берег Криму, вершини Карпат і Кримських гір	5,5-6,5	250-300	200-250	3000-9500	7000-8000	Потенціал: дуже високий. Умови використання вітру: найбільш сприятливі
Донецька височина, Приазовська та Причорноморська низовини	5,0-6,0	200-250	150-200	600-7500	4500-5000	Потенціал: високий. Умови використання вітру: сприятливі
Подільська та придніпровська височини	4,0-5,0	150-200	100-150	4500-5500	3500-4500	Потенціал: достатній. Умови використання вітру: досить сприятливі
Поліська та Придніпровська низовини, Волинська височина	3,0-4,5	50-120	30-120	1500-4500	1000-3500	Потенціал: невисокий. Умови використання вітру: обмежено сприятливі
Прикарпаття, Закарпатська низовина, долини Українських карпат та Кримських гір	1,5-2,5	10-40	5-10	200-500	100-300	Потенціал: низький. Умови використання вітру: несприятливі



Районування території України за вітровим потенціалом важливе для ідентифікації областей з високим потенціалом для розвитку вітрової енергетики. Це допомагає визначити оптимальні місця для встановлення вітрових електростанцій та спрямовує інвестиції в розвиток цього сектору. Районування проводиться на основі різноманітних факторів, таких як швидкість вітру, кліматичні умови, географічне розташування та ландшафтні особливості. Зазвичай використовуються спеціалізовані програмні засоби та методи моделювання для аналізу цих даних.

## **2.4. Геотермальна енергетика**

Геотермальна енергія — це теплова енергія землі — Гео (земля) + термальна (тепло).

Геотермальна енергетика використовує теплову енергію, яка зберігається в надрах Землі. Головними джерелами цієї енергії є гідротермальні резервуари. Гідротермальні резервуари можуть бути природними, які самі по собі достатньо гарячі та проникні, або розширеними – геотермальні системи, які потребують гідравлічної стимуляції для підвищення їхньої продуктивності.

Після видобуття на поверхню, рідини різних температур можуть бути використані для виробництва електроенергії. Технологія виробництва електроенергії з гідротермальних резервуарів є досить зрілою та надійною і використовується вже протягом більше 100 років.

Геотермальні ресурси – це корисна копалина, частина водних ресурсів та компонент природного середовища. Особливість використання цього ресурсу є реалізація його за місцем видобутку, тому що при транспортування геотермального теплоносія на великі відстані він втрачає свої властивості. Відстань від споживача до місця видобутку ресурсу не повинна перевищувати 10-20 км.

Геотермальні ресурси використовують зокрема для: виробництва електроенергії, опалення та охолодження та використовують безпосередньо, наприклад, для забору

гарячої води з надр для забезпечення гарячою водою будівель, опалення приміщень або тепла для промислових процесів.

Геотермальні ресурси поділяють на кілька типів: субгеотермальні, гідротермальні, петротермальні та скидну теплоту. Кожен з них має власні особливості використання та технології експлуатації, що відповідають їхнім характеристикам [5].

Комплексне використання геотермальних ресурсів може бути більш економічно доцільним, оскільки дозволяє отримати додаткову вартість із різних аспектів їх використання:

- видобуток теплоносія: гідротермальний теплоносіє може бути використаний для виробництва тепла та електроенергії. Використання його тепла для опалення приміщень або для процесів у промисловості може забезпечити значні економічні вигоди;

- вилучення паливного газу і мінеральних речовин: у багатьох геотермальних джерел наявність паливного газу (наприклад, метану) і мінеральних речовин, таких як сірка, може зробити експлуатацію ще більш економічно вигідною. Ці продукти можуть бути використані в промисловості або продані на ринку;

- бальнеологічні властивості: деякі геотермальні джерела мають бальнеологічні властивості, що означає, що їх вода має цілющі властивості для здоров'я. Розвиток курортних комплексів на основі цих джерел може принести значні доходи від туризму та лікувальних послуг.

Таке комплексне використання ресурсів дозволяє максимізувати їхню вартість і приносити більше користі для економіки та суспільства.

Гідротермальні ресурси в Україні використовуються, насамперед, з рекреаційною та бальнеологічною метою. Велика кількість геотермальних басейнів, лазні і ванни створені в Закарпатській, Херсонській та Львівській областях.

Цікаво, що Україна має потенціал для розвитку геотермальної енергії, особливо в регіонах, прилеглих до гірських масивів та інших геологічних формацій. Глибокі артезіанські басейни, такі як Закарпатський, Прикарпатський та Дніпровсько-Донецький, можуть стати важливими ресурсами для геотермальної енергії. Особливо цікавими є

перспективи використання Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну з його глибокими та потужними водоносними горизонтами.

Для оцінки можливостей використання субгеотермальних ресурсів в Україні були проаналізовані дані фіскального обліку митної служби щодо імпорту теплових насосів та їх комплектуючих, а також інформація про понад 350 встановлених теплонасосних установок з потужністю від 6 до 500 кВт. За цими даними було зроблено приблизну оцінку загальної теплової потужності встановлених теплових насосів в Україні, яка складає близько 1800 МВт [5].

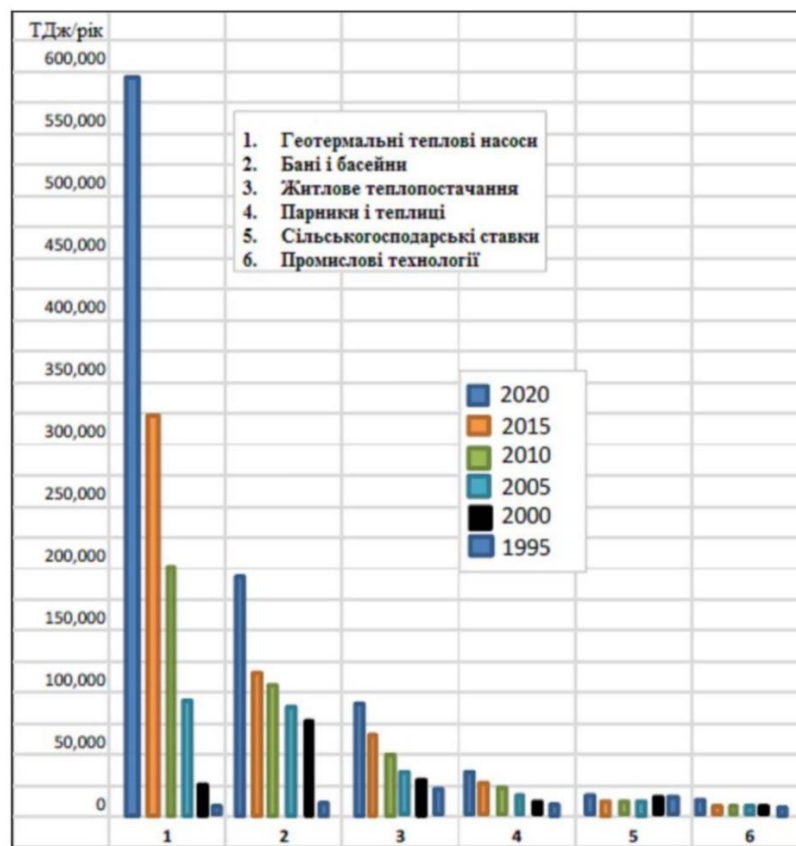


Рис. 2.6. Темпи зростання прямого використання геотермальних ресурсів у світі

## 2.5. Гідроенергетика

Гідроелектростанція (ГЕС) – це станція, яка за допомогою відповідних споруд та обладнання перетворює механічну енергію потоку води в електроенергію.

Резервуарні та руслові гідроелектростанції представляють два основні типи гідроенергетичних систем, кожен з яких має свої переваги та обмеження.

Резервуарні гідроелектростанції використовуються для зберігання води у великих водосховищах. Енергія виробляється шляхом звільнення води з водосховища через турбіни. Це дає можливість контролювати виробництво електроенергії залежно від потреб, але такі станції можуть мати значний вплив на екосистеми та рівномірність водостоку вниз по річці.

Руслові гідроелектростанції розташовані безпосередньо на річках або струмках та використовують потік води для генерації електроенергії. Ці станції зазвичай мають меншу потужність, але вони менш впливають на природне середовище та мають менші витрати на будівництво.

Технології гідроенергетики виробляють електроенергію, використовуючи різницю висот, створювану дамбою або водовідвідною спорудою, коли вода тече з одного боку та виходить далеко знизу з іншого.

Гідроенергетичні водосховища часто мають багаторазове використання - забезпечення питною водою, водою для зрошення, боротьба з повенями та посухами, навігаційні послуги, а також енергопостачання.

Гідроенергетичні водосховища часто використовуються для різноманітних цілей, включаючи: забезпечення питною водою для населення; зрошення сільськогосподарських угідь; боротьба з повенями та посухами шляхом регулювання водних потоків; забезпечення навігаційних послуг для судноплавства; виробництво електроенергії за допомогою гідроелектростанцій.

Ці різноманітні функції дозволяють гідроенергетичним водосховищам відігравати важливу роль у житті та економіці регіонів, де вони розташовані.

Гідроенергетика, або гідроелектроенергетика, є одним із найстаріших і найбільших джерел відновлюваної енергії, яке використовує природний потік рухомої води для виробництва електроенергії.

Основні гідроелектростанції України та їх параметри наведені в таблиці 2.3.

### Основні параметри великих ГЕС та ГАЕС України

Назва гідроелектростанції	Рік введення	Потужність, МВт	Площа водосховища, км <sup>2</sup>
Київська ГЕС	1964	440	922
Київська ГАЕС	1972	235,5	0,67
Канівська ГЕС	1972	482,5	581
Кременчуцька ГЕС	1959	632,9	2250
Середньодніпровська ГЕС	1964	388	567
Дніпровська ГЕС	1932, 1981	1547,3	410
Теребля-Ріцька ГЕС	1956	27	1,5
Дністровська ГЕС	1981-1983	702	142
Дністровська ГЕС-2	1999-2002	40,8	5,91
Дністровська ГАЕС	2009-2015	972	3
Ташлицька ГАЕС	2006-2007	302	1,54
Олександрівська ГЕС	1999	11,5	11,4

\*наразі Дніпровська ГЕС не працює через пошкодження об'єктів станції в результаті збройної агресії Росії проти України

Мала гідроенергетика в Україні поділяється на три основні категорії за потужністю гідроелектростанцій [2]:

- мала гідроелектростанція (мала ГЕС): потужність від 1 до 10 МВт, може бути на великих річках або використовувати воду з водосховищ;

- мінігідроелектростанція (мініГЕС): потужність від 0,2 до 1 МВт, зазвичай будується на менших річках або потоках;

мікрогідроелектростанція (мікроГЕС): потужність не перевищує 0,2 МВт, використовується переважно для житлових або сільськогосподарських потреб.

Основні принципи охорони навколишнього природного середовища, які прописані в Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» необхідно неухильно дотримуватися при будівництві, реконструкції та модернізації ГЕС.

Енергетична стратегія України до 2030 року визначає ряд основних завдань щодо розвитку малої гідроенергетики в країні:

- першочергове відновлення малих гідроелектростанцій з водосховищами, які збереглися, для збереження та використання їх потенціалу;
- реконструкцію існуючих малих гідроелектростанцій з метою підвищення їхньої ефективності та продовження терміну їхньої експлуатації;
- спорудження нових малих ГЕС на вже існуючих водосховищах господарського призначення з метою максимального використання наявної інфраструктури;
- будівництво нових малих ГЕС на річках Тисі, Дністер та їх притоках з метою забезпечення енергетичних потреб західних областей та захисту від повеней;
- типізацію проектних рішень для нових малих ГЕС з метою економії коштів та максимального використання стандартизованого обладнання.

## **2.6. Енергія біомаси**

Біоенергетика використовує органічні матеріали, які називають біомасою, для виробництва тепла та електроенергії. Ці матеріали включають деревину, деревне вугілля, гній та інші органічні речовини. Сільськогосподарські культури використовуються для виробництва рідкого біопалива, такого як біодизель або етанол. Хоча використання біоенергії може зменшити викиди парникових газів порівняно з викопними паливами, воно також може мати негативний вплив на навколишнє середовище через вирубку лісів та зміни землекористування.

Технології біоенергетики перетворюють паливо з відновлюваної біомаси на тепло та електроенергію за допомогою процесів, подібних до тих, що використовуються з викопним паливом. Є три способи зібрати енергію, що зберігається в біомасі, для виробництва біоенергії: спалювання, розпад бактерій і перетворення на газ або рідке паливо. Біоенергія може компенсувати потребу у вуглецевому паливі, яке спалюється на електростанціях, таким чином знижуючи інтенсивність викидів вуглецю при виробництві електроенергії. На відміну від деяких форм періодичної відновлюваної

енергії, біоенергетика може підвищити гнучкість виробництва електроенергії та підвищити надійність електричної мережі.

Біомаса є універсальним джерелом енергії, яке може бути перетворене на рідке паливо, еквівалентне традиційному, такому як бензин та дизельне паливо. Біоенергетичні технології дозволяють використовувати вуглець з біомаси для різних видів транспорту та виробництва енергії.

Біомасу можна поділити на рослинну та тваринну, а також на первинну та вторинну, що включає відходи від переробки біомаси, такі як деревина, солома та інші органічні матеріали.

Основну частину твердої біомаси для енергетичних потреб надають сільське та лісове господарства. Найбільший потенціал твердої біомаси зосереджений у Вінницькій, Дніпропетровській, Житомирській, Київській, Одеській, Полтавській, Сумській, Харківській та Чернігівській областях і становить близько 2,0 млн т н.е./рік [6].

Торф – це енергетичний ресурс, органічна гірська порода, яка утворюється в результаті відмирання і розкладу залишків болотних рослин. Його використовують як комунально-побутове місцеве паливо і як джерело сировини для інших галузей народного господарства.

Біогаз – це суміш горючих газів, які утворилися в результаті анаеробного метанового збродження тваринної біомаси. В своєму складі біогаз містить 55-70% метану. Також до його складу входять двооксид вуглецю, домішки сірководню, аміаку, водню, оксидів азоту та інших газів. Ще одним джерелом біогазу є анаеробне розкладання сміттевої біомаси на полігонах твердих побутових відходів.

Технічно-досяжний енергетичний потенціал твердої біомаси та торфу в Україні представлені на рис. 2.7.

Енергетичний потенціал біогазу в Україні представлений на рис. 2.8.

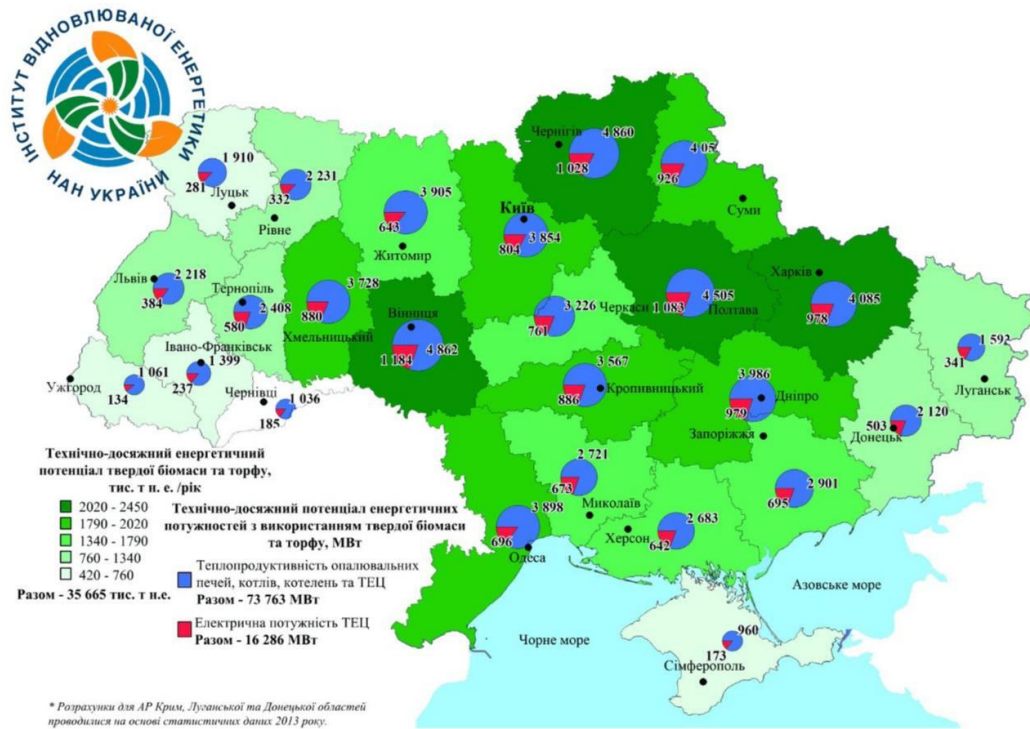


Рис. 2.7. Карта технічно-досяжного енергетичного потенціалу твердої біомаси та торфу України [9]



Рис. 2.8. Карта енергетичного потенціалу біогазу в Україні [9]



Біогаз може використовуватись як паливо для виробництва електроенергії, а також для стаціонарних та транспортних двигунів. Він застосовується у когенераційних установках для виробництва електроенергії та тепlopостачання, а також в транспортних двигунах внутрішнього згорання. Біогаз може бути отриманий з різних джерел, таких як відходи тваринництва, рослинництва, побутові відходи та осади стічних вод. З енергетичної точки зору ефективніше використовувати різні джерела сировини для виробництва біогазу, ніж обмежуватись лише одним.

Біодизель є екологічно чистим видом палива. Біодизель представляє собою метилові та/або етилові естери вищих органічних кислот, які отримують з рослинних олій або тваринних жирів. Використовується як біопаливо або біокомпонент у суміші з нафтовим паливом у транспорті.

Біоетанол – це вид біопалива, що представляє собою етиловий зневоднений спирт, виготовлений з біомаси або етилового спирту-сирцю.

До початку 2000-х років в Україні фактично відсутнє було нормування викидів забруднюючих речовин від енергоустановок. Проте в 2007 році Міністерством охорони навколишнього природного середовища України були прийняті нормативи щодо гранично допустимих викидів від всіх стаціонарних джерел[12]. Цей документ встановив гранично допустимі концентрації основних забруднювачів атмосферного повітря, таких як тверді частки, оксиди сірки, оксиди азоту та оксид вуглецю (табл. 2.4, табл. 2.5, табл.2.6), у продуктах згорання при спалюванні твердих палив в енергетичних установках. Норми виражені у перерахунку на сухі гази за нормальних умов та вмісту кисню 6% обсягу [6].

Таблиця 2.4

**Гранично допустимі викиди при спалюванні твердих палив від стаціонарних джерел**

Назва речовини	Величина годинного викиду, г/год	Гранично допустима концентрація в димових газах, мг/м <sup>3</sup>
Тверді частки, недиференційовані за складом	Більше 500	50
	Менше 500	150
Оксиди сірки в перерахунку на SO <sub>2</sub>	5000 і більше	500
Оксиди азоту в перерахунку на NO <sub>2</sub>	5000 і більше	500
Оксид вуглецю	5000 і більше	250

Таблиця 2.5

**Граничнодопустимі викиди при спалюванні біомаси у нових та реконструйованих великих спалювальних установках**

Сукупна номінальна ефективна теплова потужність, МВт	SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Пил (тверді частки), мг/м <sup>3</sup>
50 – 100	200	250	20
100 – 300	200	200	20
>300	150	150	20

Таблиця 2.6

**Граничнодопустимі викиди при спалюванні біомаси в нових та реконструйованих середніх спалювальних установках**

Викиди	Номінальна теплова потужність енергоустановки 1 МВт < P ≤ 5 МВт	Номінальна теплова потужність енергоустановки 5 МВт < P ≤ 50 МВт
SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	200	200
NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup>	500	300
Пил (тверді частки), мг/м <sup>3</sup>	50	30 (при 5 МВт < P ≤ 20 МВт) 20 (при P > 20 МВт)

## 2.7. Воднева енергетика

Воднева енергетика є ключовим напрямком у розвитку відновлюваної енергетики, оскільки вона вирішує проблеми, пов'язані зі застосуванням водню як енергоносія та акумулюючого засобу. Водень є зручним для зберігання, транспортування та використання, що компенсує непостійність енергії від відновлюваних джерел. Україна може змінити роль своєї газотранспортної системи на європейському ринку, постачаючи "зелений водень" у суміші з природним газом, що сприятиме зміцненню енергетичної безпеки та розвитку експортного потенціалу.

Водень є чистим паливом, яке при використанні в паливних елементах виділяє лише воду. Отримати його можна з різних джерел, таких як природний газ, ядерна та відновлювана енергія. Ця універсальність робить його вигідним для транспортування та виробництва електроенергії, а також для використання у транспорті, опаленні будинків та інших сферах. Водень є ефективним носієм енергії для зберігання та транспортування енергії, а його безпечність і екологічна чистота роблять його найбільш привабливим паливом, що не забруднює навколишнє середовище.

У таблицях 2.7 та 2.8 наведено основні паливні характеристики водню [6].

Таблиця 2.7

### Склад відхідного газу при спалюванні метану і водню

Спалюваний газ				Склад відхідного газу, м <sup>3</sup>			
Формула	Об'єм, м <sup>3</sup>	Теплота згоряння		Витрати повітря на повне спалювання газу, м <sup>3</sup>	СО <sub>2</sub>	Н <sub>2</sub> О	N <sub>2</sub>
		кДж/м <sup>3</sup>	кВт*год/м <sup>3</sup>				
СН <sub>4</sub>	1	38815	10,78	9,52	1	2	7,5
Н <sub>2</sub>	1	12770	3,54	2,36	0	1	1,8

## Паливні характеристики водню

Показник		Значення показника
Питома теплота згоряння, кВт*год/кг / кВт*год/м <sup>3</sup>	max	33,9/3,55
	min	33,3/3,0
Концентраційні межі займистості, %/об		4,75
Стехіометричні співвідношення повітря-паливо по масі (21% O <sub>2</sub> , 78% N <sub>2</sub> , 1% Ar)		34,5
Концентраційні межі займистості в кисні %/об		4-95
Діапазон детонацій, %/об	у повітрі	18-60
	у кисні	15-90
Максимальна нормальна швидкість поширення вогню, см/с		259
Температура, К	Вогню в повітрі при стехіометричному складі суміші	2300
	Самозагорання стехіометричної суміші в повітрі	510

Існують різні методи виробництва водневого палива: конверсія природного газу (термічний процес), електроліз, сонячні та біологічні процеси. Термічні процеси, зокрема паровий реформінг, є найпоширенішими і можуть застосовуватися до різних видів вуглеводневого палива. Електроліз розщеплює воду на кисень і водень за допомогою електролізера. Сонячні та біологічні процеси використовують сонячну енергію та біологічні реакції для виробництва водню.

Перспективи використання водневої енергетики в Україні визначаються як її потужним потенціалом, так і рядом технологічних та економічних викликів.

Загалом, воднева енергетика має великий потенціал в Україні, але для її успішного впровадження потрібні інвестиції у дослідження та розвиток технологій, розвиток відповідної інфраструктури та підтримка з боку уряду та приватного сектору.

На рисунку 2.9 можна проаналізувати розподіл потенційного середньорічного виробітку «зеленого» водню в Україні.



Рис. 2.9. Розподіл потенціного середньорічного виробітку «зеленого» водню [9]

Водень, як і інші гази можна ефективно зберігати у будь-якому стані. В залежності від стану газу його зберігають наступним чином:

- у гальзодерах, підземних сховищах зберігають водень в газоподібному стані;
- в балонах, ресиверах, трубопроводах, підземних сховищах – стиснений газоподібний водень;
- можна зберігати водень у зв'язаному стані у вигляді хімічних сполук та гібридів металів;
- в криогенній формі зберігають водень у рідкому стані.

На сьогодні найбільш освоєний та популярний метод зберігання водню є у водонепроникних балонах, де водень в газоподібному стані стиснений під високим тиском.

У таблиці 2.9 наведені питомі енергетичні характеристики різних форм зберігання водню [6].

Таблиця 2.9

**Питомі енергетичні характеристики різних форм зберігання водню**

Спосіб зберігання		Питомий вміст водню		
		кг/м <sup>3</sup>	ГДж/м <sup>3</sup>	кВт*год/м <sup>3</sup>
Газоподібний H <sub>2</sub> , 300 К, 10 Мпа надл.		7,7	1,09	300
Рідкий H <sub>2</sub> , 20 К		71	9,98	2770
Твердий H <sub>2</sub> , 13 К, 0,007 Мпа надл.		86	12,2	3390
Гідриди	LiNiH <sub>6,7</sub>	85	12,0	3330
	FeTiH <sub>1,95</sub>	96	13,5	3750
	MgNiH <sub>4</sub>	81	11,4	3170
Активне вугілля (криогенно-адсорбційне зберігання при 78 К та 4,2 Мпа надл.)		26	3,7	1030

**2.8. Висновки до розділу**

Одним з головних пріоритетів енергетичної системи в Україні та світі загалом є генерація електроенергії за допомогою відновлюваних джерел енергії. Цьому сприяли енергетична нестабільність країн, що пов'язана з енергетичними кризами та постійне забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами, що утворюються в процесі використання традиційних енергоносіїв.

Так, Україна має досить великий енергетичний потенціал всіх видів відновлюваних енергоресурсів. Проте сонячна енергетика та вітрова енергетика в

цій послідовності займають найвище місце, адже країна розташована у помірному кліматичному поясі, де середньорічна кількість сонячного випромінювання досить висока.

Енергія вітру є важливим джерелом відновлюваної енергії, яка використовує кінетичну енергію руху повітря. Вітровий потенціал України складає швидкість вітру, кліматичні умови, географічне розташування та ландшафтні особливості території.

Геотермальна енергетика використовує теплову енергію, яка зберігається в надрах Землі. Гідротермальні ресурси в Україні використовуються, насамперед, з рекреаційною та бальнеологічною метою. Велика кількість геотермальних басейнів, лазні і ванни створені в Закарпатській, Херсонській та Львівській областях.

Гідроенергетика, або гідроелектроенергетика, є одним із найстаріших і найбільших джерел відновлюваної енергії, яке використовує природний потік рухомої води для виробництва електроенергії.

Біоенергетика використовує органічні матеріали, які називають біомасою, для виробництва тепла та електроенергії. Основну частину твердої біомаси для енергетичних потреб надають сільське та лісове господарства. Найбільший потенціал твердої біомаси зосереджений у Вінницькій, Дніпропетровській, Житомирській, Київській, Одеській, Полтавській, Сумській, Харківській та Чернігівській областях.

Воднева енергетика є ключовим напрямком у розвитку відновлюваної енергетики, оскільки вона вирішує проблеми, пов'язані зі застосуванням водню як енергоносія та акумулюючого засобу. Водень є чистим паливом, яке при використанні в паливних елементах виділяє лише воду. Отримати його можна з різних джерел, таких як природний газ, ядерна та відновлювана енергія. Загалом, воднева енергетика має великий потенціал в Україні, але для її успішного впровадження потрібні інвестиції у дослідження та розвиток технологій, розвиток відповідної інфраструктури та підтримка з боку уряду та приватного сектору.

## **РОЗДІЛ 3**

### **ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

#### **3.1. Загальні характеристики впливу відновлюваної енергетики на довкілля**

Використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) має значний вплив на довкілля, проте цей вплив зазвичай виявляється значно меншим у порівнянні з традиційними джерелами енергії, такими як вугілля, нафта або газ. Ось деякі ключові екологічні аспекти використання ВДЕ:

- зменшення викидів парникових газів;
- збереження водних ресурсів;
- збереження біорізноманіття;
- менше забруднення повітря;
- відновлюваність та стійкість джерел енергії.

Хоча ВДЕ не є абсолютно безпечними або вільними від екологічних проблем, їх вплив на довкілля в цілому вважається значно меншим, ніж у традиційних джерел енергії. Проте варто пам'ятати, що кожен проект використання ВДЕ потребує уважного екологічного аналізу та планування, щоб мінімізувати будь-які негативні наслідки для природного середовища.

#### **3.2. Вплив використання сонячної енергії на природне середовище**

Використання енергії сонця має численні позитивні екологічні наслідки, які сприяють збереженню навколишнього середовища та зменшенню впливу на зміни клімату. Ось деякі з них:

- зменшення викидів парникових газів;



- мінімізація забруднення повітря;
- використання невичерпних ресурсів;
- збереження водних ресурсів;
- береження земельних ресурсів.

Загалом, використання сонячної енергії сприяє зменшенню забруднення довкілля, збереженню ресурсів та збалансованому розвитку суспільства. Це робить її одним з найбільш екологічно чистих та стійких джерел енергії.

Використання сонячної енергії має декілька потенційних негативних впливів на довкілля, включаючи:

- виробництво сонячних панелей: процес виробництва сонячних панелей може включати велику кількість енергії та ресурсів, а також викиди шкідливих речовин у атмосферу. Деякі хімічні речовини, використовувані в процесі виробництва, можуть бути токсичними для навколишнього середовища та здоров'я людини;
- енергія, використана для транспортування та встановлення: транспортування та встановлення сонячних панелей може призводити до викидів вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин у процесі транспортування обладнання та матеріалів на будівельні майданчики;
- потенційне використання земельних ресурсів;
- вплив на місцеву флору та фауну: зниження біорізноманіття та руйнування природних місць існування рідкісних видів;
- енергія, витрачена на заміну та утилізацію.

Хоча сонячна енергія вважається відносно чистим джерелом енергії порівняно з традиційними джерелами, такими як вугілля або нафта, важливо враховувати ці негативні аспекти при розробці та впровадженні сонячних енергетичних проектів.

Порівняльна таблиця 3.1 впливу сонячних електростанцій на довкілля на етапі будівництва та етапі експлуатації роз'яснює ряд негативних наслідків від таких електростанцій.

**Вплив електростанції на сонячних батареях на оточуюче середовище на етапі будівництва та експлуатації**

Будівництво	Експлуатація
Використання значної площі земель для будівництва сонячної електростанції	Покриття великої території земель сонячними панелями може призвести до їхнього затемнення, що в свою чергу може вплинути на зміну ґрунтового та рослинного покривів
Розривання ландшафту через будівництво інфраструктури для обслуговування сонячних електростанцій	Забруднення підземних вод солями через застосування сонячних ставків
Забруднення атмосферного повітря викидами від будівельної техніки, що використовується на будівництві	Проходження сонячного випромінювання через повітря, яке концентрується відбивними дзеркалами, що призводить до його нагрівання
Забруднення водних ресурсів внаслідок відтікання дощової води з поверхні сонячних колекторів	Зміна балансу тепла і вологості

### 3.3. Вплив використання енергії вітру на природне середовище

Використання енергії вітру має низку позитивних впливів на довкілля:

- відновлювані ресурси;
- невикидна емісія;
- мінімальний вплив на землю;
- стимулювання технологічного розвитку;
- місцева вигода.

Хоча енергія вітру є важливим джерелом відновлюваної енергії і має менший вплив на довкілля порівняно з традиційними джерелами енергії, вона також може мати певні негативні наслідки [13]:

- вплив на пейзаж;
- вплив на флору і фауну;
- шум і вібрації;

- потенційні загрози для птахів і кажанів;
- матеріальні втрати для місцевих громад.

Порівняльна таблиця 3.2 впливу вітрових електростанцій на довкілля на етапі будівництва та етапі експлуатації роз'яснює ряд негативних наслідків від таких електростанцій.

Таблиця 3.2

**Вплив вітрової електростанції на оточуюче середовище на етапі будівництва та експлуатації**

Будівництво	Експлуатація
Забруднення водних та ґрунтових ресурсів внаслідок будівництва фундаментів вітрових електростанцій, трансформаторних підстанцій та комунікаційних мереж	Підвищення рівня шуму від руху лопатей вітроенергетичних установок (ВЕУ) і роботи генератора, а також електромагнітного випромінювання ВЕУ
Пошкодження рослинного покриву внаслідок будівництва фундаментів вітрових електростанцій, трансформаторних підстанцій та мереж зв'язку	Мерехтіння тіней та відблисків від обертання лопатей вітроенергетичних установок (ВЕУ)
Втрата сільськогосподарських земель у зв'язку з будівництвом фундаментів вітрових електростанцій, трансформаторних підстанцій та мереж зв'язку	Погіршення зовнішнього вигляду внаслідок установки вітроенергетичних установок висотою від 100 до 150 метрів
Розчленування ландшафту внаслідок будівництва фундаментів вітрових електростанцій, трансформаторних підстанцій, комунікаційних мереж та доріг з доступом до них	Смерть птахів від зіткнення з ротором вітроенергетичних установок (ВЕУ) під час їх роботи, особливо при встановленні ВЕУ висотою від 100 до 150 метрів
Модифікація традиційного вигляду ландшафту в результаті встановлення вітрових електростанцій з висотою від 100 до 150 метрів та трансформаторних підстанцій	Погіршення якості водного та ґрунтового середовища внаслідок аварійних розливів пально-мастильних матеріалів та трансформаторних рідин
Забруднення атмосфери внаслідок викидів від будівельної техніки	Відрив лопатей та льоду в зимовий період внаслідок обертання лопатей вітроенергетичних установок (ВЕУ).

Отже, хоча використання енергії вітру є екологічною альтернативою традиційним джерелам енергії, воно також може мати певні негативні наслідки, які потрібно ураховувати під час планування та реалізації вітрових проектів.

### **3.4. Вплив використання геотермальної енергії на природне середовище**

Використання геотермальної енергії може мати значний позитивний вплив на довкілля. Ось деякі з його переваг:

- відсутність викидів парникових газів;
- низький вплив на водні ресурси;
- стійкість до змін клімату;
- використання забезпечених ресурсів: геотермальна енергія використовує внутрішню теплоту Землі, яка є безмежною та невичерпною;
- можливість використання в районах з високим сейсмічним ризиком.

Отже, використання геотермальної енергії є важливим кроком у напрямку сталого розвитку, сприяючи зменшенню викидів парникових газів, збереженню водних ресурсів та забезпеченню стійкого енергетичного виробництва [14, 15].

Використання геотермальної енергії, хоча і є менш шкідливим для довкілля порівняно з багатьма іншими джерелами енергії, все ж може мати деякі негативні наслідки [14]:

- викиди газів із глибини Землі: під час видобутку геотермальної енергії із глибини Землі можуть викидатися деякі гази, такі як сірководень, аміак, метан і вуглекислий газ;
- ризик землетрусів і вулканічної активності;
- вплив на водні ресурси: зниження рівня ґрунтових вод або навіть висихання деяких джерел води;
- ризик забруднення ґрунтів і вод під час будівництва та експлуатації;
- зміни в ландшафті: втрата природних екосистем та біорізноманіття.

Отже, хоча геотермальна енергія має менший негативний вплив на довкілля порівняно з багатьма іншими джерелами енергії, важливо ураховувати ці можливі негативні наслідки при проектуванні та експлуатації геотермальних електростанцій.

### **3.5. Вплив використання гідроенергетики на природне середовище**

Використання гідроенергетики має численні позитивні впливи на довкілля. Ось деякі з них:

- нульові викиди вуглекислого газу;
- відновлювана енергія;
- контроль повеней;
- водне господарство;
- екологічні рекреаційні можливості.

Отже, гідроенергетика є важливим джерелом енергії, яке сприяє збереженню довкілля та створює численні переваги для суспільства, економіки та природного середовища.

Використання гідроенергетики, хоча і має багато переваг, також може мати певні негативні впливи на довкілля [16]:

- зміни в екосистемах річок і водосховищ: може вплинути на міграцію риби, життя водних тварин і рослин, а також на гідрологічні процеси в річках;
- втрата природних земель і біорізноманіття;
- викиди метану: під час розкладання органічної рослинності від підтоплених земель у водосховищах може виділятися метан, який є потужним парниковим газом та може сприяти змінам клімату;
- ризик аварій та стихійних лих;
- зміни гідрологічного режиму річок: може вплинути на доступність водних ресурсів для місцевих споживачів та екосистем.

Отже, використання гідроенергетики має свої негативні наслідки, які потрібно урахувати при проектуванні та експлуатації гідроелектростанцій. Важливо збалансувати ці наслідки з перевагами цього джерела енергії для створення сталого та екологічно безпечного енергетичного виробництва.

### **3.6. Вплив використання енергії біомаси на природне середовище**

Використання енергії біомаси може мати значний позитивний вплив на довкілля. Ось деякі з його переваг:

- відновлювані джерела енергії;
- зменшення викидів парникових газів;
- використання відходів і вторинної сировини;
- сприяння розвитку сільського господарства та регіонального розвитку;
- можливість використання в когенераційних установках для одночасного виробництва електроенергії та тепла, що сприяє зменшенню споживання імпортованого палива для опалення та виробництва електроенергії.

Отже, використання енергії біомаси може допомогти зменшити негативний вплив на довкілля, сприяючи при цьому сталому розвитку та забезпеченню енергетичної безпеки.

Використання енергії біомаси, хоча і є відновлюваним джерелом енергії, може мати певні негативні впливи на довкілля [17]:

- викиди забруднюючих речовин: оксиди вуглецю, діоксид сірки, метан та інші;
- зайнятість земель: вирощування біомаси може конкурувати з вирощуванням продуктів харчування або природними екосистемами, що може призвести до втрати природних земель та зменшення біорізноманіття;
- забруднення водних ресурсів: використання добрив або пестицидів при вирощуванні енергетичних культур;
- вплив на ґрунти: використання агрохімікатів та втрату ґрунтової родючості;

- соціальні та екологічні проблеми: в деяких випадках, зокрема в масштабних монокультурах біомаси, може виникати соціальне та екологічне тиску на місцеві спільноти та екосистеми.

Отже, хоча енергія біомаси має потенціал для зменшення викидів парникових газів та зменшення залежності від вугілля та нафти, важливо враховувати її негативний вплив на довкілля та приймати заходи для мінімізації цих впливів.

### **3.7. Вплив використання водневої енергії на природне середовище**

Використання водневої енергії може мати значний позитивний вплив на довкілля. Ось деякі з його переваг:

- нульові викиди парникових газів;
- використання відновлюваних джерел;
- можливість зберігання енергії: водень може використовуватися як засіб для зберігання енергії, особливо з енергії відновлюваних джерел, яка може бути нестабільною в часі;
- енергетична ефективність: водень може бути використаний у водневих паливних елементах (ВПЕ), які мають високу енергетичну ефективність. ВПЕ конвертують хімічну енергію водню безпосередньо у електричну енергію та тепло з мінімальними втратами;
- різноманітність застосування: від автомобілебудування та транспорту до промисловості та електрогенераторів.

Отже, використання водневої енергії може сприяти зменшенню викидів парникових газів, розвитку відновлюваних джерел енергії та створенню більш сталого та екологічно чистого енергетичного сектору.

Використання водневої енергії, хоча має численні переваги, також може мати деякі негативні впливи на довкілля [18]:

- екологічні наслідки виробництва водню;

- потреба у воді;
- безпека: водень є дуже легкозаймистим та вибухонебезпечним газом;
- інфраструктура: впровадження інфраструктури для виробництва, зберігання та транспортування водню може вимагати значних інвестицій та земельних ресурсів, що може мати негативний вплив на природні екосистеми та землекористування;
- розробка та використання нових технологій може також мати негативний вплив на довкілля через виробництво та використання рідкісних металів, енергозатратність та можливе утворення токсичних відходів.

Отже, використання водневої енергії має потенціал для зменшення викидів парникових газів та розвитку відновлюваних джерел енергії, проте важливо урахувати його негативний вплив на довкілля та приймати заходи для мінімізації цих впливів.

### **3.8. Оцінка економічних переваг застосування відновлювальних джерел енергії**

Проведемо оцінку економічного вигаду альтернативного джерела енергії порівняно з використанням дизельної системи опалення на прикладі вітрової установки. Розрахунки економічного вигаду будуть проведені на прикладі травня місяця. Наприклад, якщо в травні вітрогенератор забезпечує виробництво 41,18 кВт·год або 148253079,4 Дж, ми можемо визначити, скільки можна економити на дизельному паливі. Припустима вартість 1 літра дизельного палива становить у середньому в Україні 52,73 грн/л. Теплота згоряння дизельного палива складає 43 МДж/кг, а густина дизельного палива становить 840 кг/м<sup>3</sup>, тобто в 1 літрі дизельного палива міститься 1,19 кг.

Теплову енергію, яка виділяється при згорянні палива, визначимо за допомогою формули 3.1:

$$Q = m * q \quad (3.1)$$



де  $Q$  – кількість теплоти, Дж;

$m$  – маса, кг;

$q$  – теплота згоряння палива, Дж/кг.

$$Q = 1,19 * 43 = 51,17 \text{ Дж}$$

При урахуванні того, що ККД котла на дизельному паливі становить 76,8%, ми можемо розрахувати, скільки 1 літр дизеля виділяє теплоти:

$$Q = \frac{51,17 * 76,8}{100} = 39,29 \text{ Дж, або } 1,09 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Визначаємо скільки можна зекономити дизельного палива, якщо використовувати вітроустановки:

$$\frac{41,18}{1,09} = 37,7$$

Це означає, що за допомогою вітроустановки ми можемо заощадити 37,7 літри дизельного палива протягом травня місяця. За середньою ціною на дизельне паливо в Україні, ця економія складе 1987 гривень.

### **3.9. Висновки до розділу**

Використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) має значний вплив на довкілля, проте цей вплив зазвичай виявляється значно меншим у порівнянні з традиційними джерелами енергії, такими як вугілля, нафта або газ.

Постійне забруднення атмосфери парниковими газами призводить до появи парникового ефекту – це такий стан середовища на планеті під час якого відбувається

підвищення температури та вологості повітря внаслідок емісії в атмосферу вуглекислого газу, який поглинає інфрачервоне випромінювання.

Так, відповідно до екологічних оцінок, енергетичні установки можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище, особливо великі електростанції та спорудження водосховищ.

Установки, що використовують потоки енергії навколо, можуть порушувати природний ландшафт та екосистеми. Наприклад, гідроелектростанції можуть спричиняти зміни у річковому руслі та впливати на місцеву фауну та флору. Спорудження водосховищ також може вплинути на гідрологічний режим річок та призвести до ерозії ґрунту та порушення біорізноманіття.

Незважаючи на це, важливо зазначити, що розвиток технологій та впровадження сучасних методів будівництва та експлуатації можуть допомогти зменшити негативний вплив енергетичних установок на довкілля. Наприклад, використання технологій для зменшення викидів, впровадження енергоефективних рішень та збільшення участі громадськості у процесі прийняття рішень може сприяти збалансованому розвитку енергетичних проектів, що зменшить їх негативний вплив на природу.

## ВИСНОВКИ

**Встановлено**, що використання екологічно чистих відновлюваних джерел енергії для задоволення енергетичних потреб населення та промисловості є критично важливою стратегією для України. Це особливо актуально через енергодефіцитність і погіршення стану довкілля. Ситуація стала ще більш складною через воєнні події, які призвели до руйнування значної кількості енергетичних об'єктів, а також те, що деякі з них знаходяться на окупованих територіях.

**Визначено**, що використання відновлюваних джерел енергії має велику перевагу через їхню нескінченність та екологічну безпечність, що сприяє поліпшенню стану довкілля. На відміну від традиційних джерел енергії, які викидають парникові гази, такі як вуглекислий газ і метан, виробництво енергії з відновлюваних джерел не включає ці гази, які є головною причиною зміни клімату та глобального потепління. Однак основним недоліком використання відновлюваних джерел енергії є їхнє непостійне надходження та змінність енергетичного потенціалу, що ускладнює їх використання. Також під час будівництва та експлуатації об'єктів відновлюваної енергетики можуть виникати негативні впливи на складові довкілля.

**Спрогнозовано**, що серед основних мотивуючих чинників для розвитку відновлювальної енергетики в Україні можна виділити наступні: високий потенціал основних видів джерел відновлювальної енергії; дефіцит власних енергоносіїв, який призводить до залежності від імпорту традиційних джерел енергії та підвищення їхньої вартості на світовому ринку; вичерпання власних енергетичних ресурсів; екологічні наслідки виробництва енергії на теплових електростанціях, радіоактивне забруднення територій внаслідок Чорнобильської катастрофи та руйнація існуючих енергетичних об'єктів внаслідок воєнних дій.

## СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тлумачний термінологічний словник з конституційного права. Київ : Хай-Тек Прес, 2016. 627 с.
2. Моїсєєв В. Хто в Україні споживає найбільше електроенергії. Економіка України. URL: <https://thepage.ua/ua/economy/spozhivannya-elektroenergiyi-v-ukrayini-ta-yak-formuyutsya-grafiki-vidklyuchen>.
3. Білозерова Л. Сонячна генерація: змінюються масштаб та географія об'єктів. Українська енергетика. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/tryfonivska-ses-foto-dtek>.
4. Цулаїя Г. З. Адміністративно-правове забезпечення реалізації державної політики в енергетичній сфері. Ужгород, 2023. 264 с.
5. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
6. Всеукраїнська науково-технічна конференція «Сучасний стан та перспективи розвитку IoT». Збірник тез. – Київ: ДУТ, 2023
7. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / Кудря С.О. – Підручник. – Київ: Національний технічний університет України («КПІ»), 2012. – 495 с.
8. Вступ до спеціальності. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: Курс лекції/ С.О. Кудря, В.І. Будько. – Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 387 с.
9. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.
10. Величко С.А. Енергетика навколишнього середовища України. Навчально-методичний посібник для магістрантів./ [науковий редактор проф. І.Г.Черваньов] – Харків: Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна. - 2003. – 52 с.
11. Енергія сонця. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. URL: <https://saee.gov.ua/uk/ae/sunenergy>.

12. Стратегія розвитку та впровадження відновлюваної енергетики в Україні. — Київ: Державне Підприємство "Українська Геологічна Компанія", 2024. —52 с.
13. Suaad Jaber. Environmental impacts of wind energy. *Journal of clean energy technologies*. 2013. Vol. 1. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Suaad-Laffta/publication/290465618\\_Environmental\\_Impacts\\_of\\_Wind\\_Energy/links/65a425d4c77ed94047784305/Environmental-Impacts-of-Wind-Energy.pdf?origin=publication\\_detail&\\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQiLCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiJ9fQ](https://www.researchgate.net/profile/Suaad-Laffta/publication/290465618_Environmental_Impacts_of_Wind_Energy/links/65a425d4c77ed94047784305/Environmental-Impacts-of-Wind-Energy.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQiLCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiJ9fQ).
14. Geothermal energy | U.S. fish & wildlife service. *FWS.gov*. URL: <https://www.fws.gov/node/265252> (date of access: 15.05.2024).
15. *Journal of New Technologies in Environmental Science* | JNTES. URL: <https://jntes.tu.kielce.pl/wp-content/uploads/2021/11/EFFECT-OF-GEOTHERMAL-ENERGY-PRODUCTION-ON-ECOLOGICAL-ENVIRONMENT-IN-UKRAINE.pdf> (дата звернення: 17.05.2024).
16. П.Ф. Васько, А.В. Мороз, А.О. Бриль, М.Р. Ібрагімова. Екологічні аспекти розвитку гідроенергетики в Україні. – Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2018.
17. The environmental impacts of biomass energy. *EnergySage*. URL: <https://www.energysage.com/about-clean-energy/biomass/environmental-impacts-biomass/> (date of access: 15.05.2024).
18. Amin, M.; Shah, H.H.; Bashir, B.; Iqbal, M.A.; Shah, U.H.; Ali, M.U. Environmental Assessment of Hydrogen Utilization in Various Applications and Alternative Renewable Sources for Hydrogen Production: A Review. *Energies* 2023, 16, 4348. URL: <https://doi.org/10.3390/en16114348>.